

中医药调控生精细胞凋亡研究文献可视化分析

刘松华¹, 郭红梅¹, 徐光杨¹, 易穗杭¹, 王权胜²

¹广西中医药大学研究生学院, 广西 南宁

²广西中医药大学第一附属医院男科, 广西 南宁

收稿日期: 2025年5月11日; 录用日期: 2025年6月4日; 发布日期: 2025年6月12日

摘要

目的: 分析中医药调控生精细胞凋亡领域的研究文献, 了解该领域的研究现状和发展趋势。方法: 以中国知网数据库为数据来源, 检索建库至2024年7月31日收录的中医药调控生精细胞凋亡领域的研究文献。采用CiteSpace6.3.R1软件对研究作者、机构和关键词进行可视化分析。结果: 纳入文献378篇, 发文量整体呈阶梯式上升趋势; 最高产的作者是张长城, 形成以赵海霞、袁丁等作者为主的合作团队; 全国中医药高校及其附属医院为核心发文机构, 其中北京中医药大学是该领域发文量最多的研究机构; 高频和高中心性关键词包括细胞凋亡、生精细胞、氧化应激、环磷酰胺等。结论: 中医药调控生精细胞凋亡领域近年研究热度较高。实验研究、作用机制、病理生理、相关疾病和中医药干预为该领域研究热点。研究趋势以实验研究为基础, 采用中医药干预的手段, 探索中医药通过调控相关通路来调节生精细胞凋亡的具体分子机制, 主要围绕自噬、氧化应激、生殖损伤等途径展开广泛研究。

关键词

中医药, 生精细胞凋亡, 文献计量学, CiteSpace, 可视化分析

Visual Analysis of Research Literature on TCM Regulation of Spermatogenic Cell Apoptosis

Songhua Liu¹, Hongmei Guo¹, Guangyang Xu¹, Sihang Yi¹, Quansheng Wang²

¹Graduate School of Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi

²The Andrology Department, The First Affiliated Hospital of Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi

Received: May 11th, 2025; accepted: Jun. 4th, 2025; published: Jun. 12th, 2025

文章引用: 刘松华, 郭红梅, 徐光杨, 易穗杭, 王权胜. 中医药调控生精细胞凋亡研究文献可视化分析[J]. 临床医学进展, 2025, 15(6): 782-792. DOI: 10.12677/acm.2025.1561789

Abstract

Objective: To analyze the research literature on the regulation of spermatogenic cell apoptosis by TCM, and to understand the research status and development trend in this field. **Methods:** Based on the data source of CNKI database, the research literature on the regulation of spermatogenic cell apoptosis by TCM from the establishment of the database to July 31, 2024 was retrieved. The study utilized CiteSpace6.3.R1 to perform visual analysis of authors, institutions, and keywords. **Results:** A total of 378 articles were included, and the overall number of publications showed a stepwise upward trend; The author of the highest yield is Zhang Changcheng, forming a cooperative team mainly composed of Zhao Haixia, Yuan Ding and other authors; The national TCM universities and their affiliated hospitals were the core publishing institutions, among which Beijing University of Chinese Medicine was the research institution with the largest number of publications in this field; High-frequency and high-center keywords include apoptosis, spermatogenic cells, oxidative stress, cyclophosphamide, etc. **Conclusion:** In recent years, the research on the regulation of spermatogenic cell apoptosis by TCM has been hot. Experimental research, mechanism of action, pathophysiology, related diseases and traditional Chinese medicine intervention are the research hotspots in this field. Research trend based on the experimental research, the intervention of traditional Chinese medicine was used to explore the specific molecular mechanism of Chinese medicine in regulating the apoptosis of spermatogenic cells by regulating related pathways, mainly focusing on autophagy, oxidative stress, reproductive damage and other ways to carry out extensive research.

Keywords

Traditional Chinese Medicine, Spermatogenic Cell Apoptosis, Bibliometrics, CiteSpace, Visual 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

男性在人类的生殖过程中提供精子，精子发生有赖于生精细胞的调控，生精细胞是指一系列细胞，包括精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞、精子细胞和精子。细胞凋亡是一种高度有序、受基因调控的细胞主动死亡过程，是正常的细胞程序性死亡，在多种病理生理过程中发挥重要作用。睾丸生精细胞的自发性凋亡可以维持与支持细胞之间的正常比例，保证精子的成熟与发育，从而争取与卵子结合的机会。异常的生精细胞凋亡是相关男科疾病增多的首要原因之一，在热应激、氧化应激、生殖激素紊乱等因素的刺激下会诱导睾丸生精细胞过度凋亡，导致成熟精子数量和质量的下降，引起男性不育症、精索静脉曲张、少弱精子症等一系列男科疾病[1][2]。

近年来，随着中医药干预男科疾病研究的不断增多与深入，越来越多的研究证据表明，中医药在调控生精细胞凋亡方面具有显著疗效[3][4]。但缺少对相关成果的梳理，CiteSpace 是一款由美国德雷塞尔大学陈超美博士应用 Java 语言开发的文献计量可视化分析软件，能够通过知识图谱的构建对国内相关文献中作者、研究机构、关键词等进行可视化分析[5][6]。因此，本文以中国知网为数据来源，基于文献计量学的方法应用 CiteSpace6.3.R1 软件绘制中医药调控睾丸生精细胞凋亡研究文献的知识图谱，以展示相关研究成果，并探讨中医药调控生精细胞凋亡领域的研究现状、热点与发展趋势，以期为进一步深入研究提供参考。

2. 资料与方法

2.1. 资料来源与检索策略

我们于 2024 年 07 月 31 日在中国知网(CNKI)数据库上进行了文献检索。采取高级检索方式,以“生精细胞凋亡” OR “生精凋亡”为主题词进行检索,检索时间为建库至 2024 年 7 月 31 日,学科分类选择“中医学”“中药学”“中西医结合”。将文献以 Refworks 格式导出。

2.2. 纳排标准

纳入标准:纳入中医药调控生精细胞凋亡公开发表的相关的期刊文献及学位论文。排除标准:(1) 排除文献综述、系统评价、meta 分析等二次研究;(2) 排除会议通知、报纸新闻文献;(3) 排除与搜索内容不相关的文献。

2.3. 数据分析

本文运用 CiteSpace6.3.R1 软件对中医药调控生精细胞凋亡领域进行知识图谱绘制,将“Refworks”数据导入 CiteSpace6.3.R1 软件进行格式转换,设置时间切片等相关参数,并对其网络进行裁剪,依次选择作者、机构、关键词进行知识图谱展示,分析中医药调控生精细胞凋亡相关文献的研究热点与前沿。

3. 结果

3.1. 发文量分析

共检索获得 606 篇文献,经纳排标准筛选后最终获得 378 篇有效文献,将该 378 篇文献进行年度发文量统计,结果显示中医药调控生精细胞凋亡相关研究的发文量整体呈上升趋势,近 5 年开始达到发文量高峰,表明对于本领域的关注度在逐步提升,且近年已引起业内广泛关注。详见图 1。

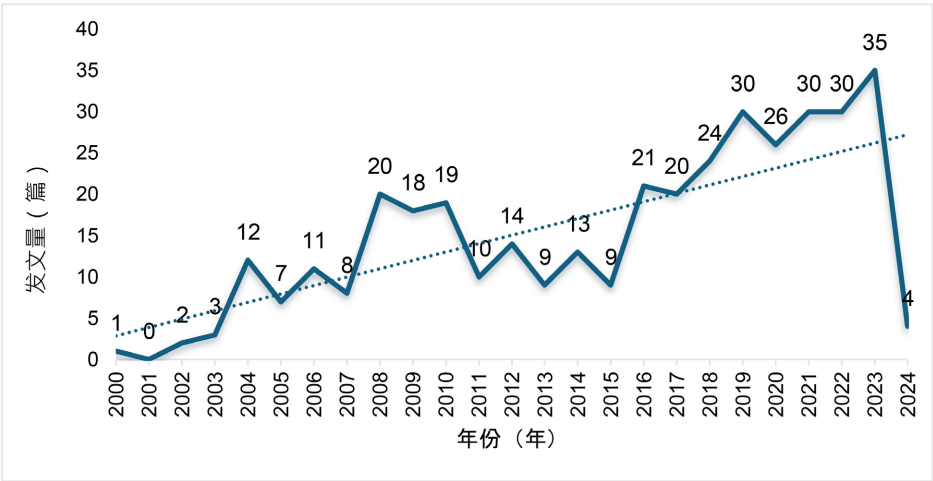


Figure 1. Annual trend of publication volume on the regulation of spermatogenic cell apoptosis by traditional Chinese medicine
图 1. 中医药调控生精细胞凋亡研究发文量年度趋势

3.2. 作者合作网络分析

应用 CiteSpace6.3.R1 软件对中医药调控生精细胞凋亡研究文献进行作者共现网络分析,作者共现即指作者合作关系,结果如图 2 所示,其中节点(N) 289 个,连线(E) 349 条,网络密度(Density) 0.0084。节点之间的连线代表合作关系,节点越大说明作者发文量越多,整体观察可见作者之间互相协作,学术交

流密切。表 1 所示，发文量大于 7 篇的作者有张长城(11 篇)、何清湖(8 篇)、赵海霞(8 篇)。由图 2 可知，研究团队代表有张长城、崔云、李质馨、刘莉、王权胜和李海松团队，Density 为 0.0084，密度较小，说明团队之间仍需加强合作。其中王权胜与李海松团队外圈为橙红色，说明近年对该领域研究较多，且都以研究该领域中的男性不育症为主。

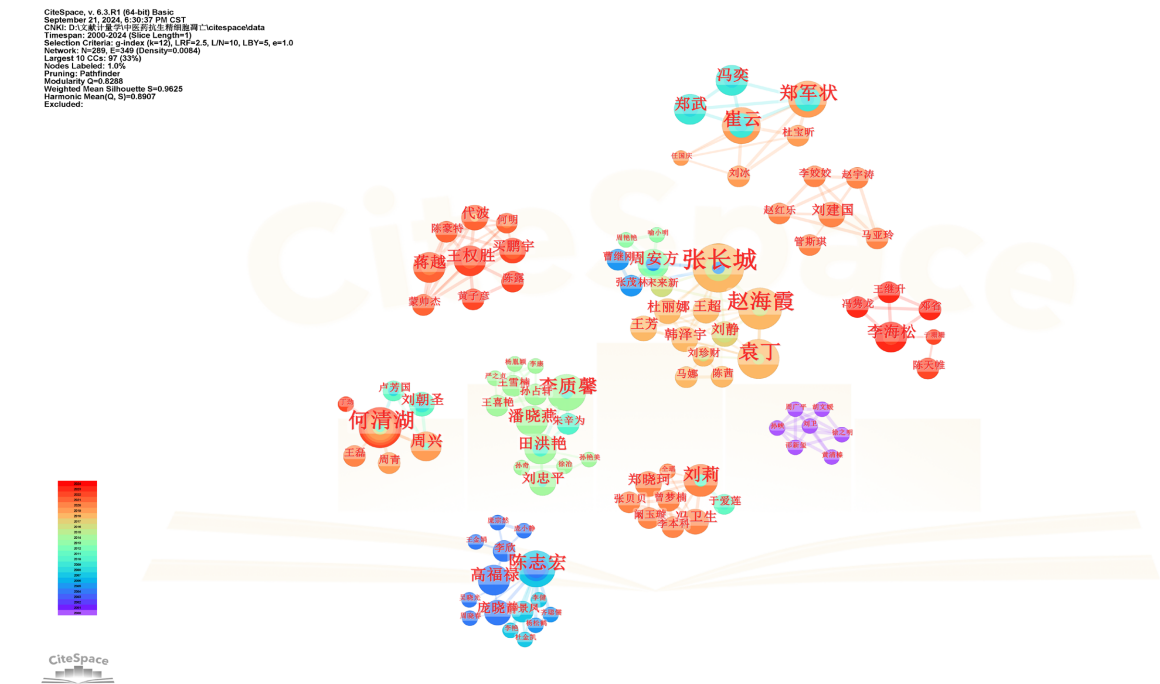


Figure 2. Co-occurrence map of authors in research literature on the regulation of spermatogenic cell apoptosis by traditional Chinese medicine
图 2. 中医药调控生精细胞凋亡研究文献作者共现图谱

Table 1. Top 10 authors by publication volume on the regulation of spermatogenic cell apoptosis by traditional Chinese medicine
表 1. 中医药调控生精细胞凋亡发文量前 10 位作者

序号	作者	发文量(篇)
1	张长城	11
2	何清湖	8
3	赵海霞	8
4	袁丁	7
5	崔云	6
6	李质馨	6
7	郑军状	6
8	陈志宏	6
9	刘莉	5
10	任献青	4

3.3. 研究机构分析

应用 CiteSpace6.3.R1 软件对中医药调控生精细胞凋亡研究文献绘制发文机构共现图谱，结果如图 3

所示,其中节点(N)294个,连线(E)190条,网络密度(Density)0.0044。节点的大小与节点之间的连线代表机构的发文量多少及机构之间的合作关系,图3中北京中医药大学、三峡大学医学院、南京中医药大学、广西中医药大学的圆形较大,说明其对于中医药调控生精细胞凋亡方面的研究发文较多,表2所示,发文量排名前五的机构有北京中医药大学(30篇)、三峡大学医学院(12篇)、南京中医药大学(10篇)、广西中医药大学(9篇)、湖南中医药大学(8篇)。整体观察可见各机构与其附属医院之间的联系较为密切,但密度较低,不同地区的研究机构之间合作较少,仍需进一步加强。

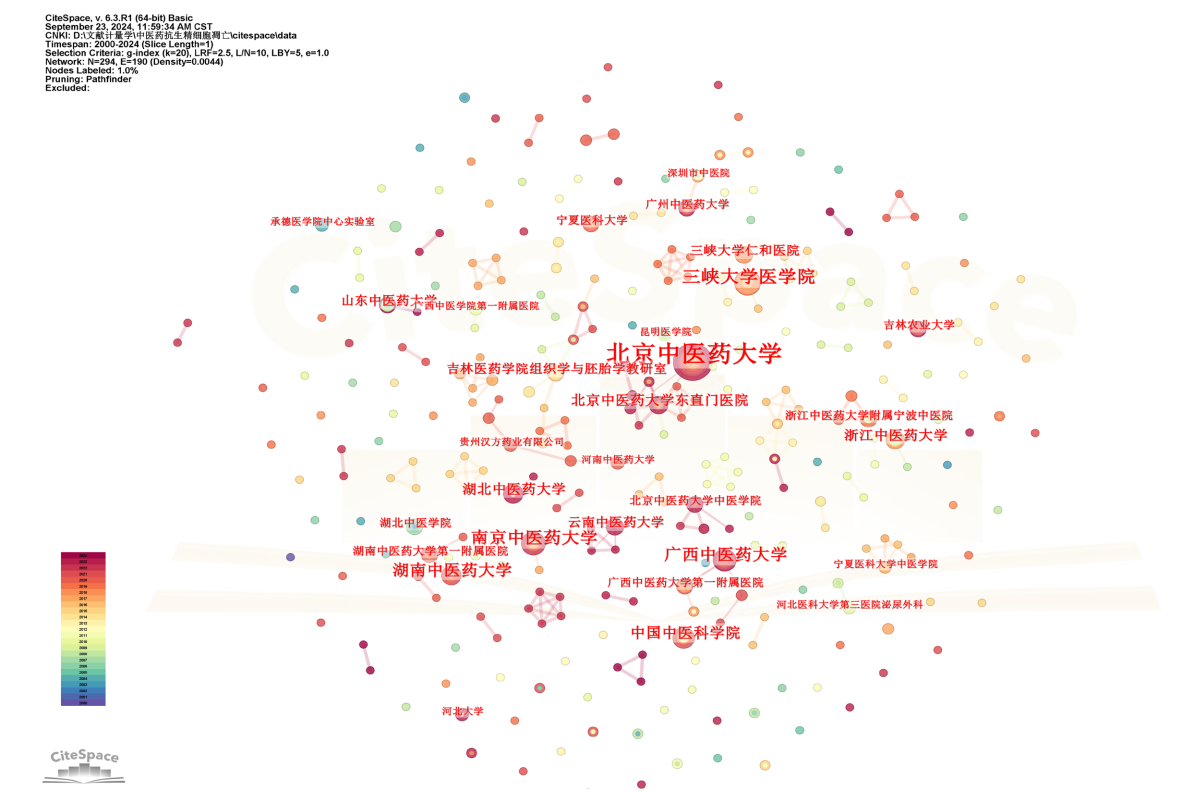


Figure 3. Co-occurrence map of research institutions on the regulation of spermatogenic cell apoptosis by traditional Chinese medicine
图 3. 中医药调控生精细胞凋亡研究文献机构共现图谱

Table 2. Top 10 institutions by publication volume on TCM regulation of spermatogenic cell apoptosis
表 2. 中医药调控生精细胞凋亡发文量前 10 位机构

序号	机构	发文量(篇)
1	北京中医药大学	30
2	三峡大学医学院	12
3	南京中医药大学	10
4	广西中医药大学	9
5	湖南中医药大学	8
6	中国中医科学院	7
7	北京中医药大学东直门医院	6
8	浙江中医药大学	6
9	湖北中医药大学	6
10	山东中医药大学	5

3.4. 关键词分析

3.4.1. 关键词共现分析

应用 CiteSpace6.3.R1 软件绘制关键词共现图谱，结果如图 4 所示，其中节点(N) 277 个，连线(E) 410 条，网络密度(Density) 0.0107。圆环越大说明出现频次越高，中心性系数越大说明节点越重要。可见细胞凋亡、凋亡、睾丸、生精细胞、大鼠、氧化应激等关键词出现频次较多，其中细胞凋亡、生精细胞、睾丸外圈呈紫红色说明近年关注度较高。表 3 所示，中医药调控生精细胞凋亡频次排名前 20 的关键词发文量均 ≥8 篇，中心性排名前 20 的关键词其系数均 ≥0.13。结合图表可知，本领域的研究重点内容可概括为实验研究、作用机制、相关疾病、病理生理和中医药干预。

3.4.2. 关键词聚类分析

应用 CiteSpace6.3.R1 软件在关键词共现分析的基础上采用 LLR 算法对关键词进行聚类，结果如图 5 所示，其中模块值 $Q = 0.8288$ ($Q > 0.3$)说明聚类结构显著有效，平均轮廓值 $S = 0.9625$ ($S > 0.7$)说明聚类结果可信度高且研究主题集中。节点颜色相同的为同一聚类，共形成 15 个聚类，分别为：#0 生精障碍、#1 生精细胞、#2 睾丸、#3 细胞凋亡、#4 作用机制、#5 男性不育、#6 枸杞多糖、#7 衰老、#8 不育、#9 糖尿病、#10 丹参、#11 弱精子症、#12 凋亡、#13 大鼠、#14 实验研究，将其大致归纳为 5 个研究主题：实验研究、作用机制、相关疾病、病理生理和中医药干预。

Table 3. High-frequency and high-centrality keywords in the regulation of spermatogenic cell apoptosis by traditional Chinese medicine (Top 20)

表 3. 中医药调控生精细胞凋亡高频和高中心性关键词(排名前 20)

序号	频次	关键词	中心性	关键词
1	97	细胞凋亡	0.49	不育
2	93	凋亡	0.46	睾丸
3	62	睾丸	0.45	细胞凋亡
4	53	生精细胞	0.41	枸杞多糖
5	46	大鼠	0.38	生精细胞
6	28	氧化应激	0.38	睾酮
7	24	环磷酸胺	0.27	生精障碍
8	18	衰老	0.26	基因
9	17	生精障碍	0.23	氧化应激
10	14	弱精子症	0.23	少精子症
11	13	睾酮	0.18	动物实验
12	13	少精子症	0.16	抗氧化
13	11	不育	0.16	原花青素
14	10	生精功能	0.15	氧化损伤
15	10	睾丸扭转	0.14	凋亡
16	9	自噬	0.14	大鼠
17	9	枸杞多糖	0.14	环磷酸胺
18	9	小鼠	0.14	聚精丸
19	9	精子	0.13	小鼠
20	8	少弱精症	0.13	淫羊藿苷

CiteSpace, v. 5.3.R1 (64-bit) Basic
September 21, 2024, 4:38:02 PM CST
CNKI: D:\文献计量\中药药理学\生精细胞凋亡\citespace\data
Timespan: 2000-2024 (Slice Length=1)
Selection Criteria: g-index (k=20), LRF=2.5, L/N=10, LBY=5, e=1.0
Network: N=277, E=410 (Density=0.0107)
Largest CCs: 264 (95%)
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: Pathfinder
Excluded:

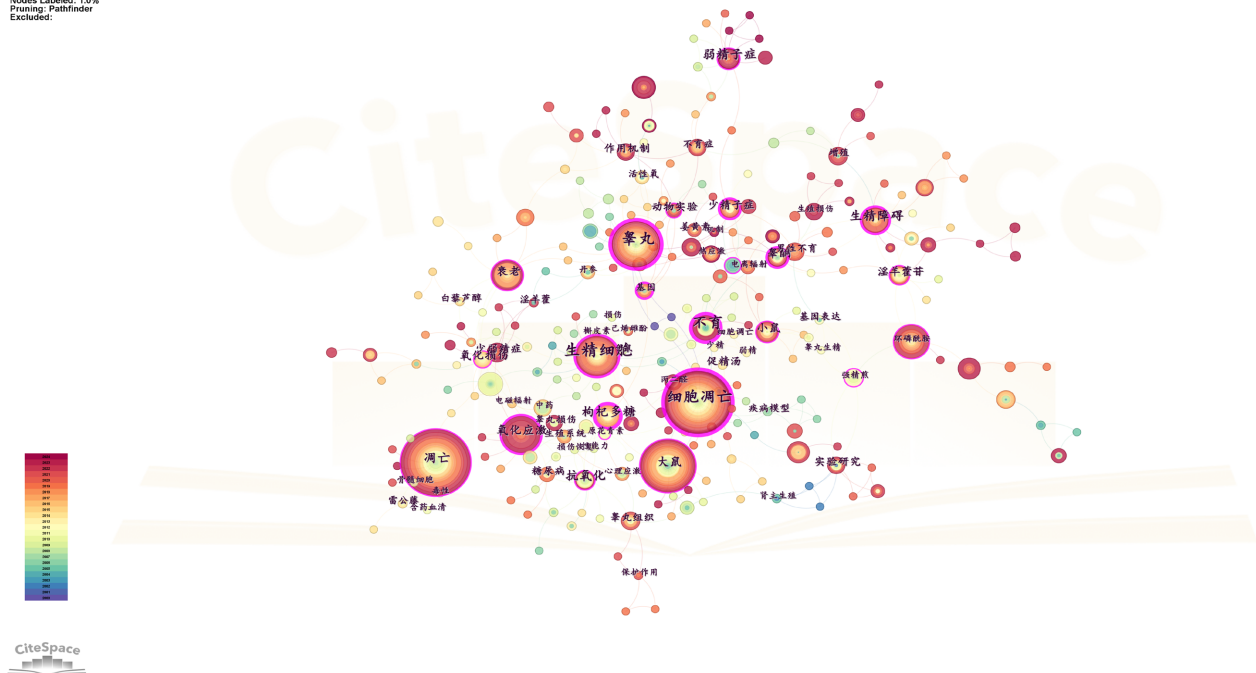


Figure 4. Co-occurrence map of keywords in research literature on the regulation of spermatogenic cell apoptosis by traditional Chinese medicine

图 4. 中医药调控生精细胞凋亡研究文献关键词共现图谱

CiteSpace, v. 5.3.R1 (64-bit) Basic
September 21, 2024, 4:38:02 PM CST
CNKI: D:\文献计量\中药药理学\生精细胞凋亡\citespace\data
Timespan: 2000-2024 (Slice Length=1)
Selection Criteria: g-index (k=20), LRF=2.5, L/N=10, LBY=5, e=1.0
Network: N=277, E=410 (Density=0.0107)
Largest CCs: 264 (95%)
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: Pathfinder
Modularity Q=0.8268
Weighted Mean Silhouette S=0.9625
Harmonic Mean(Q, S)=0.8967
Excluded:

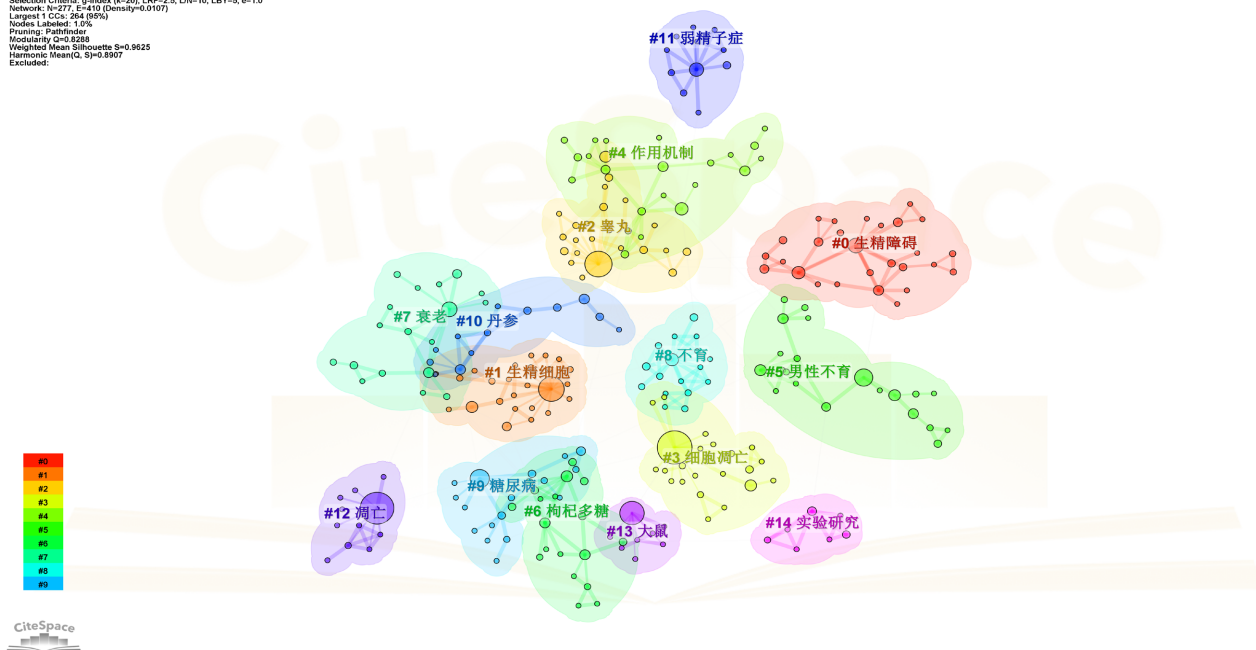


Figure 5. Keyword clustering map of research literature on the regulation of spermatogenic cell apoptosis by traditional Chinese medicine

图 5. 中医药调控生精细胞凋亡研究文献关键词聚类图谱

运用 CiteSpace6.3.R1 软件在关键词聚类分析基础上绘制时间线图,时间线图是以时间为路径来展现以上 15 个聚类在时间线上的发展变化,结果如图 6 所示,大多数高频关键词集中出现在 2005 年~2015 年,此时相关研究主要集中于体外实验。2015 年~2024 年,中医药对调控生精细胞凋亡研究领域逐渐深入细化。

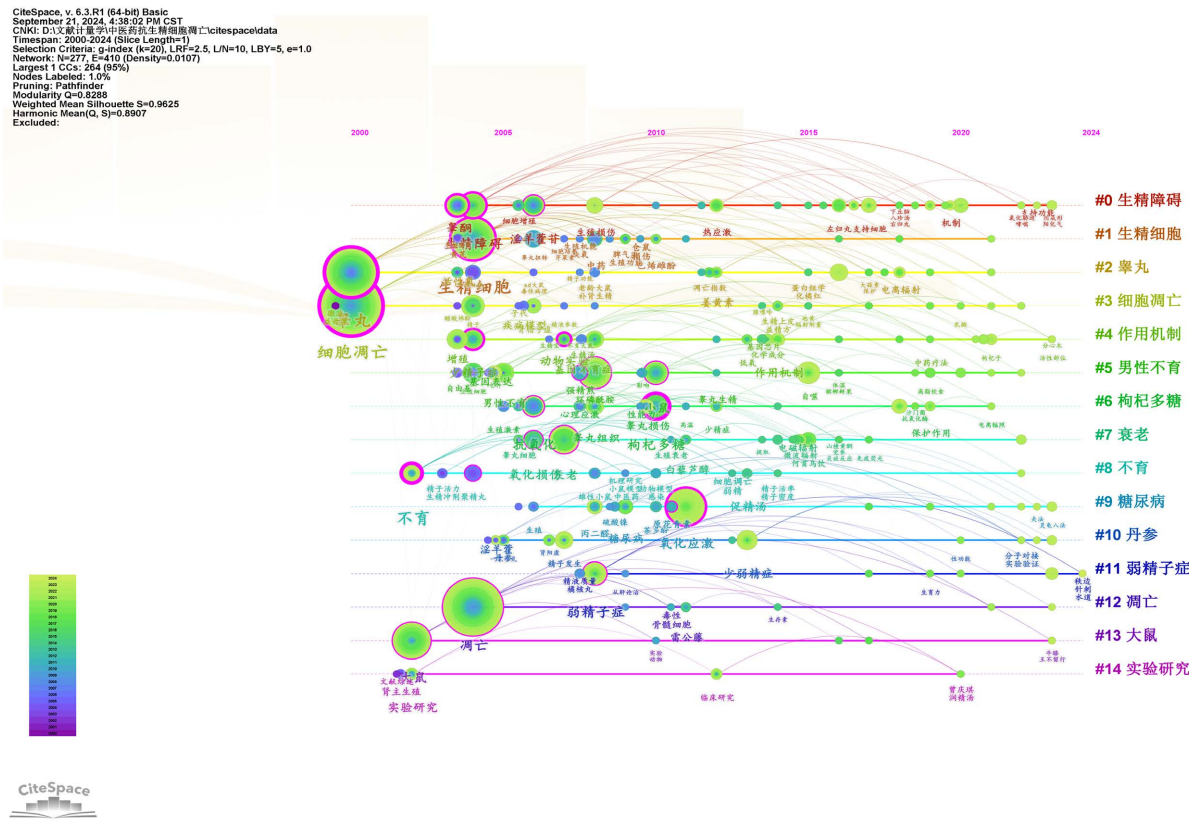


Figure 6. Timeline map of research literature on the regulation of spermatogenic cell apoptosis by traditional Chinese medicine
图 6. 中医药调控生精细胞凋亡研究文献时间线图谱

3.4.3. 关键词突现分析

关键词突现分析可以显示关键词突现的时间与年份,判断不同时段的研究热点与潜在的发展趋势。对中医药调控生精细胞凋亡领域的关键词进行突现分析,结果如图 7 所示,突现强度最高的关键词是“氧化应激”“衰老”“生精功能”,突现持续时间最长的关键词为“环磷酸胺”“枸杞多糖”“氧化损伤”,说明本领域以基础研究为主。图中显示“自噬”“少弱精症”“精子发生”“氧化应激”“生精功能”等关键词是近年来的研究热点,未来有可能继续研究。

4. 讨论

本研究利用 CiteSpace6.3.R1 软件的知识图谱功能对中医药调控生精细胞凋亡研究领域的文献进行可视化分析,主要呈现在该领域文献的年发文量、研究作者、研究机构和关键词等方面,了解中医药调控生精细胞凋亡研究领域的研究现状与发展趋势,为该领域的进一步深入研究提供参考。

4.1. 中医药调控生精细胞凋亡领域的研究现状

纵观近 20 年来中医药调控生精细胞凋亡领域的发文情况,整体来看其发文量呈阶梯式稳步增长,可

见对于该领域的研究热度正在逐步提升。从研究机构来看，全国中医药高校及其附属医院为核心机构，其中北京中医药大学是该领域发文量最多的机构，但合作对象较为单一，仅见与其附属机构之间维持紧密的合作关系，缺乏不同地域机构之间的合作，这可能与研究方向、研究体系不同等因素有关。从作者合作网络分析来看，张长城教授是国内该领域发文量最多的研究者，形成了以赵海霞、袁丁等作者为核心的研究团队，其团队致力于中医药防治生殖功能障碍领域的实验机制研究。如该团队通过动物实验发现中药黄精能激活 Nrf2 信号通路，提高睾丸组织的抗氧化能力，进而抑制生精细胞凋亡，达到减轻自然衰老大鼠睾丸生精功能衰退的目的[7]；肾气丸通过抑制生殖细胞 DNA 损伤，调节 P53 信号通路，进而抑制生殖细胞凋亡，起到延缓自然衰老大鼠睾丸生殖功能衰退的作用[8]；五子衍宗方可通过调节 p53 信号通路来保护自然衰老大鼠睾丸生殖细胞 DNA 损伤和凋亡[9]。值得注意的是，不同中医药干预方法在调控生精细胞凋亡中的效果和安全性存在差异。例如，枸杞多糖和淫羊藿苷等单体成分因其明确的抗氧化和抗凋亡作用被广泛研究，但其长期安全性仍需进一步验证；而复方制剂(如聚精丸、五子衍宗方)则通过多靶点协同作用展现出更全面的疗效，但具体成分间的相互作用机制尚不明确。未来研究可结合网络药理学和代谢组学技术，深入探讨不同干预方法的优势及潜在协同作用。

Top 25 Keywords with the Strongest Citation Bursts

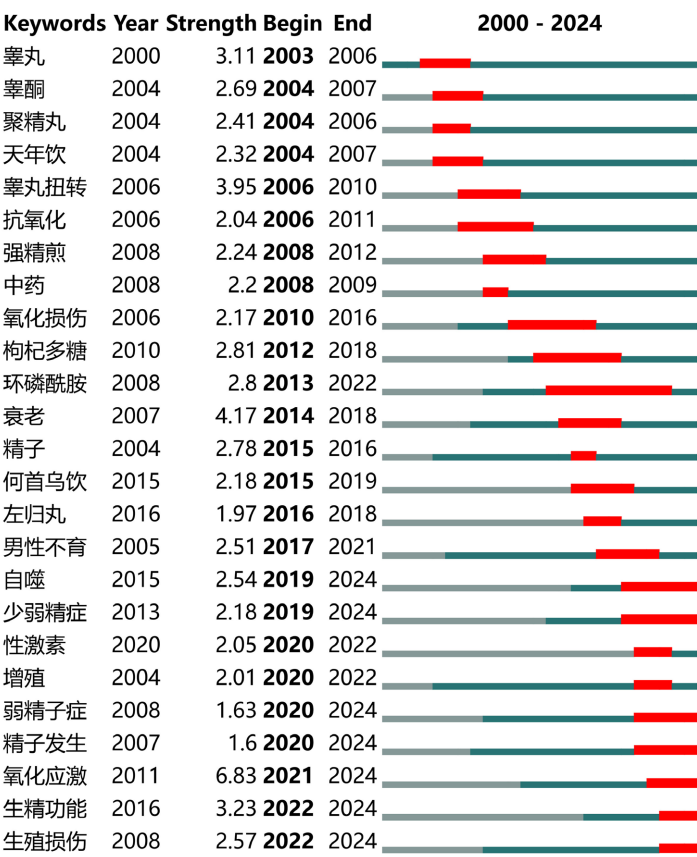


Figure 7. Keyword burst map of research literature on the regulation of spermatogenic cell apoptosis by traditional Chinese medicine
图 7. 中医药调控生精细胞凋亡研究文献关键词突现图谱

4.2. 中医药调控生精细胞凋亡领域的研究热点

通过关键词共现和聚类分析展现本研究领域的研究热点,从表 3 可知,少弱精子症、男性不育等疾病与生精细胞凋亡密切相关,而这类疾病的病理生理基础(如氧化反应、激素紊乱)为实验模型的构建提供了方向:中医药调控生精细胞凋亡领域以实验研究为基础,采用中药单体、复方等中医药疗法干预相关疾病的方式,以探索其对生精细胞凋亡的作用机制。① 实验研究:研究者最常使用环磷酰胺造模。环磷酰胺是常用的抗肿瘤药物,但常因具有较强的生殖毒性造成男性生殖损伤,有研究表明环磷酰胺可能通过干扰 DNA 复制和转录过程或者氧化应激导致细胞凋亡,并主要通过激活 Bax/Bcl-w、Fas/FasI 等信号通路来调控生精细胞凋亡[10] [11]。② 作用机制:主要围绕细胞凋亡、氧化应激和自噬展开研究。如蒋越等研究发现加味大黄蟅虫颗粒通过有效调控生精细胞凋亡基因的表达,起到对精索静脉曲张模型诱导的大鼠睾丸组织损伤的保护作用[12]。李凝华等研究发现五味扶正益精汤可通过修复氧化应激和抗生殖细胞凋亡,达到提升雄性大鼠生殖机能的目的[13]。张芳等研究发现伸曲助育汤通过激活睾丸组织中 PINK1/Parkin 信号通路来介导线粒体自噬,减少生精细胞凋亡,从而改善精索静脉曲张大鼠的睾丸生精功能[14]。③ 病理生理:主要包括睾酮等性激素,睾酮是人体主要的雄激素,睾酮水平可反应性腺功能。黄佳妮等发现精杞胶囊可能通过调节生殖激素水平来抑制生精细胞的凋亡[15]。④ 相关疾病:包括少精子症、弱精子症、男性不育症、糖尿病等疾病,说明高糖可能诱导生精细胞凋亡,生精细胞过度凋亡则导致精子浓度下降,影响精子质量,引起相关疾病的发生发展。⑤ 中医药干预:中医药干预独具特色。如聚精丸等制剂,枸杞多糖、淫羊藿苷等单体具有抑制生精细胞凋亡的作用[16]-[18]。

4.3. 中医药调控生精细胞凋亡领域的研究趋势

由发文量图、关键词时间线图与突现图谱分析可知,2000~2010 年是该领域发展的第一阶梯,期间“中药”“抗氧化”“氧化损伤”等关键词发生了突现,研究方向主要包括“聚精丸”“天年饮”“强精煎”等等,说明中医药干预在此阶段得到关注;2011~2017 年,“枸杞多糖”“环磷酰胺”“男性不育”等关键词先后发生突现,其中“环磷酰胺”持续时间最长;2019~2024 年,陆续出现“自噬”“少弱精子症”“氧化应激”“生殖功能”等多个研究热点且均持续至今,其中“氧化应激”突现强度系数最高。可见近十余年为该领域快速发展阶段,研究方向也逐渐趋于多样化,主要涉及自噬、氧化应激、细胞增殖、生殖损伤等多个领域,并且以实验研究为基础,采用中药单体、复方等中医药疗法干预相关疾病的方式,探索其对生精细胞凋亡的作用机制,这也是当前的主要研究趋势。

5. 小结

综上所述,本研究运用 CiteSpace6.3.R1 软件对中医药调控生精细胞凋亡领域文献进行分析,直观展现出该领域的研究现状和热点趋势。目前,对于该领域的研究呈阶梯式稳步增长的趋势,但不同地域机构之间的合作较少,跨地域间的合作交流有待加强;中医药调控睾丸生精细胞凋亡领域的研究热点随着时间推移也逐渐细化,主要可概括为实验研究、作用机制、病理生理、相关疾病和中医药干预,且揭示了氧化应激、环磷酰胺、自噬等为该领域的研究热点;以实验研究为基础,采用中医药干预的手段,探索中医药通过调控相关通路来调节生精细胞凋亡的具体分子机制是近年来研究趋势所在,且未来可能持续研究。基于当前研究现状,未来可从以下方向深入探索:(1) 实验设计上,建议采用多中心、大样本的临床研究结合动物模型,验证中医药干预的临床转化潜力;(2) 方法学上,引入单细胞测序、类器官培养等新技术,解析生精细胞凋亡的时空动态机制;(3) 合作方向上,鼓励跨学科团队(如生殖医学、分子生物学与中医药学)联合攻关,重点解决氧化应激与自噬通路的交叉调控、中药复方标准化等关键问题。此外,由于本研究检索范围仅限于中国知网数据库,结果可能存在一定的局限性,必要时有待进一步扩大

检索范围进行深入。

参考文献

- [1] Barati, E., Nikzad, H. and Karimian, M. (2019) Oxidative Stress and Male Infertility: Current Knowledge of Pathophysiology and Role of Antioxidant Therapy in Disease Management. *Cellular and Molecular Life Sciences*, **77**, 93-113. <https://doi.org/10.1007/s00018-019-03253-8>
- [2] 邓成宸, 霍元楠, 王鲜忠. 热应激诱导的氧化应激对雄性生殖的影响[J]. 中国细胞生物学学报, 2021, 43(11): 2219-2227.
- [3] 杨绘, 江澍, 冉添福, 等. 基于 P53/Bax/Caspase3 信号通路的石菖汤对少弱精子症大鼠的疗效机制研究[J]. 时珍国医国药, 2024, 35(6): 1345-1352.
- [4] 蒋越, 蒙帅杰, 王权胜, 等. 基于 Nrf2/HO-1 通路的加味大黄虫瘀虫颗粒对精索静脉曲张模型大鼠附睾生精细胞凋亡的影响[J]. 中华男科学杂志, 2021, 27(3): 240-248.
- [5] 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>
- [6] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, 33(2): 242-253.
- [7] 赵海霞, 叶勇, 张长城, 等. 基于 Nrf2 信号通路探讨黄精对自然衰老大鼠睾丸生精功能衰退的保护作用[J]. 中药材, 2023, 46(2): 454-461.
- [8] 韩泽宇, 王芳, 王超, 等. 肾气丸对自然衰老大鼠睾丸生殖功能衰退的保护作用及机制研究[J]. 中国新药杂志, 2018, 27(24): 2933-2938.
- [9] 马娜, 赵海霞, 陈茜, 等. 五子衍宗方对自然衰老大鼠睾丸生殖细胞 DNA 损伤和凋亡的保护作用研究[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(8): 1675-1681.
- [10] 赵红乐, 金保方. 环磷酸腺苷丸毒性研究进展[J]. 中国男科学杂志, 2014, 28(7): 63-66.
- [11] Afkhami-Ardakani, M., Hasanzadeh, S., Shahrooz, R., Delirez, N. and Malekinejad, H. (2021) *Spirulina platensis* (*Arthrospira platensis*) Attenuates Cyclophosphamide-Induced Reproductive Toxicity in Male Wistar Rats: Evidence for Sperm Apoptosis and p53/Bcl-2 Expression. *Journal of Food Biochemistry*, **45**, e13854. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13854>
- [12] 蒋越, 陈露, 王权胜, 等. 加味大黄瘀虫颗粒对精索静脉曲张大鼠的影响[J]. 中成药, 2021, 43(5): 1157-1163.
- [13] 李凝华, 张宸铭, 王祖龙, 等. 五味扶正益精汤对苯并(a)芘致雄性大鼠生殖毒性的改善作用及机制研究[J]. 时珍国医国药, 2022, 33(9): 2111-2114.
- [14] 张芳, 刘建荣, 秦琴, 等. 基于 PINK1/Parkin 介导的线粒体自噬与细胞凋亡探讨伸曲助育汤改善精索静脉曲张大鼠生精功能机制[J]. 中国中西医结合杂志, 2024, 44(2): 202-207.
- [15] 黄佳妮, 马红, 吕晔, 等. 精杞胶囊对环磷酸腺苷诱导大鼠生精细胞凋亡的抑制作用[J]. 中国中西医结合杂志, 2020, 40(3): 347-352.
- [16] 何映, 曹彦, 徐玉健, 等. 聚精丸治疗少精子症的实验研究[J]. 中华男科学杂志, 2006, 12(12): 1135-1138.
- [17] 王静, 陈耀平, 徐仙. 枸杞多糖对男性生殖保护作用的研究进展[J]. 中国男科学杂志, 2024, 38(2): 144-148.
- [18] 方春燕, 叶玉龙, 叶乃菁, 等. 基于网络药理学与分子对接技术研究淫羊藿治疗少弱精症的作用机制[J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(19): 194-203.