

基于CiteSpace及VOSviewer的肿瘤治疗领域研究热点与趋势的可视化分析

方宇航^{1,2}, 张楚楚³, 隋白鹭^{1,2}, 王妍¹, 王润兮¹, 陈宇^{1,2}, 袁欣禾^{1,2}, 杨洪军⁴, 张英¹

Visualization Analysis of Research Hotspots and Trends in Field of Tumor Therapy Based on CiteSpace and VOSviewer

FANG Yuhang^{1,2}, ZHANG Chuchu³, SUI Bailu^{1,2}, WANG Yan¹, WANG Runxi¹, CHEN Yu^{1,2}, YUAN Xinhe^{1,2}, YANG Hongjun⁴, ZHANG Ying¹

1. Department of Oncology, Guang'anmen Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100053, China; 2. Graduate School, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China; 3. Institute of Information on Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China; 4. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

Corresponding Author: ZHANG Ying, E-mail: zylzy501@163.com

Abstract: Objective To explore the research hotspots and development trends in the field of cancer treatment in the past decade. **Methods** The CNKI and Web of Science Core Collection databases were searched for Chinese and English articles related to cancer treatment published over the last 10 years. Bibliometric research methods were employed, including keyword cluster analysis of published literature. **Results** A total of 45 455 Chinese articles and 866 958 English articles were retrieved. Combining the visualization analysis results and the current research dilemma of tumor treatment revealed that the current research hotspots of tumor treatment domestically and internationally can primarily focus on four key areas. In the realm of targeted therapy, efforts are directed towards the discovery of new drug targets, overcoming resistance to targeted therapy, and the development of monoclonal antibodies and antibody-drug conjugates. In the field of immunotherapy, the emphasis lies in enhancing the response rate to immune checkpoint inhibitors, determining the mechanisms behind resistance to immunotherapy, and improving the safety of treatment. The research in traditional Chinese medicine (TCM) covers evidence-based evaluation studies on TCM treatment, the identification of populations that can gain the most benefit from TCM, and strategies for improving the quality of life. In the area of novel drug development, cutting-edge technologies, such as organoid-based screening for anticancer drugs, synthetic biology, and artificial intelligence, are under investigation. **Conclusion** New targeted drugs, immune efficacy improvement, multidisciplinary integration, nano-delivery, and TCM innovation are the key research directions in the field of tumor therapy in the future.

Key words: Tumor therapy; Targeted therapy; Immunotherapy; Traditional Chinese medicine therapy; New drug development and research; Bibliometrics

Funding: China Academy of Chinese Medical Sciences Soft Science Special Project – Strategic Research on Technological Breakthroughs in Traditional Chinese Medicine for the Prevention and Treatment of Major Chronic Diseases (No. ZZ17-RKX-01)

Competing interests: The authors declare that they have no competing interests.

摘要: 目的 探索近10年恶性肿瘤治疗领域的研究热点及发展趋势。方法 分别在中国知网、Web

of Science核心合集数据库, 检索近10年中英文肿瘤治疗领域相关文献, 选取文献计量学的研究方法, 对发表文献关键词聚类分析。结果 共检索到中文文献45 455篇, 英文文献866 958篇。结合可视化分析结果及当前肿瘤治疗的研究困境, 目前国内外肿瘤治疗研究热点主要集中在四个领域: 靶向治疗领域, 包括药物靶点新发现、克

收稿日期: 2024-09-29; 修回日期: 2025-02-16
基金项目: 中国中医科学院软科学专项-中医药防治重大慢性疾病科技攻关战略研究 (ZZ17-RKX-01)

作者单位: 1. 100053 北京, 中国中医科学院广安门医院肿瘤科; 2. 100029 北京, 北京中医药大学研究生院; 3. 100700 北京, 中国中医科学院中医药信息研究所; 4. 100700 北京, 中国中医科学院中药研究所

通信作者: 张英, 女, 博士, 主任医师, 主要从事中西医结合肿瘤治疗, E-mail: zylzy501@163.com, ORCID: 0000-0002-9299-1889

作者简介: 方宇航, 女, 硕士在读, 主要从事中西医结合肿瘤治疗, ORCID: 0000-0003-4074-5763

服靶向治疗耐药、单克隆抗体及抗体-药物偶联物的开发；免疫治疗领域，重点是提高免疫检查点抑制剂应答率，解决免疫治疗耐药机制，改善治疗安全性；中医药研究领域，包括中医药治疗循证评价研究、中医药优势人群筛选及改善生活质量；新药研发领域，主要涉及类器官抗癌药物筛选、合成生物学及人工智能等前沿技术研究。**结论** 新型靶向药物研究、免疫疗效提升、多学科交叉融合、纳米递送、中医药创新研究等是肿瘤治疗领域研究的重点方向。**关键词**：肿瘤治疗；靶向治疗；免疫治疗；中医药治疗；新药研发；文献计量学

中图分类号：R730.5

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



0 引言

恶性肿瘤是全球的主要公共卫生问题之一，2022年我国新增癌症病例约482万例，新增癌症死亡病例约257万例^[1]。尽管现代医学治疗手段在一定程度上提高了临床疗效，但在降低发病率、预防术后复发转移、延长生存期、提高生活质量方面仍存在重大差距。远处转移患者的五年生存率仍低于40%^[2]。肿瘤治疗是当前的重点关注领域，其战略规划布局需求应运而生。确定科学研究的方向和策略，需要梳理肿瘤治疗领域的热点、难点、卡点，明确发展趋势及研究方向。因此，本文应用文献计量学的方法，检索近十年国内外恶性肿瘤治疗领域中英文文献并进行可视化分析，以期对肿瘤治疗创新研究布局提供参考。

1 资料与方法

资料来源于中国知网（CNKI）和Web of Science Core Collection（WoSCC）数据库。在CNKI中采用主题词的检索方式，主题词包括“癌症”“癌”“肿瘤”“治疗”“免疫治疗”“靶向治疗”“中医药”“新药研发”等，检索时间限制为2014—2024年，限制文献来源为SCI、EI、北大核心、CSSCI、CSCD收录期刊。在WoSCC设定“cancer”“tumor”“targeted therapy”“immunotherapy”“traditional Chinese medicine”“drug discovery”等为检索词，时间限定为2014年4月15日—2024年4月15日。出版文献类型仅限于Article和Review，语言限定为English。排除标准：（1）会议论文；（2）与研究内容无关的主题；（3）重复发表的文献。CNKI数据库共检索到恶性肿瘤治疗领域文献45 455篇、恶性肿瘤靶向治疗领域文献2 252篇、免疫治疗领域文献1 187篇、中医药治疗领域文献3 584篇、新药研发领域文献367篇，以Refworks格式保存；WoSCC数据库共检索到恶性肿瘤治疗领域文献866 958篇、恶性肿瘤

靶向治疗领域文献171 592篇、免疫治疗领域文献80 934篇、中医药治疗领域文献11 594篇、新药研发领域文献72 795篇，以纯文本格式保存。因恶性肿瘤治疗领域现阶段发表文献量较大，将近五年文献按照被引量抽提中文文献2 000篇，英文文献20 000篇，以小见大。最后利用Citespace及VOSviewer分析当前肿瘤治疗领域的发展趋势。

2 结果

针对肿瘤治疗领域关键词的全景概括，见表1、图1。关键词共现分析发现，目前肿瘤领域的研究病种主要集中在乳腺癌、肺癌、结直肠癌等常见恶性肿瘤；治疗研究热点为靶向治疗、免疫治疗、放射治疗，而传统的化疗研究占比少，此外，中医药研究逐渐兴起；机制研究热点为肿瘤干细胞、肿瘤微环境、肿瘤相关巨噬细胞等；新药研发的热点为药物递送、纳米颗粒及靶向药耐药的研究。

表 1 肿瘤治疗领域中英文关键词频率表(前10位)
Table 1 Frequency table of Chinese and English keywords in the field of cancer therapy (Top 10)

Ranking	Frequency	Chinese keywords	Frequency	English keywords
1	114	乳腺癌	3 255	Cancer
2	112	免疫治疗	1 723	Therapy
3	106	肿瘤	1 669	Immunotherapy
4	86	肺癌	1 663	Expression
5	84	治疗	1 378	Nanoparticles
6	83	指南	1 042	Open label
7	75	诊断	1 010	Breast cancer
8	64	胃癌	973	Survival
9	62	专家共识	969	Cells
10	59	综述	944	In vitro

通过分析肿瘤治疗领域中英文关键词，并结合当前肿瘤治疗的研究困境，将肿瘤治疗方面研究的热点总结为靶向治疗、免疫治疗、中医药治疗、新药研发四个方面。

2.1 肿瘤靶向治疗领域研究热点及趋势

针对肿瘤靶向治疗领域关键词的全景概括见表2、图2。靶向治疗发展趋势从基因突变等靶点的发现，过渡到靶向肿瘤微环境及肿瘤干细胞的调控研究，再到靶向治疗耐药机制的探索，目前新型逆转肿瘤耐药性的治疗逐渐成为研究热点；其次抗体药物偶联物（Antibody-drug conjugate, ADC）及其他靶向递送技术在靶向治疗中的应用也是研究的主要趋势。

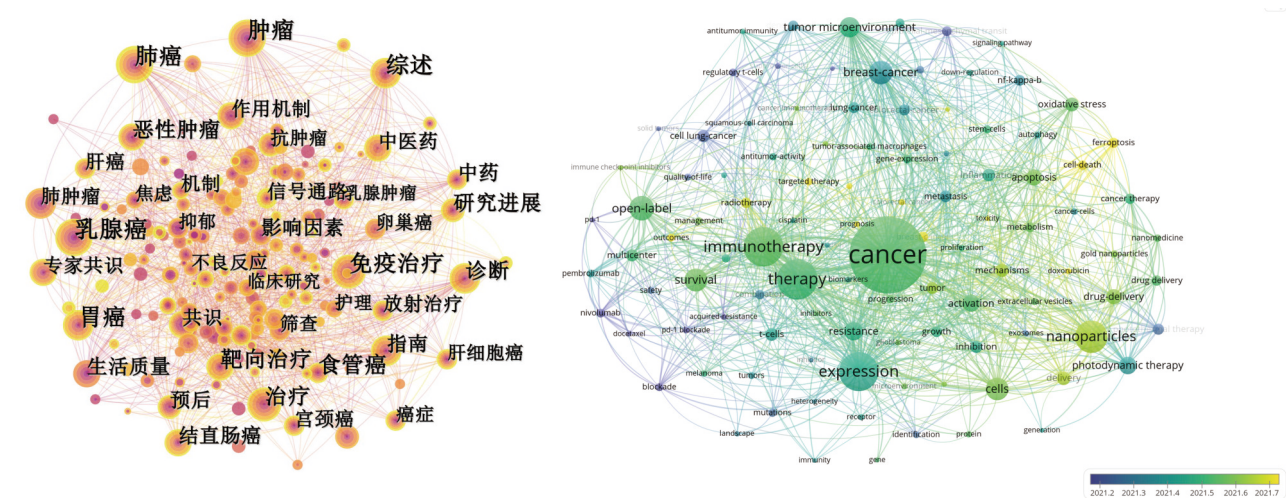


图 1 肿瘤治疗领域中英文关键词共现图谱
Figure 1 Co-occurrence map of Chinese and English keywords in the field of cancer therapy

表 2 肿瘤靶向治疗领域中英文关键词频率表(前10位)
Table 2 Frequency table of Chinese and English keywords in the field of tumor targeted therapy (Top 10)

Ranking	Frequency	Chinese keywords	Frequency	English keywords
1	1 094	靶向治疗	16 036	Cancer
2	271	免疫治疗	12 314	Expression
3	213	肿瘤	10 873	Therapy
4	96	乳腺癌	7 601	Immunotherapy
5	88	肺肿瘤	5 910	Cells
6	59	综述	5 244	Nanoparticles
7	59	肿瘤治疗	4 915	Apoptosis
8	58	肺癌	4 914	Targeted therapy
9	51	乳腺肿瘤	4 900	Resistance
10	50	胃癌	4 806	Survival

2.2 肿瘤免疫治疗领域研究热点及趋势
免疫治疗研究的内容主要包括免疫检查点抑制剂、免疫逃逸、肿瘤疫苗等，见表3、图3。研究热点集中在T细胞、NK细胞和树突状细胞的免疫应答及肿瘤免疫逃逸等。其中，嵌合抗原受体修饰T细胞免疫疗法（CAR-T疗法）、CTLA-4及PD-1/PD-L1等免疫检查点抑制剂疗法的热度持续保持；药物应用安全性逐渐受到研究者关注，免疫治疗相关不良反应的探索也逐渐成为研究主要方向。

2.3 肿瘤中医药治疗领域研究热点及趋势
本研究结果提示近十年中医药治疗肿瘤领域的研究主要集中在系统综述、生活质量研究及针灸治疗等方面，见表4、图4。从趋势分析来看，中医药治疗肿瘤的研究逐渐从基于名老中医经验数据挖掘

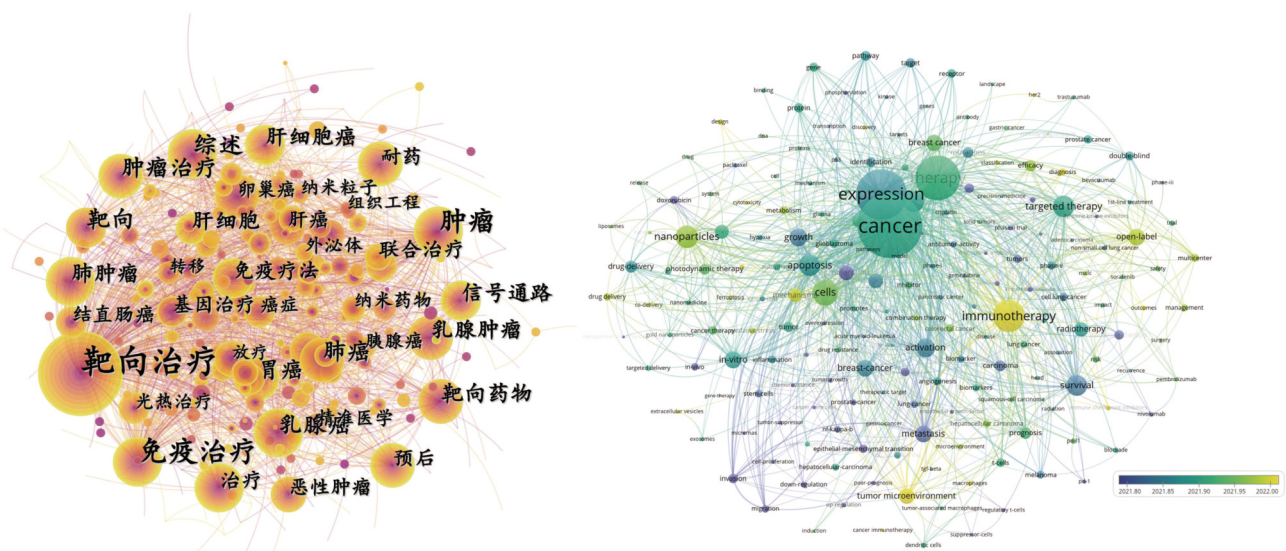


图 2 肿瘤靶向治疗领域中英文关键词共现图谱
Figure 2 Co-occurrence map of Chinese and English keywords in the field of tumor targeted therapy

表 3 肿瘤免疫治疗领域中英文关键词频率表(前10位)

Table 3 Frequency table of Chinese and English keywords in the field of tumor immunotherapy (Top 10)

Ranking	Frequency	Chinese keywords	Frequency	English keywords
1	604	免疫治疗	37 476	Immunotherapy
2	179	肿瘤	15 551	Cancer
3	75	免疫疗法	12 500	Expression
4	52	综述	7 785	Therapy
5	49	肺肿瘤	6 474	Survival
6	46	肿瘤疫苗	6 243	T-cells
7	35	肺癌	6 077	Tumor microenvironment
8	35	联合治疗	5 605	Open label
9	30	免疫逃逸	5 442	Nivolumab
10	29	靶向治疗	5 224	Dendritic cells

向系统评价及随机对照研究精准化过渡；从单纯确证性研究向优势人群筛选、临床定位细化过渡；从单纯以肿瘤控制、生存期延长为目标向多元化、多维度的中医临床特色彰显过渡。

2.4 肿瘤新药研发领域研究热点及趋势

肿瘤新药研发主要包括针对肿瘤干细胞的新药研发、ADC药物的更新迭代及以纳米颗粒为代表的药物递送研究等，见表5、图5。从研究趋势看，新药研发的热点集中在类器官抗癌药物筛选、合成生物学及人工智能等前沿技术的应用研究。

3 讨论

3.1 肿瘤治疗领域的热点、趋势分析

本研究基于Citespace及VOSviewer对CNKI、WoSCC数据库肿瘤治疗领域文献进行检索分析,以知识图谱可视化的方式直观体现了肿瘤治疗领域

表 4 肿瘤中医药治疗领域中英文关键词频率表(前10位)

Table 4 Frequency table of Chinese and English keywords in the field of tumor treatment with traditional Chinese medicine (Top 10)

Ranking	Frequency	Chinese keywords	Frequency	English keywords
1	336	中药	2 318	Apoptosis
2	297	中医药	1844	Cancer
3	291	肿瘤	1 651	Traditional Chinese Medicine
4	262	肺癌	1 429	Expression
5	195	胃癌	1 143	<i>In vitro</i>
6	181	乳腺癌	1 000	Inflammation
7	178	恶性肿瘤	996	Cells
8	123	抗肿瘤	945	Activation
9	120	作用机制	795	Inhibition
10	108	肝癌	742	Proliferation

主要研究内容及研究前沿。通过文献可视化及分析当前肿瘤治疗研究困境,我们认为当前肿瘤治疗领域的热点主要为靶向治疗、免疫治疗、中医药治疗及肿瘤新药研发四个方面,而新型靶向药研究、免疫疗效提升、学科交叉及融合、药物递送、中医药创新研究为近年来的主要发展趋势,主要集中在以下几方面:

3.1.1 去化疗时代到来 既往化疗在控制或消除肿瘤患者威胁最大的原发及转移病灶方面效果突出,但由于化疗药物对细胞的普遍杀伤、毒副作用大,造成肿瘤多药耐药等问题,限制了其疗效的进一步发挥^[3-4]。随着分子生物学、基因组学的发展,逐渐派生出更精准高效的靶向、免疫治疗药物,有逐渐替代化学药物治疗的趋势,标志着去化疗时代的开始。

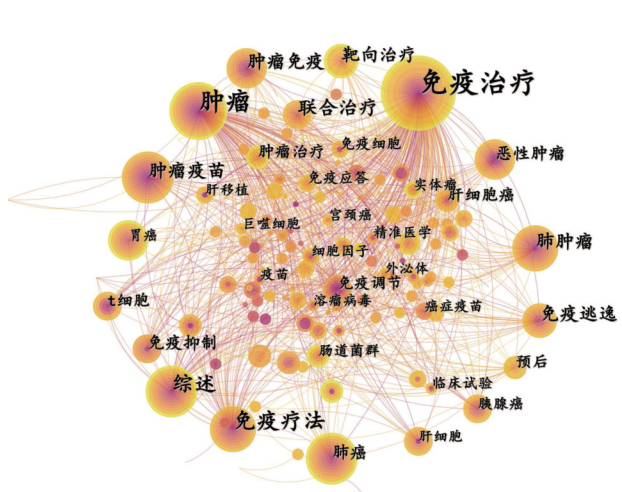
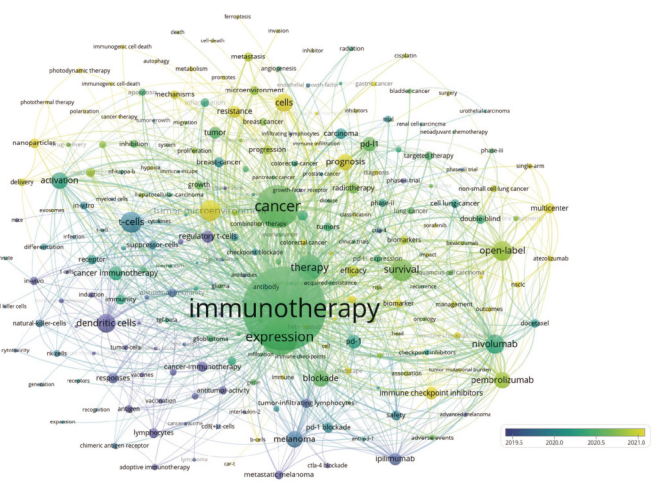


图3 肿瘤免疫治疗领域中英文关键词共现图谱

Figure 3 Co-occurrence map of Chinese and English keywords in the field of tumor immunotherapy



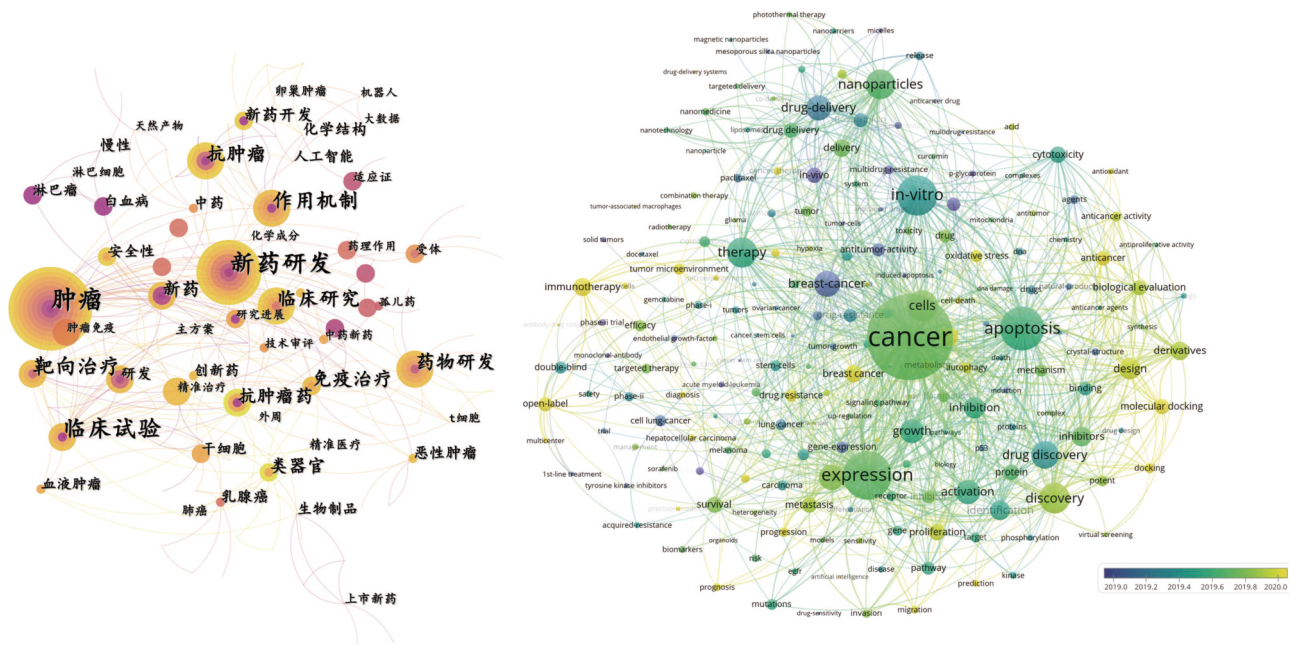


图5 肿瘤新药研发领域中英文关键词共现图谱

Figure 5 Co-occurrence map of Chinese and English keywords in the field of research and development of novel anti-cancer agent

药物开发, 靶向药物联合RAS抑制剂、BRAF抑制剂、PI3K-AKT信号通路抑制剂等手段^[10]; 针对HER2受体的单克隆抗体曲妥珠单抗, 可以显著改善HER2阳性乳腺癌^[11]及胃癌^[12]预后; ADC药物区别于一般的单克隆抗体, 具有高特异性、高效性和低系统毒性的特点^[13]。截至2021年12月, 已经有14种ADC药物获得了批准, 并且有超过100种ADC候选药物处于临床开发阶段^[14]。以上三类靶向治疗药物的研发起到增效减毒、改善患者生存的目的。

3.2.2 肿瘤免疫治疗领域的热点、趋势分析

(1) 研究热点仍集中在免疫检查点抑制剂应答率、免疫治疗耐药及免疫治疗安全性方面, 提示免疫治疗的疗效提升及不良反应防治仍是免疫治疗的热点。如有研究发现长期IFN γ 刺激及其引发的干扰素刺激基因升高导致了免疫治疗获得性耐药的发生^[15]。(2) 新的免疫治疗策略集中在针对巨噬细胞、NK细胞的免疫治疗及肿瘤疫苗的研发。如肿瘤疫苗作为关注焦点, 其主要通过激发特异性细胞免疫和体液免疫应答以起到肿瘤治疗的目的, 多处于临床研究阶段^[16]。(3) 免疫治疗研究的发展新趋势为针对肿瘤微环境、过继性细胞疗法等新型免疫治疗的研究。如针对肿瘤微环境的细胞组分, 将免疫应答从促瘤型转化为抑瘤型的免疫治疗策略^[17]; 过继性细胞疗法的代表疗法包含CAR-T疗法、T细胞受体-T细胞疗法、肿瘤浸润淋巴细胞疗法等, 为肿瘤患者带来治疗希望^[18]。

3.2.3 中医药治疗研究领域的热点、趋势分析

(1) 关于肿瘤中医药治疗的研究热点集中在中成药、中药注射剂、针灸、中药复方等干预手段的循证评价研究: 如槐耳颗粒^[19]、三氧化二砷^[20-21]等已经取得了举世瞩目的研究成果; (2) 研究思路从单纯确证性研究向优势人群筛选、临床定位细化过渡: 如曹鹏教授对黄芪桂枝五物汤的研究成果, 提示黄芪桂枝五物汤可明确减轻奥沙利铂导致的神经病理损伤, 且不影响其抗肿瘤活性^[22]; (3) 从单纯以肿瘤控制、生存期延长为目标向多元化、多维度彰显中医临床特色过渡: 如有研究探索肿瘤患者不同治疗阶段中医证候特征, 为个体化中医诊疗提供思路^[23]; 中医药能干预肿瘤患者治疗相关症状群, 显著改善患者因治疗而产生的不良反应, 能缓解腹泻、乏力、失眠等症状, 延长患者生存期^[24-26]。

3.2.4 肿瘤新药研发领域的热点、趋势分析

目前新药研发的研究对象多针对肿瘤干细胞、基因调控、小RNA; 研究方法多采用类器官技术、人工智能、合成生物学; 研发的类型多为单克隆抗体、ADC药物、纳米医学等。其中以类器官应用、纳米材料开发及人工智能为研究重点。具体如下: (1) 以靶向肿瘤干细胞作为新药研发的研究对象, 其在临床试验中已经展现出良好的治疗效果, 如Brontictuzumab、Tarextumab、DKN-01等, 现已进入临床试验阶段^[8]。(2) 在研究方法上, 合成生物学通过发现、认识和重构分子部件来编辑新的

生物学功能,其在肿瘤治疗方面的应用包括细菌治疗、细胞治疗和肿瘤疫苗等,可能是肿瘤治疗模式的重大改变^[27];肿瘤类器官可用于药物安全及有效性评价,为新药研发开辟新途径^[28];人工智能技术发展快速,已成为缩短药物研发周期和降低成本的先进工具,将人工智能技术引入抗肿瘤药物研究减少了临床前试验相关的健康危害及研发成本,是未来肿瘤研发的重要方向^[29]。(3)在药物递送领域,药物递送技术的研发解决了药物难以被高效输送到疾病部位、毒副作用大等难题^[30]。纳米颗粒作为当前创新药物,提供了更好的药物稳定性、溶解度和靶标特异性,且不良反应少,为当前肿瘤药物的输送提供了新的解决思路^[31]。

4 小结

综上所述,本研究通过文献计量学对肿瘤治疗领域关键词热点及趋势进行了总结和分析,直观展现出目前肿瘤治疗领域研究的现状及发展趋势。热点突现肿瘤去化疗时代,靶向治疗、免疫治疗精准领航,肿瘤微环境中基因突变与肿瘤干细胞的互动;预判肿瘤学与人工智能、纳米递送、合成生物学的学科交叉共同解决肿瘤难题的临床走势;有望突破靶向治疗耐药、免疫疗效不佳、中医药疗效彰显不足等多重困境,为未来肿瘤治疗思路提供借鉴和帮助。

利益冲突声明:

所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献:

- [1] Han B, Zheng R, Zeng H, *et al.* Cancer incidence and mortality in China, 2022[J]. *J Natl Cancer Cent*, 2024, 4(1): 47-53.
- [2] Steeg PS. Targeting metastasis[J]. *Nat Rev Cancer*, 2016, 16(4): 201-218.
- [3] 高峰, 刘德军, 张宪伟, 等. 老年广泛期小细胞肺癌EP/EC方案化疗的疗效与安全性分析[J]. *实用医学杂志*, 2020, 36(18): 2555-2558. [Gao F, Liu DJ, Zhang XW, *et al.* Efficacy and safety evaluation of EP/EC chemotherapy in elderly patients with extensive-stage small-cell lung cancer[J]. *Shi Yong Yi Xue Za Zhi*, 2020, 36(18): 2555-2558.]
- [4] 刘丽桃, 谢妮, 郭文鹏. 纳米技术在乳腺癌化疗中的应用研究进展[J]. *癌变·畸变·突变*, 2015, 27(1): 75-81. [Liu LT, Xie N, Guo WP. Research progress of nanotechnology in breast cancer chemotherapy[J]. *Ai Bian·Ji Bian·Tu Bian*, 2015, 27(1): 75-81.]
- [5] Li N, Huang HY, Wu DW, *et al.* Changes in clinical trials of cancer drugs in mainland China over the decade 2009-18: a systematic review[J]. *Lancet Oncol*, 2019, 20(11): e619-e626.
- [6] Gowd V, Ahmad A, Tarique M, *et al.* Advancement of cancer immunotherapy using nanoparticles-based nanomedicine[J]. *Semin Cancer Biol*, 2022, 86 (Pt 2): 624-644.
- [7] Li G, Liu Y, Hu H, *et al.* Evolution of innovative drug R&D in China[J]. *Nat Rev Drug Discov*, 2022, 21(8): 553-554
- [8] Clara JA, Monge C, Yang Y, *et al.* Targeting signalling pathways and the immune microenvironment of cancer stem cells-a clinical update[J]. *Nat Rev Clin Oncol*, 2020, 17(4): 204-232.
- [9] 刘慧, 李丽, 刘洋汉, 等. 肿瘤相关巨噬细胞靶向治疗研究进展[J]. *广西师范大学学报(自然科学版)*, 2022, 40(5): 286-299. [Liu H, Li L, Liu YH, *et al.* Advances in Targeted Therapy of Tumor-Associated Macrophages[J]. *Guangxi Shi Fan Da Xue Xue Bao (Zi Ran Ke Xue Ban)*, 2022, 40(5): 286-299.]
- [10] 张宏, 卜嘉文. 结直肠癌靶向治疗的耐药机制及潜在解决方案[J]. *中国实用外科杂志*, 2024, 44(7): 774-780. [Zhang H, Bu JW. Drug resistance mechanisms of targeted therapy of colorectal cancer and potential solutions[J]. *Zhongguo Shi Yong Wai Ke Za Zhi*, 2024, 44(7): 774-780.]
- [11] Swain SM, Shastry M, Hamilton E. Targeting HER2-positive breast cancer: advances and future directions[J]. *Nat Rev Drug Discov*, 2023, 22(2): 101-126.
- [12] Bang YJ, Van Cutsem E, Feyereislova A, *et al.* Trastuzumab in combination with chemotherapy versus chemotherapy alone for treatment of HER2-positive advanced gastric or gastro-oesophageal junction cancer (ToGA): a phase 3, open-label, randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2010, 376(9742): 687-697.
- [13] 李静, 伍玉琳, 马翠翠, 等. 抗体偶联药物的研究进展[J]. *华西药学杂志*, 2023, 38(5): 586-592. [Li J, Wu YL, Ma CC, *et al.* Research progress on antibody-drug conjugates[J]. *Hua Xi Yao Xue Za Zhi*, 2023, 38(5): 586-592.]
- [14] Fu Z, Li S, Han S, *et al.* Antibody drug conjugate: the "biological missile" for targeted cancer therapy[J]. *Signal Transduct Target Ther*, 2022, 7(1): 93.
- [15] Memon D, Schoenfeld AJ, Ye D, *et al.* Clinical and molecular features of acquired resistance to immunotherapy in non-small cell lung cancer[J]. *Cancer Cell*, 2024, 42(2): 209-224. e9.
- [16] Liu J, Fu M, Wang M, *et al.* Cancer vaccines as promising immuno-therapeutics: platforms and current progress[J]. *J Hematol Oncol*, 2022, 15(1): 28.
- [17] 何香川, 刘明斌, 张晓燕, 等. 靶向肿瘤微环境(TME)免疫治疗策略的研究进展[J]. *复旦学报(医学版)*, 2020, 47(1): 128-134. [He XC, Liu MB, Zhang XY, *et al.* The immunotherapeutic strategy for tumor microenvironment (TME)[J]. *Fudan Xue Bao (Yi Xue Ban)*, 2020, 47(1): 128-134.]
- [18] 全家乐, 康彦良, 张万里, 等. 肿瘤免疫治疗中过继性细胞疗法的研究进展[J]. *药理学进展*, 2021, 45(10): 725-734. [Quan JL, Kang YL, Zhang WL, *et al.* Advances in Research on Adoptive Cell Therapy in Tumor Immunotherapy[J]. *Yao Xue Jin Zhan*, 2021, 45(10): 725-734.]
- [19] Chen Q, Shu C, Laurence AD, *et al.* Effect of Huaier granule on recurrence after curative resection of HCC: a multicentre, randomised clinical trial[J]. *Gut*, 2018, 67(11): 2006-2016.
- [20] Chen L, Zhu HM, Li Y, *et al.* Arsenic trioxide replacing or reducing chemotherapy in consolidation therapy for acute promyelocytic leukemia (APL2012 trial)[J]. *Proc Natl Acad Sci U*

- S A, 2021, 118(6): e2020382118.
- [21] Wang HY, Gong S, Li GH, *et al.* An effective and chemotherapy-free strategy of all-trans retinoic acid and arsenic trioxide for acute promyelocytic leukemia in all risk groups (APL15 trial)[J]. *Blood Cancer J*, 2022, 12(11): 158.
- [22] Cheng X, Huo J, Wang D, *et al.* Herbal Medicine AC591 Prevents Oxaliplatin-Induced Peripheral Neuropathy in Animal Model and Cancer Patients[J]. *Front Pharmacol*, 2017, 8: 344.
- [23] Li Y, Gu J, Zhou H, *et al.* Traditional Chinese Medicine symptom patterns in patients with colorectal carcinoma[J]. *J Tradit Chin Med*, 2018, 38(2): 299-308.
- [24] 苏春雨, 朱广辉, 李杰. 非小细胞肺癌术后患者症状分布规律及升陷汤加减的干预效果[J]. 中医杂志, 2020, 61(7): 601-606. [Su CY, Zhu GH, Li J. Symptoms Distribution Rules of Postoperative Non-small Cell Lung Cancer Patients and Intervention Effect of Modified Shengxian Decoction[J]. *Zhong Yi Za Zhi*, 2020, 61(7): 601-606.]
- [25] 姚嘉麟, 赵艺, 焦丽静, 等. 益气养阴病证结合辨治肺癌表皮生长因子受体酪氨酸激酶抑制剂靶向治疗相关症状群的随机对照双盲临床研究[J]. 中华中医药杂志, 2023, 38(5): 2470-2476. [Yao JL, Zhao Y, Jiao LJ, *et al.* Effects of the herbal formula based on disease-syndrome combination of benefiting qi and nourishing yin treatment on symptom clusters associated with EGFR-TKI targeted therapy for lung cancer patients: A randomized, double-blind study[J]. *Zhong Hua Zhong Yi Yao Za Zhi*, 2023, 38(5): 2470-2476.]
- [26] Li H, Ma C, Chang S, *et al.* Traditional Chinese Medicine Decoctions Improve Longevity Following Diagnosis with Stage IV Esophageal Squamous Cell Carcinoma: A Retrospective Analysis[J]. *Int J Gen Med*, 2022, 15: 1665-1675.
- [27] 张百红, 岳红云. 合成生物学和肿瘤治疗[J]. 现代肿瘤医学, 2023, 31(13): 2533-2536. [Zhang BH, Yue HY. Synthetic biology and cancer therapy[J]. *Xian Dai Zhong Liu Yi Xue*, 2023, 31(13): 2533-2536.]
- [28] Fang Z, Li P, Du F, *et al.* The role of organoids in cancer research[J]. *Exp Hematol Oncol*, 2023, 12(1): 69.
- [29] 管庆霞, 罗煜婷, 刘宇萌, 等. 人工智能在抗肿瘤药物研发中的应用与进展[J]. 中国现代应用药学, 2023, 40(23): 3318-3323. [Guan QX, Luo YT, Liu YM, *et al.* Application and Progress of Artificial Intelligence in Development of Anti-tumor Drugs[J]. *Zhongguo Xian Dai Ying Yong Yao Xue*, 2023, 40(23): 3318-3323.]
- [30] Al RA, Chakma R, Dewan K, *et al.* Current advanced drug delivery systems: Challenges and potentialities[J]. *J Drug Deliv Sci Technol*, 2022, 76: 103727.
- [31] Henn JG, Aguirre TAS, Nugent M, *et al.* Cancer nanomedicine: Recent developments in drug delivery systems and strategies to overcome eventual barriers to achieve a better outcome[J]. *J Drug Deliv Sci Technol*, 2024, 91: 105254.

[编辑: 刘红武; 校对: 尤婷婷]

作者贡献:

方宇航、张楚楚: 研究选题与设计、论文撰写与修改

隋白鹭、王妍、王润兮: 图片绘制及表格制作

陈宇、袁欣禾: 数据收集及统计分析

杨洪军、张英: 研究选题与设计、论文指导与修改