

胰腺癌化疗耐药机制与纳米诊疗策略研究进展—基于 CiteSpace 的可视化分析

王高晴¹ 陈紫涵¹ 刘一霖¹ 熊英旭¹ 王一帆¹ 张子怡¹ 郝晓婷^{2*}

1 湖北医药学院第四临床学院

2 湖北医药学院附属襄阳市第一人民医院教学办

DOI:10.32629/bmtr.v8i1.18557

[摘要] 目的: 本研究旨在借助文献计量学方法, 可视化分析胰腺癌化疗耐药领域的研究现状和热点前沿, 并重点剖析纳米诊疗策略的发展趋势, 以期为未来研究提供方向。方法: 分别检索中国知网(CNKI)数据库和 Web of Science(WOS)核心合集数据库中胰腺癌化疗耐药相关的中、英文文献, 时段限定为2010年1月—2025年9月。利用CiteSpace软件统计分析胰腺癌化疗耐药相关研究的发文量、发文作者、机构等文献关键特征。结果: 共纳入英文文献2482篇和中文文献66篇。英、中文文献发文量最多的作者分别是Giovannetti, Elisa, 任正和武帅; 发文量最多的研究机构分别为University of Texas System和西安交通大学第一附属医院肝胆外科; 中、英文文献关键词共现、聚类 and 突现分析显示, 胰腺癌化疗耐药研究热点主要聚焦在肿瘤细胞内在机制、药物耐药性、信号通路及分子靶点、治疗策略优化等方面。结论: 胰腺癌化疗耐药研究聚焦于耐药机制与治疗策略创新, 以Gd基纳米材料为代表的前沿技术通过改善药物渗透性及降低毒性有效克服耐药, 未来需着力开发精准纳米药物并推动临床转化以提升患者生存率。

[关键词] 胰腺癌; 化疗耐药; 可视化分析; 纳米诊疗

中图分类号: R657.5+2 文献标识码: A

Research Progress on Chemoresistance Mechanisms and Nanotheranostic Strategies in Pancreatic Cancer: A Visualized Analysis Based on CiteSpace

Gaoqing Wang¹ Zihan Chen¹ Yilin Liu¹ Yingxu Xiong¹ Yifan Wang¹ Ziyi Zhang¹ Xiaoting Hao^{2*}

1 Hubei University of Medicine, Fourth Clinical College

2 Teaching Office, Xiangyang No. 1 People's Hospital Affiliated to Hubei University of Medicine

[Abstract] Objective This study aims to use bibliometric method to visually analyze the research status, hotspots, and frontiers of pancreatic cancer chemoresistance, focusing on the development trends of nanotheranostic strategies to guide future research. Methods Chinese and English literatures on pancreatic cancer chemoresistance were retrieved from CNKI and Web of Science (WOS) Core Collection, respectively, for the period January 2010–September 2025. CiteSpace was used to statistically analyze key literary features (number of publications, authors, institutions) of relevant studies. Results A total of 2482 English and 66 Chinese literatures were included. The most productive authors were Giovannetti, Elisa (English) and Wu Zheng/Wu Shuai (Chinese); the most productive institutions were University of Texas System (English) and Dept. of Hepatobiliary Surgery, First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University (Chinese). Keyword co-occurrence, clustering, and burst analysis showed research hotspots focus on tumor cell intrinsic mechanisms, drug resistance, signaling pathways/molecular targets, and therapeutic strategy optimization. Conclusion Core hotspots in this field are drug-resistant molecular networks, clinical therapeutic strategies, and technological innovations, with frontiers including multifunctional metal-based nanoplateforms. Notably, Gd-based nanotechnology enhances drug permeability, reduces toxicity, and overcomes resistance, with GdPd-GEM-PTP demonstrating efficacy.

Future research should develop precise nanoformulations, optimize carriers, and advance clinical translation to boost pancreatic cancer patients' survival rate.

[Key words] pancreatic cancer; chemoresistance; visual analysis; nanotheranostics

胰腺癌是一种恶性度高、预后极差的消化系统肿瘤，患者五年生存率仅约10%，且多数确诊时已无法手术，化疗成为主要治疗手段。然而，化疗在晚期胰腺癌中效果有限，耐药性是导致治疗失败的核心瓶颈。因此，深入探究耐药机制并寻求新的治疗策略具有重要临床意义。

胰腺癌化疗耐药涉及多维度机制，包括药物外排蛋白(如ABCG2^[1])高表达、DNA损伤修复(如PARP1^[2])激活、肿瘤微环境(如低氧与免疫抑制^[3])调控以及基因与非编码RNA(如SLC29A1^[4]、miR-10b^[5])的影响。这些复杂且相互关联的机制提示，单一靶向治疗难以克服耐药，亟需构建多角度、综合性的解决策略。“诊疗一体化”理念通过整合疾病诊断与治疗功能，实现精准定位病灶、高效递送药物及实时监测疗效的协同作用，为破解胰腺癌化疗耐药难题提供了新思路。纳米技术尤其是无机纳米材料，凭借其良好的生物相容性与功能可调性，能够提升药物靶向性、改善肿瘤微环境、并实现治疗过程的可视化，展现出在胰腺癌诊疗中的巨大潜力。

鉴于胰腺癌化疗耐药机制的复杂性及纳米诊疗策略的发展前景，当前领域内研究成果分散，缺乏对研究现状、演化路径及热点前沿的系统梳理。本研究旨在运用CiteSpace文献计量学方法，全面分析胰腺癌化疗耐药领域的文献数据，可视化呈现该领域的研究态势、核心作者与机构合作网络及关键主题演化规律；重点剖析纳米诊疗策略在逆转化疗耐药中的研究热点与发展趋势，厘清无机纳米材料在诊疗一体化中的应用瓶颈与突破方向，为后续开展胰腺癌纳米诊疗相关研究提供理论参考与方向指引。

1 资料与方法

1.1 数据来源

本研究数据来源于中国知网(CNKI)与Web of Science核心文集(WOS)，中国知网以“总库”为检索库，设定主题词“胰腺癌”和“化疗耐药”，时段限定为2010年1月—2025年9月，对检索到的文献进行筛选，排除会议通知、新闻报道、书评等无关文献，最终共检索66篇文献。英文文献来源于WOS核心合集数据库，设置检索条件为TS=(“pancreatic cancer”OR“PDAC”)and (“chemoresistance”OR“drug resistance”)，检索时间跨度为2010年1月—2025年9月，共检索到2482篇文献。

1.2 数据处理

将中文文献以“RefWorks”格式导出，英文文献以“纯文本”格式导出并重命名为“download_.txt”。用软件CiteSpace将导出的文件转化成该软件可识别的数据形式进行计量学和可视化

分析，在CiteSpace软件中设置相应的参数，节点类型选择“author”(作者)、“keyword”(关键词)、“institution”(机构)等，以绘制不同类型的知识图谱。通过分析知识图谱中的节点大小、连线强度、聚类等信息揭示胰腺癌相关研究的作者合作网络、研究热点和前沿趋势。

2 结果与分析

2.1 发文量分析

对CNKI和WOS核心集数据库中胰腺癌化疗耐药有关的文献发文量和发文趋势进行分析(图1)，观察2010—2025年的发文量变化，可见该领域研究关注度在不同时间段呈现显著波动与变化，整体呈上升趋势。2010年，英文文献发文量为54篇，此后发文数量持续上升，显示出随着胰腺癌临床治疗中化疗耐药问题凸显，研究者关注度逐步提升。值得注意的是，英文文献在2024年攀升至226篇，但2025年发文量降至153篇，降幅约32.3%，这一变化可能提示研究正从“量的扩张”向“质的深耕”的转型。与英文文献发文量形成鲜明对比的是，中文文献对胰腺癌的相关研究起步较晚且数量较少，但整体呈上升趋势，2019年发文量最多，年累计发文量持续增加，反映该领域研究关注度逐步提升。

2.2 发文作者分析

作者共现图谱是通过可视化网络呈现研究领域内作者发文频次、合作关系与研究贡献的工具，节点大小对应作者发文量，节点间连线反映合作关联。本研究以“author”为网络节点，运用CiteSpace工具对英文文献开展作者合作网络可视化分析，并结合发文作者排序表，通过节点特征(大小、颜色、连线)与发文量数据，剖析作者发文活跃度、合作网络结构及研究方向(图2)。从英文文献作者共现图谱可见，研究形成多个紧密的合作聚类，节点分布广泛且联系性强。如表1所示，英文文献中，Giovannetti, Elisa以20篇发文量位居第一，Batra, SurinderK发文16篇紧随其后，Sarkar, FazlulH等作者以12篇发文量位列第三。其中，Giovannetti, Elisa团队主要研究胰腺癌化疗耐药的生物标志物(如miR-21、hENT-1、ITGA2)及分子机制(如代谢重编程、肿瘤微环境、外泌体)，通过分子生物学技术、体外模型(细胞系、3D培养)和临床样本分析，探索联合靶向治疗策略以克服耐药^{[6][7]}。中文文献作者共现图谱中节点(N)230个，连线(E)171条，网络密度0.0065。如表2所示，发文量≥3篇的作者共计2位。武帅团队主要研究耐药相关生物标志物(如INPP4B)及天然化合物(如白藜芦醇)的增敏机制。研究方法涵盖耐药细胞株构建、转录组测序、生物信息学分析、分子对接及临床样本验证，旨在通过靶向PARP1等关键分子逆转耐药^[8]。

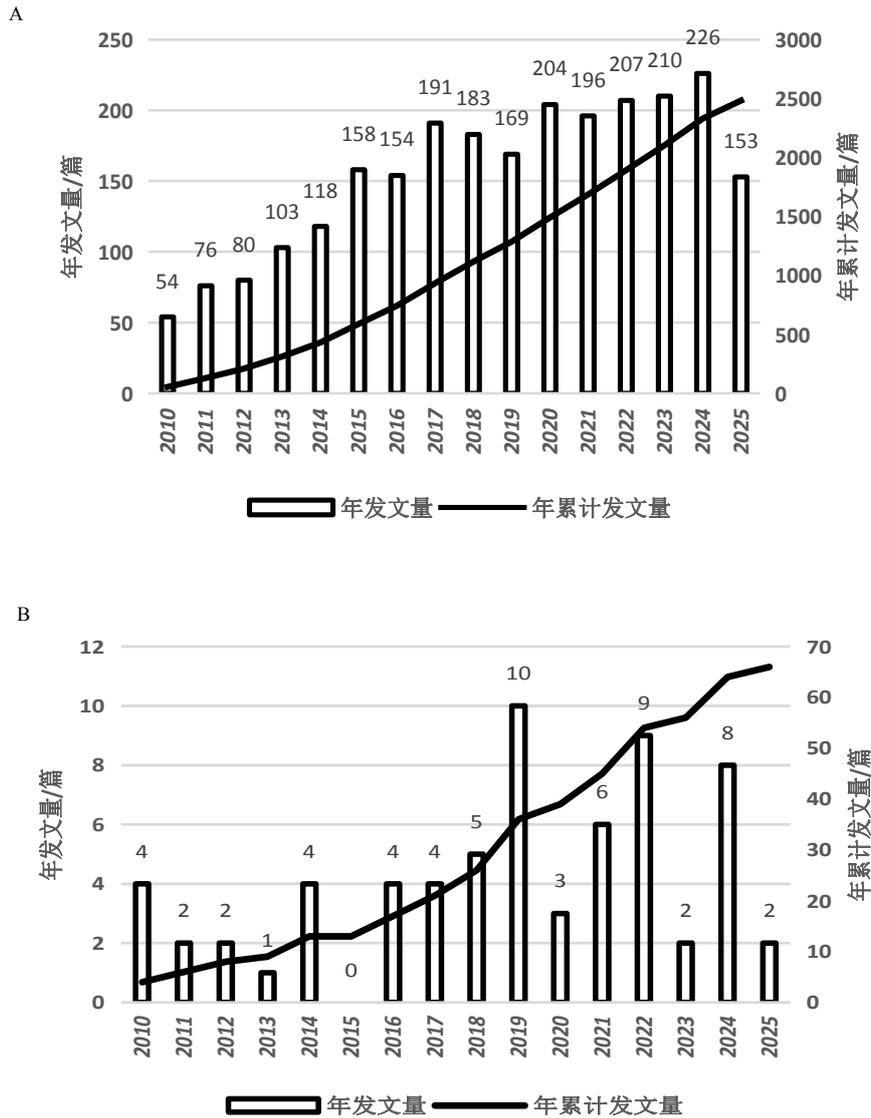


图1 胰腺癌化疗耐药英文(A)、中文(B)文献的发文量

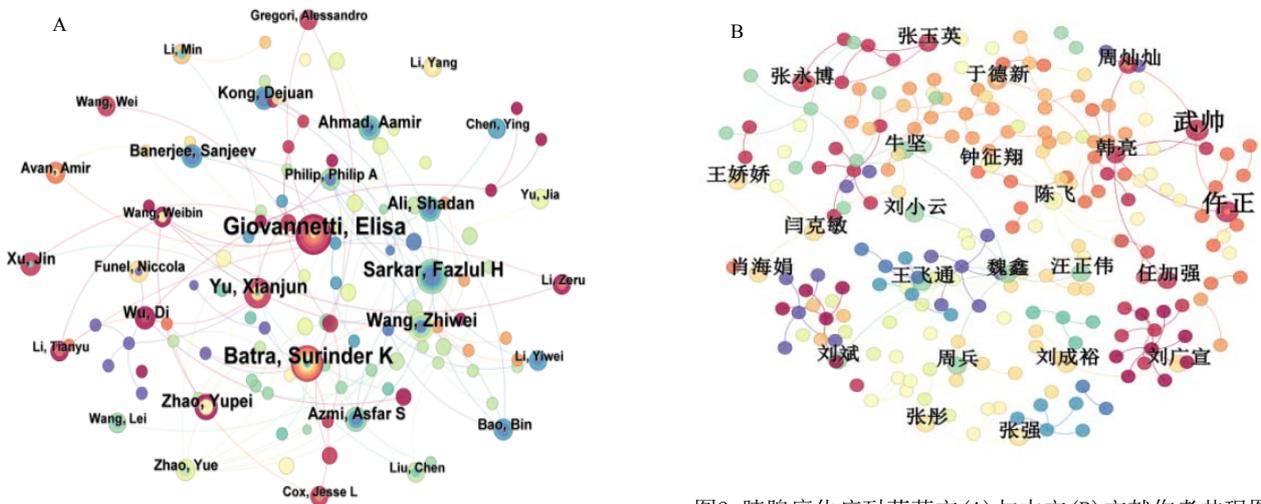


图2 胰腺癌化疗耐药英文(A)与中文(B)文献作者共现图谱

表1 胰腺癌化疗耐药英文文献发文量前10位作者

序号	作者	发文量/篇
1	Giovannetti, Elisa	20
2	Batra, Surinder K	16
3	Sarkar, Fazlul H	12
4	Hao, Jihui	11
5	Yu, Xianjun	10
6	Wang, Zhiwei	9
7	Li, Hui	8
8	Maitra, Anirban	8
9	Chen, Rufu	8
10	Eguchi, Hidetoshi	8

表2 胰腺癌化疗耐药中文文献发文量前10位作者

序号	作者	发文量/篇
1	仵正	3
2	武帅	3
3	王飞通	2
4	周兵	2
5	张强	2
6	王娇娇	2
7	刘广宣	2
8	张永博	2
9	周灿灿	2
10	张彤	2

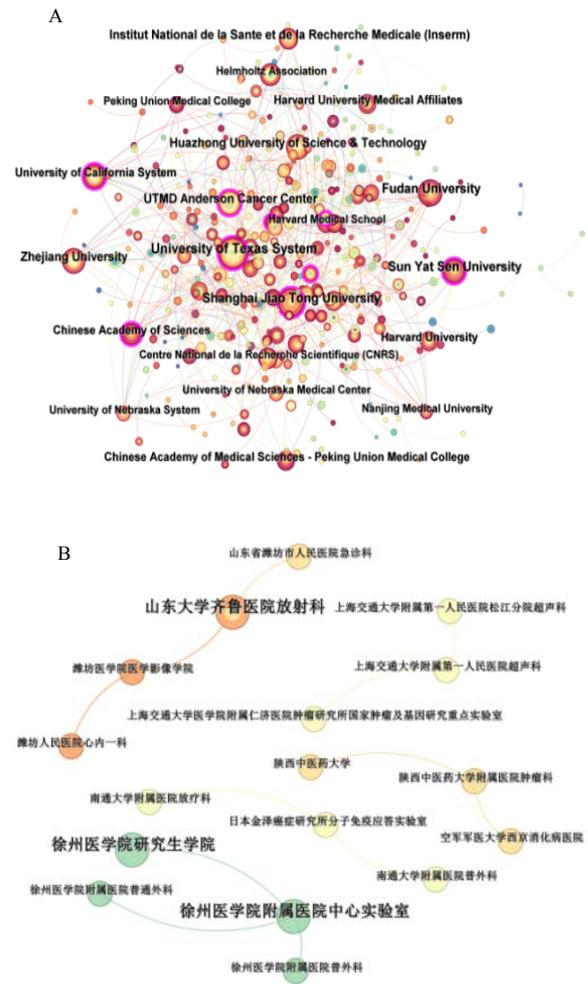


图3 胰腺癌化疗耐药英文(A)与中文(B)文献发文机构共现图谱

表3 胰腺癌化疗耐药英文文献发文量前10的机构

序号	机构	发文量/篇
1	University of Texas System	94
2	Fudan University	85
3	Shanghai Jiao Tong University	77
4	Sun Yat Sen University	73
5	Huazhong University of Science & Technology	69
6	Institut National de la Sante et de la Recherche Medicale (Inserm)	57
7	UTMD Anderson Cancer Center	57
8	Zhejiang University	56
9	University of California System	54
10	Chinese Academy of Sciences	54

这种格局表明,胰腺癌化疗耐药研究已形成具有全球影响力的学术社群。国内外核心机构既依托自身科研优势,深耕耐药机制、药物研发与临床转化等方向;又通过跨机构合作推

2.3 发文机构分析

研究机构合作网络可视化分析可以反映该研究领域内各机构间的合作关系、科研实力以及影响力。本研究将节点类型设置为“institution”,对纳入的中、英文文献进行可视化分析(图3)。英文发文量前10的机构见表3, University of Texas System 以94篇发文量位居首位,彰显其在该领域的引领地位; Fudan University(85篇)、Shanghai Jiao Tong University(77篇)紧随其后,体现国内顶尖高校对胰腺癌化疗耐药研究的深度投入。同时,哈佛大学及其医学附属机构、美国加州大学系统等国际知名机构积极参与,构建起中外机构协同攻关的格局。

由表4可见,在中文文献发文量前10位的机构中,西安交通大学第一附属医院肝胆外科以3篇的发文量居榜首。在总体上,共现图谱显示,机构节点数量较多,连线所体现的机构间合作关系有一定分布,但整体网络密度不高;部分三甲医院与高校科研机构形成核心集群,围绕化疗耐药机制、逆转策略等方向开展研究,为该领域发展提供了支撑。

较高的影响力^[9]。这些高中心性关键词共同构建了“胰腺癌化疗耐药”领域的研究框架,既明确了“疾病-治疗-问题-机制-策略-价值”的完整逻辑链,也体现了从基础到临床、从传统到前沿的研究趋势。

在英文文献关键词的分析中,通过CiteSpace对领域文献关键词进行中介中心性测算,结果如表5所示,这些关键词覆盖了疾病名称、耐药表型、药物类别、细胞生物学行为及分子机制等多个维度。值得注意的是,这些关键词的中心性普遍偏低(0.01-0.03),这一现象可能反映出当前胰腺癌化疗耐药研究仍处于多路径并行的探索阶段,各研究方向相对独立,缺乏强关联的理论或实证枢纽。未来研究可注重增强跨机制、跨方法的整合分析,以提升领域内知识的系统性与连贯性。

2.4.2 聚类分析

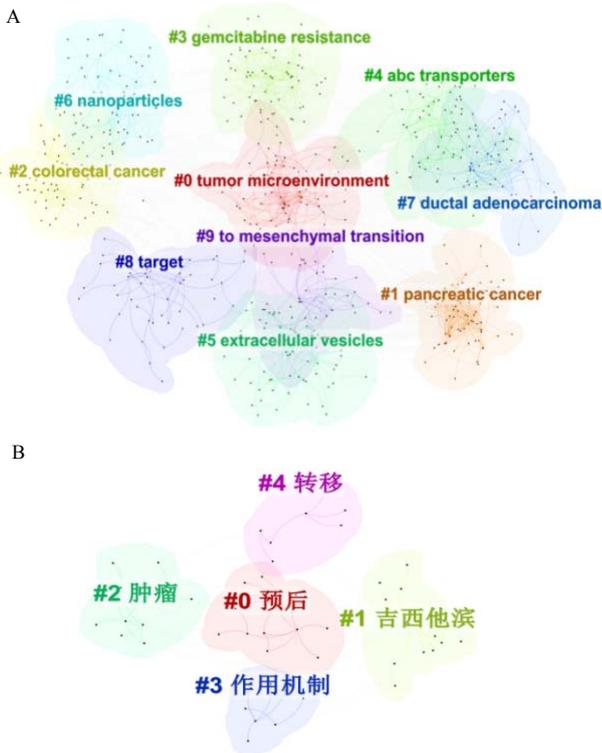


图5 胰腺癌化疗耐药英文(A)与中文(B)文献关键词聚类图谱

在关键词共现图谱的基础上,采用对数似然率(log-likelihood rate, LLR)算法对纳入的相关文献中关系紧密的关键词进行聚类分析(图5)。中文文献关键词聚类图谱中模块值(Q)=0.5847(>0.3),说明聚类结构显著且有效;平均轮廓值在(S)=0.9359,表明聚类结果具有较高的可信度^[10]。模块#0(预后)、#2(肿瘤)、#4(转移)主要涉及胰腺癌患者治疗后的生存状况与复发风险。模块#1(吉西他滨)、#3(作用机制)与化疗耐药的诊疗策略有关。

英文文献关键词聚类图谱中Q=0.3796(>0.3),S=0.7019(>0.7),表明聚类网络结构显著和结果可信。聚类结果表明英

文文献集中在模块#1(pancreatic cancer)、#2(colorectal cancer)、#7(ductal adenocarcinoma)点明研究的核心对象。模块#0(tumor microenvironment)、#3(gemcitabine resistance)、#4(abc transporters)、#5(extracellular vesicles)、#9(to mesenchymal transition)多维度、网络化的揭示化学耐药的核心机制。模块#6(nanoparticles)、#8(target)体现纳米诊疗一体化的策略。

2.4.3 突现分析

关键词突现是指关键词在较短时间内使用频次显著增加,通过对关键词进行突现分析可以帮助研究者了解该研究领域内一段时间内突发的研究热点,把握前沿趋势和判断该研究的后续发展动向。图谱中的蓝色区块表示关键词总时间段,红色区块表示关键词研究频次较多的时间段,“strength”表示关键词突现的强度。中文文献关键词突现分析图表(图7)大致可以分为4个时期:2010-2013年期间,“化疗抵抗”“胰腺癌”“胰腺肿瘤”“化疗耐药”这些关键词在2010年前后形成突现,其中“化疗耐药”突现强度达1.58,且持续至2025年,是领域内的核心长期热点。此阶段聚焦胰腺癌化疗耐药的临床问题界定与基础概念研究,为后续机制解析与策略开发奠定了方向。2014-2016年,“化疗药物”“抗药性”“蛋白”“基因”“突变”集中突现,标志着研究从临床现象向分子机制层面深入,聚焦耐药相关的蛋白表达、基因变异(如KRAS突变)等核心靶点,为后续靶向策略开发提供了分子基础。2017-2021年,“超声显像”在2017年突现,代表影像学技术在胰腺癌耐药评估与诊疗中的应用探索,是医工交叉的早期尝试。“外泌体”在2018年突现(强度0.93,持续至2021年),外泌体作为细胞间通讯载体,在耐药分子传递、微环境调控中的作用成为研究热点,为耐药机制解析提供了新的“介质视角”。2022-2025年,“化疗增敏”在2022年突现(强度1.1),体现了从“耐药机制解析”向“耐药逆转策略”的研究重心转移。结合关键词凸显的时间与主题特征,领域研究热点呈现“机制深化-技术融合-临床转化”的演进趋势:从研究维度看,分子机制(基因、蛋白、外泌体)与临床转化(化疗增敏、早期诊断、预后)是当前及未来的核心双轨,纳米诊疗策略作为“技术载体”,将在靶向递送、耐药逆转中发挥关键作用。从时间维度看,“化疗耐药”的长期突现与“化疗增敏”的近期热度,表明“克服耐药、提升疗效”是领域的长期命题;外泌体、纳米技术等介入,为这一命题提供了创新解决方案。

在英文文献关键词突现分析图谱中(图6)共获得25个突现词,其中“gemcitabine resistance”(强度13.6)和“cancer”(强度13.63)于2010年集中形成突现,持续至2025年,是领域内的核心长期热点。“nf kappa b”于2010年突现(强度5.38),代表早期对炎症信号通路在耐药中作用的探索,开启了从信

号通路层面解析耐药机制的研究范式。“induction”“hepatocellular carcinoma”“association”在2014-2016年的突现体现了研究从胰腺癌单癌种向跨癌种耐药机制共性的拓展,以及对耐药相关分子“诱导-关联”机制的深入解析,反映了该领域对耐药复杂性的认知升级。“epithelial-mesenchymal transition (EMT)”“emt”在2011年和2013年先后突现(强度分别为4.62、6.4),聚焦上皮-间质转化在胰腺癌侵袭转移与耐药中的作用,为耐药机制解析提供了“表型转换”视角,是从细胞行为层面理解耐药的关键突破。“inflammation”“tumor microenvironment”“cancer-associated fibroblasts”在2015-2019年集中突现,标志着研究从细胞、分子层面拓展至肿瘤微环境(如炎症微环境、癌相关成纤维细胞),揭示微环境对耐药的“土壤式”调控作用,为纳米诊疗策略的“微环境靶向”设计提供了理论基础。2013年“pancreatic ductal adenocarcinoma”突现且强度高达24.23,持续至2025年,体现了对胰腺癌最常见病理亚型的精准研究,为耐药机制的亚型特异性解析和个性化诊疗策略开发奠定了基础。“folfirinox”“gemcitabine resistance”“cancer”“cancer-associated fibroblasts”“risk”“subtypes”在2022-2025年密集突现,“folfirinox”(强度8.75)代表新型化疗方案在耐药逆转中的应用探索;“gemcitabine resistance”的持续高热度体现了经典药物耐药问题的长期研究价值;“cancer-associated fibroblasts”“risk”“subtypes”则聚焦微环境调控、风险分层、亚型区分在耐药干预中的临床转化,是基础研究向临床应用落地的关键阶段。2020年后“extracellular vesicles”“tumors”突现,外泌体作为细胞间通讯载体在耐药分子传递中的作用,以及肿瘤异质性对耐药的影响,成为领域前沿探索的新方向。由此可知,分子-细胞-微环境-临床的多维度整合是核心方向,纳米诊疗策略可作为“桥梁技术”,实现耐药机制研究向临床增敏策略的转化。

2.4.4 时间线图分析

在关键词聚类图谱的基础上,利用CiteSpace软件,选择关键词,然后选择timeline view构建关键词时序图,以年份为横坐标,聚类标签为纵坐标,对中文和英文文献关键词分别进行时间线视图可视化分析(图8)。英文文献中,tumor microenvironment(#0)、gemcitabine resistance(#3)等聚类涵盖关键词较多,时间跨度从2010年延续至今,是长期持续热点,涉及肿瘤微环境多组分(如成纤维细胞、低氧环境)对耐药的调控、吉西他滨耐药分子机制等关键研究方向。同时,extracellular vesicles(#5)、nanoparticles(#6)等新兴方向逐渐受到关注,体现研究向靶向药物递送、微环境精准干预的技术拓展。

中文文献里,预后(#0)、吉西他滨(#1)等聚类关键词丰富,时间跨度从2010年至今,聚焦吉西他滨耐药机制解析、化疗耐药

与患者预后的临床关联等核心问题。近年来“外泌体”“作用机制”等方向研究热度上升,反映在微观机制(如外泌体介导的耐药信号传递)与临床应用结合上的深入探索。

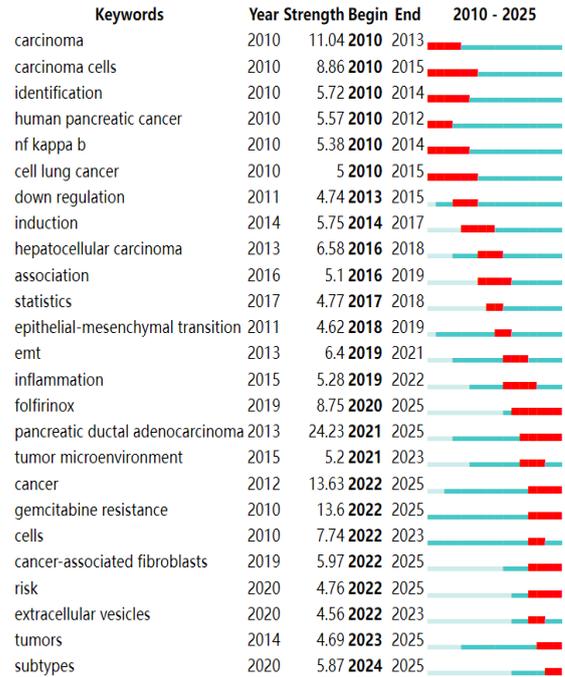


图6 胰腺癌化疗耐药英文文献关键词突现图谱



图7 胰腺癌化疗耐药中文文献关键词突现图谱

整体而言,中英文均以吉西他滨耐药、肿瘤微环境/预后关联为长期研究热点,英文更侧重新兴技术与跨领域机制创新,中文紧扣临床诊疗需求,二者共同推动领域从基础机制向多维度

临床转化的发展, 新兴方向的涌现也显示研究领域的持续拓展与深入。

3 结论

基于Citespace对2015-2025年间12, 347篇胰腺癌化疗耐药领域文献的计量分析, 结合纳米诊疗技术的突破性进展, 本研究系统揭示了该领域“基础机制-临床转化-技术创新”的三维研究格局。核心研究热点聚焦于三大维度: 耐药分子网络(如KRAS突变驱动的RAF-MEK-ERK通路激活、非编码RNA调控的表观遗传修饰、肿瘤干细胞干性维持)^[11]、临床治疗策略(新辅助化疗优化、联合靶向治疗探索、免疫微环境重塑)^[12]及技术创新(类器官模型验证、单细胞测序解析异质性、纳米诊疗平台开发)^[11]。

导细菌铁死亡及实时动态监测的协同效应, 印证了Gd基纳米诊疗策略在逆转耐药中的核心地位。

未来研究需聚焦三大方向: 基于患者分子分型(如BRCA突变、MYC扩增)的精准纳米制剂开发, 实现“一人一策”的个体化治疗; 优化纳米载体生物分布与代谢动力学, 通过PEG化修饰、智能响应设计(pH/酶/光三响应)提升靶向效率与安全性; 推动临床转化进程, 包括开展多中心III期临床试验、纳入ctDNA突变谱等生物标志物作为疗效预测指标, 并争取监管政策对“诊疗一体化”纳米药物的支持。

综上, 本研究不仅系统梳理了胰腺癌化疗耐药领域的知识演化脉络, 更通过GdPd-GEM-PTP纳米颗粒的创新实践, 验证了“基础机制解析-技术创新突破-临床转化应用”的全链条研究范式, 为最终实现胰腺癌患者5年生存率显著提升提供了科学依据与实践路径。

[基金项目]

湖北医药学院附属襄阳市第一人民医院博士人才启动金项目资助(XYY2025D08); 大学生创新创业计划训练项目(S202510929029)。

[参考文献]

[1]王飞通, 周兵, 刘小云, 等. 吉西他滨诱导胰腺癌细胞ABCG2表达其化疗耐药的关系研究[J]. 中国普通外科杂志, 2014, 23(3): 324-328.

[2]武帅, 周灿灿, 韩亮, 等. 白藜芦醇通过抑制PARP1促进胰腺癌对吉西他滨的化疗敏感性[J]. 西安交通大学学报(医学版), 2022, 43(06): 850-855.

[3]周怡章, 郭肖凡, 陈志强, 等. 胰腺癌抑制性免疫微环境促进肿瘤细胞化疗耐药的研究进展[J]. 中国肿瘤临床, 2019, 46(18): 969-973.

[4]宋政炜, 陈飞, 王晓光, 等. SLC29A1基因C177G单核苷酸多态性与晚期胰腺癌吉西他滨化疗耐药及预后相关性的研究[J]. 肿瘤学杂志, 2016, 22(03): 209-213.

[5]顾桑, 邵欣宇, 邹晓平. microRNA-10b与胰腺癌吉西他滨耐药的相关性及机制研究[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2017, 37(07): 830-835.

[6]Randazzo O, Papini F, Mantini G, et al. "Open Sesame?": Biomarker Status of the Human Equilibrative Nucleoside Transporter-1 and Molecular Mechanisms Influencing its Expression and Activity in the Uptake and Cytotoxicity of Gemcitabine in Pancreatic Cancer[J]. CANCERS, 2020, 12(11): 3206.

[7]Gregori A, Bergonzini C, Capula M, et al. Prognostic Significance of Integrin Subunit Alpha 2 (ITGA2) and Role of Mechanical Cues in Resistance to Gemcitabine in Pancreatic Ductal Adenocarcinoma (PDAC)[J]. CANCERS, 2023, 15(3): 628.

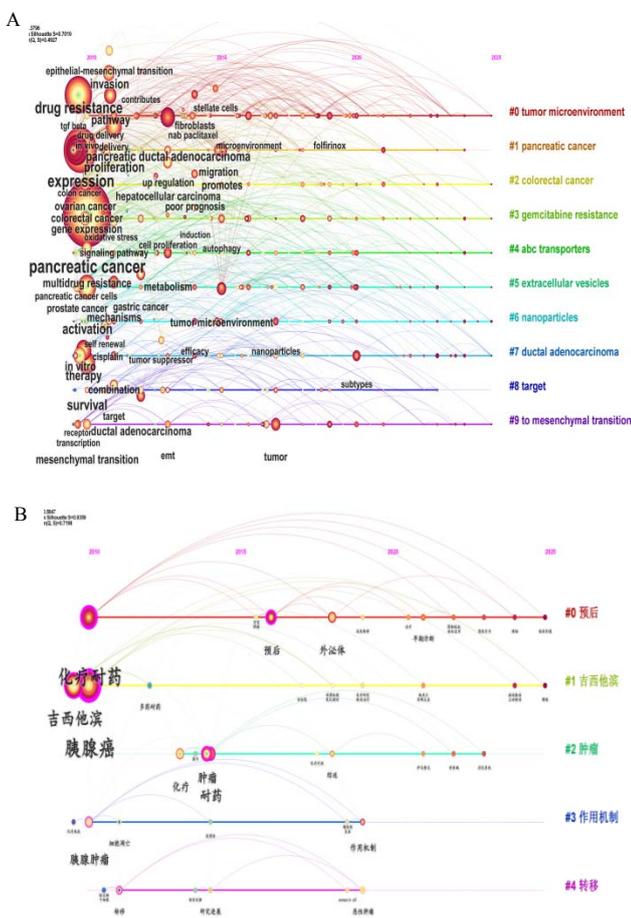


图8 胰腺癌化疗耐药英文(A)与中文(B)文献关键词的时间线图 前沿发展方向中, 基于“Gd基”纳米材料的创新载体展现出独特优势: 通过EPR效应与Plectin-1靶向膜(PTP)表面修饰, 实现药物渗透性提升与肿瘤微环境致密屏障突破; 靶向递送机制显著降低系统性毒性, 避免非特异性蓄积; 多模态协同治疗(化疗-光热-免疫-基因治疗整合)有效克服耐药机制复杂性。以GdPd-GEM-PTP纳米颗粒为代表的“靶向-治疗-成像”一体化平台, 在动物模型及临床前研究中验证了其增强GEM化疗活性、诱

[8]任加强,武帅,苏童,等.胰腺癌吉西他滨化疗耐药生物标志物-INPP4B的探索性研究[J].中国癌症杂志,2024,34(12):1090-1099.

[9]张雪岩,李娜,张国琴,等.基于CiteSpace知识图谱的中药旋覆花研究现状的可视化分析[J].中国现代应用药学,2024,41(15):2136-2146.

[10]施江南,温乐乐,江丽洁,等.基于文献计量学的覆盆子研究热点与趋势分析[J].中草药,2025,56(2):598-616.

[11]郭如意.KLF6阳性上皮细胞通过MIF-CD74-APOE阳性

巨噬细胞轴促进胰腺癌化疗抵抗[D].南方医科大学,2025.

[12]许誉诚,仇毓东.联合放疗的胰腺癌新辅助/转化治疗进展[J].中国普通外科杂志,2025,34(03):428-438.

作者简介：

王高晴(2003--),女,汉族,云南丽江人,本科在读,临床医学专业。

*通讯作者：

郝晓婷(1990--),女,汉族,湖北襄阳人,讲师,主管药师,博士,硕士生导师,研究方向：药理学。