

甘草抗肿瘤研究进展及发展趋势可视化分析



殷亭湄¹, 杨必乾¹, 付晓艳¹, 邓毅^{1,2}

1. 甘肃中医药大学药学院 (兰州 730000)
2. 甘肃省中药药理与毒理学重点实验室 (兰州 730000)

【摘要】目的 利用 CiteSpace 知识图谱分析甘草抗肿瘤的中英文文献, 探索其研究现状、热点及趋势。方法 运用 CiteSpace 6.2.R4 软件对 CNKI 和 Web of Science 中收录的 2002 年 1 月至 2023 年 9 月甘草抗肿瘤的中英文相关文献, 从发文量、作者、机构、期刊、基金资助、关键词等研究主题进行可视化分析。结果 共纳入 397 篇中文文献, 172 篇英文文献。中英文文献作者分析表明郑秋生和 Jung 分别为甘草抗肿瘤中文和英文发文量最多的作者; 北京中医药大学和翰林大学分别为中文和英文发文量最多的机构, 英文文献中研究机构之间的合作相对较多; 中英文关键词分析显示甘草抗肿瘤研究主要集中在乳腺癌、甘草及其活性成分、分子机制等方面。聚类分析显示, 研究集中在甘草活性成分及临床应用, 中医治法理论及复方常用药物, 甘草抗肿瘤的实验研究及作用机制, 甘草防治化疗药物引起的肾毒性等毒副作用的作用机制研究上。结论 甘草抗肿瘤的机制探讨以及甘草与天然产物联合用药可能为今后的研究热点。

【关键词】甘草; 肿瘤; CiteSpace; 研究热点; 趋势; 研究进展

Visual analysis of the research progress and development trend of licorice anti-tumor

YIN Tingmei¹, YANG Biqian¹, FU Xiaoyan¹, DENG Yi^{1,2}

1. College of Pharmacy, Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China
2. Gansu Key Laboratory of Pharmacology and Toxicology of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China

Corresponding author: DENG Yi, Email: dengyi@gszy.edu.cn

【Abstract】Objective To analyzes the Chinese and English literature of anti-tumor of licorice based on CiteSpace knowledge graph, and explores the research status, research hotspots and trends. Methods CiteSpace 6.2.R4 software was used to visually analyze the Chinese and English literature on licorice anti-tumor from January 2002 to September 2023 included in CNKI and Web of Science, and visually analyzed the research topics such as the number of publications, authors, institutions, journals, funds, and keywords. Results A total of 397 Chinese articles and 172 English articles were included after screening. The analysis of the authors of Chinese and English literature shows that Zheng Qiusheng and Jung are the authors with the largest number of anti-tumor articles in Chinese and English respectively, while Beijing University of traditional Chinese Medicine and Hallym University have the largest number of articles in Chinese and

DOI: 10.12173/j.issn.1008-049X.202310078

基金项目: 国家自然科学基金地区基金项目 (81960723); 甘肃省自然科学基金项目 (21JR111RA145); 甘肃省中医药管理局项目 (GZKP-2022-37); 兰州市科技局项目 (2022-3-21)

通信作者: 邓毅, 教授, 博士研究生导师, Email: dengyi@gszy.edu.cn

English respectively, and there is relatively more cooperation among research institutions in English literature. Chinese and English keyword analysis shows that the anti-tumor research of *Glycyrrhiza uralensis* mainly focuses on breast cancer, licorice and its active components, molecular mechanism and so on. Cluster analysis shows that research has focused on the active ingredients and clinical applications of licorice; Traditional Chinese Medicine treatment theory and commonly used compound medicines; Experimental research and mechanism of action of licorice on anti-tumor effects; Research on the mechanism of licorice in preventing and treating nephrotoxicity and other toxic side effects caused by chemotherapy drugs. **Conclusion** The study of anti-tumor mechanism of licorice and the combination of licorice and natural products may be the focus of future research.

【Keywords】 Licorice; Tumor; Citespace; Research hotspot; Trend; Research progress

肿瘤作为全世界面临的重大难题之一, 严重威胁着人们的生命健康^[1]。当前, 肿瘤的治疗主要以放疗、化疗为主, 而多数临床化疗药物无选择性, 发挥治疗作用的同时, 对机体产生多种毒副作用, 在一定程度上限制临床应用^[2]。中药具有扶正祛邪、清热解毒的特性, 现代研究表明, 中医药能够抑制肿瘤生长, 也能与抗肿瘤药物联合应用降低化疗引起的毒副作用, 发挥增效减毒作用, 故中医药辅助药物防治疾病的研究成为当前的热点^[3]。甘草为豆科植物甘草、胀果甘草 (*Glycyrrhiza inflata* Bat.) 或光果甘草 (*Glycyrrhiza glabra* L.) 的根或茎^[4], 具有清热解毒、调和药性等功效及抗炎、抗氧化、抗肿瘤等药理作用^[5]。

近二十年, 关于甘草及其有效成分等抗肿瘤的研究日益增多, 但基于文献计量学方法对于甘草抗肿瘤的研究热点与发展趋势的相关研究尚无报道。CiteSpace 作为一款用于文献的计量和分析工具, 可分析某一研究领域的热点研究及预测其趋势^[6]。且其在中医药领域的应用近年来增长趋势明显^[2]。本文通过 CiteSpace 6.2.R4 软件对甘草抗肿瘤的相关中英文文献的发文量、作者、机构、期刊、基金资助、关键词等进行可视化分析, 探究其研究热点及趋势^[7], 为甘草抗肿瘤的研究提供一定的参考。

1 资料与方法

1.1 数据来源

以中国知网 (CNKI) 为中文来源数据库, 检索时间为 2002 年 1 月 1 日至 2023 年 9 月 30 日。采用主题检索, 检索词为“甘草, 肿瘤”, 共检

索出 474 篇文献, 经排除题目、摘要、内容与甘草抗肿瘤明显不相关的文献、会议论文、科技成果及报纸等, 共纳入 397 篇。

以 Web of Science (WOS) 为英文来源数据库, 以“TS=licorice AND (TS=cancer OR TS=tumor)”为检索词, 检索时间为 2002 年 1 月 1 日至 2023 年 9 月 30 日, 得到 192 篇文献, 排除内容不相关及会议论文等, 共纳入 172 篇。

1.2 数据整理

将 CNKI 的中文文献题录以“Refworks”格式导出, WOS 的英文文献题录以“其他”格式导出, 以“download_*.txt”命名后导入 CiteSpace 6.2.R4 进行格式转化、数据清洗、节点合并、数据分析^[8]。时间分区为 2002 年 1 月至 2023 年 9 月; 时间切片为 1 年; 主题词来源默认全选; 节点类型中作者、机构、关键词阈值为 10%, 并对关键词采用 pathfinder、pruning sliced networks、pruning the merged network 图谱修剪算法进行修剪使图谱更加清晰, 其余设置使用软件系统默认值^[9]。

1.3 数据可视化

对纳入的 397 篇甘草抗肿瘤中文文献和 172 篇英文文献进行发文趋势、作者合作网络、机构合作网络及关键词的共现分析、聚类分析及突现分析, 绘制甘草抗肿瘤的网络知识图谱^[10]。并基于软件提示, 结合文献阅读和信息整合对图谱信息进行深入分析。

2 结果

2.1 发文趋势

2002 年至 2023 年甘草抗肿瘤的发文量分析见图 1。甘草抗肿瘤中文发文量在 2003—2008 年

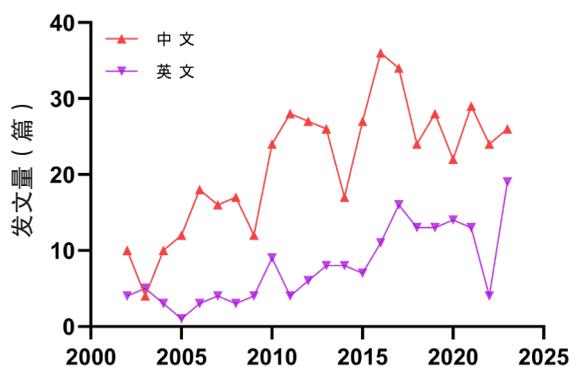


图1 2002—2023年甘草抗肿瘤研究年度发文量分布

Figure 1. Distribution of annual publications of licorice anti-tumor research from 2002 to 2023

缓慢增加, 2008—2009年呈下降趋势; 2009—2013年呈较大幅度增多趋势, 在2011年较2009年多1倍的发文量; 2014年开始大幅度上涨, 在2016年达到36篇; 自2016年之后, 发文量开始波动下降, 但仍维持年发文量在20篇左右。英文发文量除2010—2011年呈下降趋势外, 其余年份均缓慢增长, 自2018年开始平稳波动, 年发文量维持在10篇左右, 2022年发文量有较大回落, 2023年发文量首次超过20篇。

2.2 作者合作网络分析

以作者为视图节点, 图中 $N=434$, $E=441$, $density=0.0047$, 表示纳入视图的作者有434位, 作者之间的合作关系有441个, 构成网络密度为0.0047的国内作者合作知识图谱, 见图2。网

络中节点及字体的大小和作者的发文量成正比。发文量排名第1的作者为郑秋生(石河子大学, 7篇), 其次是赵秀梅(华北制药集团有限责任公司, 3篇)、张波(石河子大学, 3篇)及陶遵威(天津市医药科学研究所, 3篇)。

根据作者合作网络知识图谱分析, 本研究领域目前并未形成联系广泛的合作关系, 初步形成郑秋生、赵秀梅、陶遵威、张波、农智信等团队合作网络。其中, 发文量第1的团队为以郑秋生、张波为核心的研究团队, 研究规模相对较大, 研究主要涉及甘草素、甘草查尔酮B及异甘草素等的抗肿瘤作用^[10-14]。发文量排名第2的团队以赵秀梅、陶遵威为核心, 团队内合作密切, 主要研究方向为甘草次酸复合物的抗肿瘤作用^[15-17]。

纳入的172篇英文文献包含作者520名, 发文量在5篇及以上的作者有4名(0.77%), 发文量在3~5篇的作者有16名(3.08%)。对发文量在两篇及以上的作者进行合作网络可视化分析(图2), 共有520个节点, 1535条连线, 网络密度为0.0114。其中以Jung等为核心的团队发文量最高, 团队之间的联系密切, 主要研究甘草提取物抑制各种肿瘤增殖的作用机制。其他发文量较高的团队中Lim和Chung主要研究甘草提取物及甘草活性成分对顺铂抗肿瘤增效减毒的作用机制, Li主要研究异甘草素抑制乳腺癌增殖的主要作用机制, Hsia和Chen主要研究异甘草素对妇科常见癌症的抗癌作用机制。



图2 甘草抗肿瘤研究中文及英文文献作者合作网络展示

Figure 2. Licorice anti-tumor research Chinese and English literature authors cooperative network display

2.3 机构合作网络分析

纳入的中文文献共涉及 359 家机构，发文量在 10 篇及以上的机构共有 6 家（1.55%），发文量在 5~10 篇的机构有 8 家（2.07%），其中发文量最多的机构为北京中医药大学和广州中医药大学（13 篇），其次为新疆医科大学（11 篇）。通过对甘草抗肿瘤研究中文文献发表机构的合作网络进行可视化分析，见图 3，获得 359 个节点，176 条连线，图谱密度仅为 0.002 7，表明机构之间的合作非常少。图中少数机构之间的合作多为大学与其附属医院之间的合作，跨地域的合作几乎没有。

纳入的英文文献包含 227 家机构，发文量在 5 篇及以上的机构有 9 家（3.96%），3~5 篇的机构有 23 家（10.13%）。通过对甘草抗肿瘤研究英文文献发表机构的合作网络进行可视化分析，见图 3，获得 227 个节点，336 条连线，图谱密度仅为 0.013 1，表明机构之间的合作相对较多。发文量在 5 篇以上的机构为翰林大学（15 篇）、中国医科大学（9 篇）、中山医学大学（8 篇）、台北医科大学（7 篇）、南京中医药大学（6 篇）、庆北大学（6 篇）、首尔大学（6 篇）、延世大学（5 篇）及北京大学（5 篇），9 家机构中就有 5 家为中国大学，剩余 4 家机构为韩国大学，其中翰林大学发文量最多。对发表文献的国家进行可视化分析，发现中国以 83 篇位居第 1，韩国以 32 篇次之，然后是美国（28 篇）、日本（9 篇）、印度（5 篇）、伊朗（3 篇）、约旦（2 篇）、加拿大（2 篇）及

英国（2 篇），表明研究甘草抗肿瘤的机构中亚洲处于领先地位，但又以我国在甘草抗肿瘤研究中占比最高。

2.4 关键词共现分析

关键词共现可反映出甘草抗肿瘤研究的热点。运用 CiteSpace 构建关键词共现网络知识图谱，可视化分析得到 362 个节点，939 条连线，见图 4。其中中文关键词出现频次 ≥ 10 的有 14 个（表 1），英文关键词出现频次 ≥ 15 的有 9 个（表 2）。结合关键词信息发现甘草抗肿瘤中文文献研究主要涉及活性成分、各种实体瘤及诱导肿瘤细胞凋亡的机制。涉及到的活性成分按发文量由多到少分别为甘草次酸、异甘草素、甘草素、甘草多糖、甘草酸等，涉及到的各种实体瘤主要集中在胃癌、肝癌、肺癌、乳腺癌等常发肿瘤。中介中心性是评价网络节点重要性的关键指标，在甘草抗肿瘤研究的关键词共现网络知识图谱中，具有较高中心性的关键词为乳腺癌（0.44）、增殖（0.35）、甘草（0.28）、甘草素（0.22）、中医药（0.22），表明甘草活性成分甘草素、肿瘤细胞增殖、乳腺癌及中医药抗肿瘤等是甘草抗肿瘤研究领域的研究热点。

对英文文献的关键词进行共现网络分析（图 4），得到 384 个节点，1 223 条连线，在频次 ≥ 15 的关键词中，乳腺癌的中心性最高，细胞凋亡的频次也排在前列。结果表明甘草抗肿瘤研究的热点主要集中在乳腺癌、甘草及其活性成分、增殖、细胞凋亡及激活等方面。



图3 甘草抗肿瘤研究中文及英文文献机构合作网络展示

Figure 3. Licorice anti-tumor research Chinese and English literature institutions cooperative network display

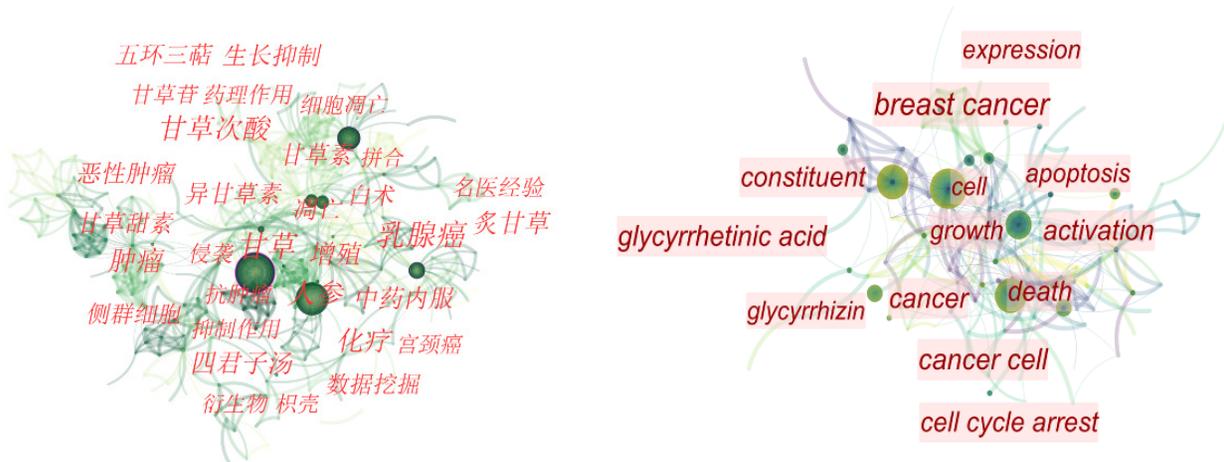


图4 甘草抗肿瘤研究中文及英文文献关键词的共现网络展示

Figure 4. Licorice anti-tumor research Chinese and co-emergence network display of English literature keywords

表1 甘草抗肿瘤中文文献中频次 ≥ 10 的关键词
Table 1. Licorice anti-tumor Chinese keywords with frequency ≥ 10 in the literature

序号	关键词	频次	中介中心性
1	甘草	62	0.28
2	抗肿瘤	54	0.07
3	甘草次酸	40	0.15
4	异甘草素	28	0.08
5	肿瘤	27	0.19
6	作用机制	27	0.04
7	细胞凋亡	25	0.06
8	凋亡	18	0.14
9	恶性肿瘤	17	0.11
10	甘草素	12	0.22
11	化疗	11	0.16
12	甘草甜素	11	0.16
13	乳腺癌	11	0.44
14	肝癌	10	0.01

表2 甘草抗肿瘤英文文献中频次 ≥ 15 的关键词
Table 2. Key words of frequency ≥ 15 in licorice anti-tumor English literature

序号	关键词	频次	中介中心性
1	expression	42	0.24
2	apoptosis	40	0.13
3	licorice	35	0.09
4	growth	25	0.15
5	breast cancer	20	0.40
6	cancer	20	0.24
7	inhibition	20	0.04
8	activation	15	0.21

词，因此根据研究内容进一步分析，将14个聚类标签归纳为3大类：一是甘草活性成分及临床应用（#0、#2、#4、#12、#14）；二是中医治法理论及复方常用药物（#1、#3、#5、#6、#10、#11）；三是甘草抗肿瘤的实验研究及作用机制（#7、#8、#9）。

2.5 关键词聚类分析

在关键词共现的网络基础上，采用LLR算法从关键词中对标签进行提取生成关键词聚类知识图谱，见图5。甘草抗肿瘤中文文献关键词聚类知识图谱含362个节点，939条连线，共形成14个聚类标签，聚类模块值（ Q ）=0.804（ $Q > 0.3$ ），说明聚类结构显著；平均轮廓值（ S ）=0.9337（ $S > 0.7$ ），说明聚类结果可信。由于聚类标签不能完整显示每一个聚类标签所包含的关键

对384个英文关键词进行聚类分析（图5），共得到13个模块，模块化 $Q=0.6975$ （ $Q > 0.3$ ），说明其结构显著；平均轮廓值 $S=0.881$ （ $S > 0.5$ ），聚类结果可信。将英文文献聚类总结可发现其更注重实验研究，13个聚类标签可归纳为3大类：一是甘草及其活性成分的抗肿瘤机制研究（#0、#1、#2、#6、#8、#9、#10、#11、#12）；二是甘草提取物及活性成分如甘草次酸、18 β -甘草次酸及甘草多糖等的研究（#3、#4、#7）；三是甘草

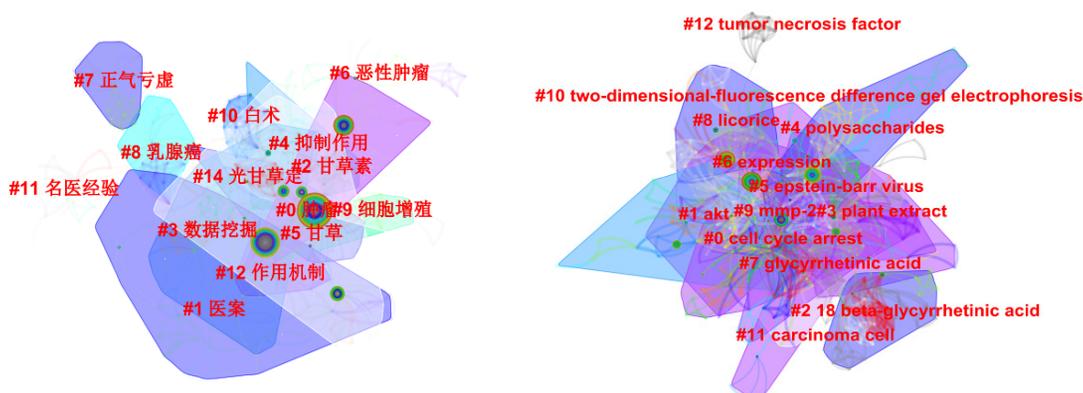


图5 甘草抗肿瘤研究中文及英文文献关键词的聚类网络展示

Figure 5. Clustering network display of Chinese and English literature keywords in licorice anti-tumor research

防治化疗药物引起的肾毒性等毒副作用的作用机制研究（#5）。

通过选择“timeline”绘制甘草抗肿瘤中文文献关键词聚类的时间线图，对聚类的时间跨度及关联进行可视化分析，见图6。可以发现，#0（肿瘤）、#2（甘草素）、#5（甘草）、#9（细胞增殖）及#12（作用机制）所代表的研究领域的时间跨度较长，表明近些年其研究热度居高不下。

通过对甘草抗肿瘤英文文献关键词聚类时间线图进行分析，见图7。可发现#0、#2、#4、#7、#8的时间跨度长，涉及范围广，表明甘草抗肿瘤的研究主要集中在甘草活性成分如甘草次酸、甘草多糖等抑制肿瘤生长及调控肿瘤细胞周期上。

2.6 关键词突现分析

关键词突现是指在短时间内关键词的使用频次骤增，可通过其来分析该研究领域的研究热点随时间变化的情况，进而分析该领域的研究趋势^[18]。“begin”代表甘草抗肿瘤的关键词突现出现的时间，“end”代表其结束时间，“strength”代表甘草抗肿瘤的关键词突变强度。甘草抗肿瘤研究的中文文献关键词突现分析如图8。从突现度看，排名前5的突现词依次为甘草甜素、肺癌、凋亡、肝癌及细胞增殖。从研究的持续时间看，2017年及以前的研究热点主要针对甘草甜素诱导恶性肿瘤细胞凋亡（甘草甜素、恶性肿瘤、甘草素、细胞凋亡、凋亡）；2018年及其以后的研究热点甘草及其活性成分对肝癌、胃癌、肺癌及乳腺癌的抑制作用，以及甘草对肿瘤细胞增殖、凋亡的影响（甘草素、凋亡、肝癌、胃癌、肺癌、乳腺癌

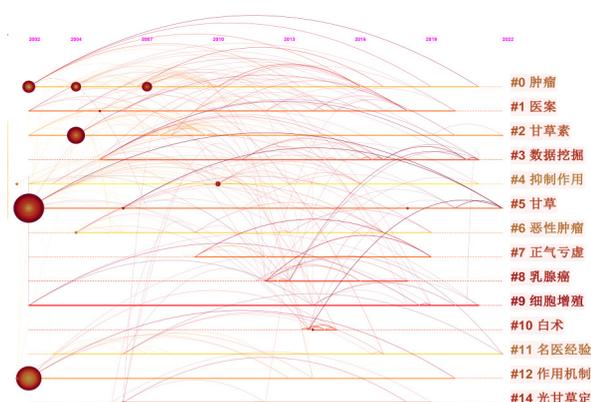


图6 甘草抗肿瘤中文文献关键词聚类时间线图
Figure 6. Licorice anti-tumor Chinese literature keyword clustering timeline map

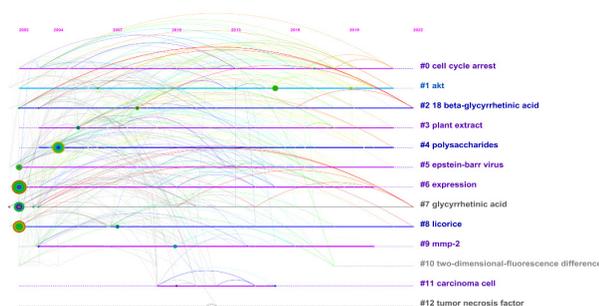


图7 甘草抗肿瘤英文文献关键词聚类时间线图
Figure 7. Licorice anti-tumor English literature keyword clustering timeline map

及细胞增殖）。

英文文献关键词突现得到13个突现词，见图9。排名前5的突现词依次为 pathway、nf kappa b、glycyrrhcin、resistance、apoptosis。从研究的持续时间看，2010年以前的研究主要集中在前列腺癌及甘草与姜黄素联合用药上（prostate

cancer、glycyrrhizinn、curcumin），其中甘草素的突现强度较高（2.73），表明其在甘草抗肿瘤研究中较为活跃；2011年以后的研究热点主要集中在从分子水平探讨甘草抗肿瘤机制上（endothelial growth factor, tumor growth, growth, nf kappa b, cycle arrest, cycle arrest, endoplasmic reticulum stress, pathway, resistance, apoptosis, natural product），其中对甘草抗肿瘤引起的通路变化的研究较为活跃，其突现强度为所有突现词中最高（3.45）。以上突现词结果表明，机制中通路与细胞凋亡研究、甘草与天然产物联合用药可能为

Top 10 Keywords with the Strongest Citation Bursts

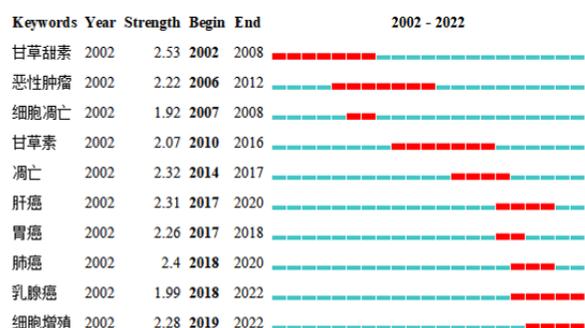


图8 甘草抗肿瘤中文文献关键词突现分析

Figure 8. Licorice anti-tumor Chinese literature keyword prominence analysis

Top 13 Keywords with the Strongest Citation Bursts

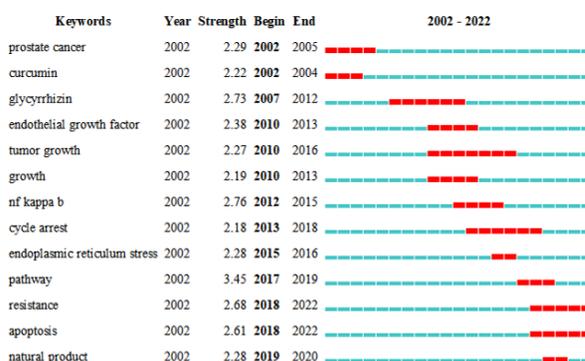


图9 甘草抗肿瘤英文文献关键词突现分析

Figure 9. Licorice anti-tumor English literature keyword prominence analysis

今后的甘草抗肿瘤的研究热点。

3 讨论

目前多数抗肿瘤药物会引起较严重的毒副作用，严重影响其临床疗效和患者的用药感受且限

制了其临床应用。近些年，以中药联合化疗药物治疗癌症并减轻或预防化疗药物引起的机体脏器损伤，日益引起研究人员重视^[19]。甘草作为解毒“圣药”，可缓解化疗药物引起的各种毒副作用，且在抗肝癌、乳腺癌、肺癌等肿瘤及联合其它药物抗肿瘤方面取得了一定的进展^[2]。故运用CiteSpace软件对甘草抗肿瘤研究相关文献进行可视化分析，揭示近些年的研究热点，预测甘草抗肿瘤研究的前沿和趋势。

甘草抗肿瘤中英文文献发文量趋势显示，发文量呈波动性缓慢增长，提示甘草抗肿瘤研究受到的关注将持续增加。郑秋生和Jung分别为甘草抗肿瘤中文和英文文献的核心作者，且英文文献作者中中国人占比较高。研究机构可视化分析显示英文文献发文量较高的机构中，前9家机构中4家为中国大学，且对发表英文文献的国家进行统计，中国以83篇位居第一，提示甘草抗肿瘤研究的主要群体和研究机构在国内。同时，甘草抗肿瘤中英文文献作者和机构的合作网络知识图谱显示，中文文献中研究团队和研究机构之间的联系非常少，而英文文献中研究团队和研究机构之间的联系相对较密切，然而研究团队和机构之间的联系具有地域性，跨地域合作的作者和机构非常少。

甘草抗肿瘤中英文文献关键词分析显示甘草抗肿瘤的国内外研究方向大体相似。国内研究较为全面，除甘草抗肿瘤机制研究外，还侧重于用中医治法联合其它中药治疗肿瘤，而国外研究侧重于通过信号通路等来探究甘草及其活性成分抗肿瘤的作用机制。结合关键词突现和时间线图分析可显示甘草抗肿瘤的研究热点随时间变化的趋势，预测今后的研究热点为：甘草抗肿瘤机制研究、甘草与天然药物联合用药研究、甘草缓解化疗药物毒性研究。

相比于传统综述，CiteSpace可更加方便、快捷和直观地显示出近些年的研究热点，预测今后的研究趋势^[6]。本文也存在一定的局限性，如本文仅对中文和英文常用数据库CNKI和WOS中的文献进行可视化分析，可能会有一些遗漏，使结果具有一定的误差。今后的研究中可搜索多个数据库，查缺补漏，分析中英文文献中甘草抗肿瘤的研究热点和趋势。

本文通过CiteSpace对甘草抗肿瘤的中英文文

献进行作者、机构、关键词的可视化分析,探讨甘草抗肿瘤的研究热点和前沿方向。结果表明研究主要集中在甘草及其活性成分、通路、细胞增殖、细胞凋亡、乳腺癌等方面,当前以甘草及其活性成分抗肿瘤的分子机制为研究热点。目前虽然对甘草抗肿瘤的机制研究逐渐深入,但仍存在一些不足,如甘草抗肿瘤的研究较多,但对它的成果转化较少,应将研究与实际应用紧密结合;甘草在中药中常以复方的形式应用,应对甘草复方抗肿瘤作用机制深入研究;甘草具有多个活性成分,实验研究大多都集中在甘草次酸、甘草素、异甘草素上,应加强对甘草其它活性成分的研究;各研究团队和机构之间的联系不够,应加强各团队和机构之间的学术交流,优势互补,提高各自的研究水平。

参考文献

- 1 Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, et al. Cancer statistics, 2022 [J]. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 2022, 72(1): 7-33. DOI: 10.3322/caac.21708.
- 2 连小龙, 令颖, 张尚龙, 等. 甘草有效成分抗肿瘤作用机制及联合抗肿瘤研究进展 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(11): 238-245. [Lian XL, Ling Y, Zhang SL, et al. Anti-tumor mechanism of active ingredients of *Glycyrrhizae Radix* et Rhizoma and its combined use in anti-tumor treatment: a review[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2022, 28(11): 238-245.] DOI: 10.13422/j.cnki.syfjx.20220922.
- 3 井媛媛, 王连心, 李敬华, 等. 基于文献计量的知识图谱在中医药领域中的应用分析 [J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2021, 23(10): 3779-3787. [Jing YY, Wang LX, Li JH, et al. Analysis of mapping knowledge application in the field of traditional Chinese medicine based on bibliometrics[J]. World Science and Technology-Modernization of Traditional Chinese Medicine, 2021, 23(10): 3779-3787.] DOI: 10.11842/wst.20210315001.
- 4 中国药典 2020 年版. 一部 [S]. 2020: 88.
- 5 李葆林, 麻景梅, 田宇柔, 等. 甘草中新发现化学成分和药理作用的研究进展 [J]. 中草药, 2021, 52(8): 2438-2448. [Li BL, Ma JM, Tian YR, et al. Research progress on newly discovered chemical constituents and pharmacological effects of *Glycyrrhizae Radix* et Rhizoma[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2021, 52(8): 2438-2448.] DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2021.08.029.
- 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. [Chen Y, Chen CM, Liu ZY, et al. The methodology function of CiteSpace mapping knowledge domains[J]. Studies in Science of Science, 2015, 33(2): 242-253.] DOI: 10.3969/j.issn.1003-2053.2015.02.009.
- 7 毛小文, 顾志荣, 郭燕, 等. 基于 CiteSpace 知识图谱的红芪研究热点与趋势分析 [J]. 中国中药杂志, 2022, 47(11): 3095-3104. [Mao XW, Gu ZR, Guo Y, et al. Research hotspots and trends of Hedysari Radix: based on CiteSpace knowledge map[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2022, 47(11): 3095-3104.] DOI: 10.19540/j.cnki.cjmm.20220317.501.
- 8 李硕, 孙悦阳, 樊景春, 等. 基于 CiteSpace 的中医药治疗便秘的知识图谱可视化分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(4): 167-175. [Li S, Sun YY, Fan JC, et al. Visual analysis of knowledge map of constipation treated by TCM based on CiteSpace[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2023, 29(4): 167-175.] DOI: 10.13422/j.cnki.syfjx.20221712.
- 9 史海蛟, 丁莉莉, 杨珺涵, 等. 基于 CiteSpace 研究中医药治疗冠心病合并高血压可视化分析 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2022, 24(12): 63-67. [Shi HJ, Ding LL, Yang JH, et al. Visualization analysis of TCM treatment of coronary heart disease complicated with hypertension based on citespace[J]. Journal of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, 2022, 24(12): 63-67.] DOI: 10.13194/j.issn.1673-842x.2022.12.012.
- 10 刘亮亮, 陈姬, 张波, 等. 异甘草素与光甘草定抗肿瘤转移作用比较 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(18): 245-250. [Liu LL, Chen J, Zhang B, et al. Comparison of the anti-metastasis effect of isoliquiritigenin and glabridin[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2013, 19(18): 245-250.] DOI: 10.11653/syfj2013180245.
- 11 冉芳, 杨帆, 杨新惠, 等. 甘草查尔酮 B 体外细胞毒作用研究 [J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2013, 31(3): 355-358. [Ran F, Yang F, Yang XH, et al. Study on the *in vitro* cytotoxic effect of Licochalcone B[J]. Journal of Shihezi University (Natural Science), 2013, 31(3): 355-358.] DOI: 10.3969/j.issn.1007-7383.2013.03.018.

- 12 冉芳, 王爱华, 袁萱, 等. 甘草查尔酮 B 诱导小鼠黑色素瘤细胞凋亡作用 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(9): 220–224. [Ran F, Wang AH, Yuan X, et al. Apoptosis-inducing effect of licochalcone B on mouse melanoma and its mechanism[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2013, 19(9): 220–224.] DOI: [10.11653/syjf2013090220](https://doi.org/10.11653/syjf2013090220).
- 13 刘军花, 魏华波, 姚瑛, 等. 四种不同甘草有效成分的抗肿瘤血管新生作用 [J]. 现代生物医学进展, 2010, 10(14): 2731–2734. [Liu JH, Wei HB, Yao Y, et al. Anti-tumor angiogenesis of four different active ingredients from Glycyrrhiza[J]. Progress in Modern Biomedicine, 2010, 10(14): 2731–2734.] DOI: [10.13241/j.cnki.pmb.2010.14.011](https://doi.org/10.13241/j.cnki.pmb.2010.14.011).
- 14 崔誉蓉, 李德芳, 鞠宝, 等. 四种甘草黄酮类化合物体外抗肿瘤作用研究 [J]. 食品科技, 2010, 35(7): 88–92. [Cui YR, Li DF, Ju B, et al. Anti-tumor effects of four licoflavones *in vitro*[J]. Food Science and Technology, 2010, 35(7): 88–92.] DOI: [10.13684/j.cnki.spkj.2010.07.068](https://doi.org/10.13684/j.cnki.spkj.2010.07.068).
- 15 张娜, 赵秀梅, 李冬冬, 等. 美法仑 - 甘草次酸复合物的合成及其体外抗肿瘤活性研究 [J]. 现代药物与临床, 2016, 31(7): 929–933. [Zhang N, Zhao XM, Li DD, et al. Synthesis of melphalan-glycyrrhetic acid complexes and their antitumor activity *in vitro*[J]. Drugs & Clinic, 2016, 31(7): 929–933.] DOI: [10.7501/j.issn.1674-5515.2016.07.001](https://doi.org/10.7501/j.issn.1674-5515.2016.07.001).
- 16 张娜, 崔晓燕, 赵秀梅, 等. 甘草次酸衍生物的合成及其抗肝癌活性 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(19): 37–41. [Zhang N, Cui XY, Zhao XM, et al. Synthesis and antitumor activities of 18 α -glycyrrhetic acid derivatives[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2015, 21(19): 37–41.] DOI: [10.13422/j.cnki.syfjx.2015190037](https://doi.org/10.13422/j.cnki.syfjx.2015190037).
- 17 张娜, 崔晓燕, 赵秀梅, 等. 甘草次酸 - 苦参碱复合物的合成及其抗肿瘤活性研究 [J]. 现代药物与临床, 2014, 29(11): 1199–1202. [Zhang N, Cui XY, Zhao XM, et al. Synthesis of glycyrrhetic acid-matine complexes and their antitumor activities[J]. Drugs & Clinic, 2014, 29(11): 1199–1202.] DOI: [10.7501/j.issn.1674-5515.2014.11.026](https://doi.org/10.7501/j.issn.1674-5515.2014.11.026).
- 18 张宇轩, 李勃深, 范容晖, 等. 基于 CiteSpace 知识图谱的西红花研究现状与趋势分析 [J]. 中国中药杂志, 2023, 48(12): 3394–3403. [Zhang YX, Li BS, Fan RH, et al. CiteSpace knowledge map of research status and trends of croci stigma[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2023, 48(12): 3394–3403.] DOI: [10.19540/j.cnki.cjcm.20230226.503](https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcm.20230226.503).
- 19 张尚龙, 连小龙, 闫潇, 等. 中药对顺铂肝毒性的保护作用及其机制研究进展 [J]. 中药药理与临床, 2023, 39(8): 125–129. [Zhang SL, Lian XL, Yan X, et al. Mechanism of Chinese medicine against cisplatin-induced hepatotoxicity: a review[J]. Pharmacology and Clinics of Chinese Materia Medica, 2023, 39(8): 125–129.] DOI: [10.13412/j.cnki.zyyl.20221108.002](https://doi.org/10.13412/j.cnki.zyyl.20221108.002).

收稿日期: 2023 年 10 月 23 日 修回日期: 2023 年 12 月 24 日
本文编辑: 李 阳 钟巧妮