

## • 临床研究 Clinical research •

## 肝癌热消融的研究热点和趋势可视化分析

耿 鹏, 付 强, 卢钟琦, 常 颖, 张美花, 金 蕴

**【摘要】 目的** 探讨肝癌热消融治疗的研究现状、合作情况、热点及发展趋势。**方法** 检索 Web of Science 核心合集数据库,利用 CiteSpace 软件对近年来核心文献完成文献可视化分析。**结果** 共纳入 1 385 篇核心合集,中国是发文量最多的国家。Bruix 等发表的文献被引次数最多。关键词有射频消融术、微波消融术、经皮乙醇注射、免疫治疗、融合成像等。形成 6 个聚类,15 个突现词。**结论** 肝癌热消融一直是肝癌治疗的研究热点,逐步走向成熟,并不断联合影像技术和其他治疗方法应用,在肝癌治疗中发挥重要作用。

**【关键词】** 肝癌;热消融;CiteSpace 软件;Web of Science 数据库

中国分类号:R735.7 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2024)-08-0870-06

## Visualization analysis of the hot spots and trends in thermal ablation studies of hepatocellular carcinoma

GENG Peng, FUQiang, LU Zhongqi, CHANG Ying, ZHANG Meihua, JIN Yun. Department of Ultrasound Medicine, Affiliated Hospital of Yanbian University, Yanji, Jilin Province 133000, China

Corresponding author: JIN Yun, E-mail: 59418064@qq.com

**【Abstract】 Objective** To explore the current research status, collaboration situation, hot spots and development trend of thermal ablation therapy for the treatment of hepatocellular carcinoma (HCC). **Methods** The Web of Science core collection database was searched, and the visualization analysis of the recent core literature was accomplished by using CiteSpace software. **Results** A total of 1385 core collections were enrolled in this study, and China was the country with the largest number of published academic papers. The most cited references was the theses published by Bruix, et al. The key words included radiofrequency ablation, microwave ablation, percutaneous ethanol injection, immunotherapy, fusion imaging, etc., which could be divided into 6 clusters and 15 emergent words. **Conclusion** Thermal ablation of HCC has been a research hot spot in HCC treatment. This technology has been gradually maturing, and it, being combined with imaging technology and other therapeutic methods, has achieved continuous development and plays an important role in the clinical treatment of HCC.

**【Key words】** hepatocellular carcinoma; thermal ablation; CiteSpace software; Web of Science Database

热消融是一种新兴的介入治疗方法,原理是通过产热使肿瘤组织温度升高,致细胞失活变性坏死,主要包括射频、微波、冷冻、激光、高频聚焦超声等技术<sup>[1-2]</sup>。随着成像引导技术的持续发展与完善,热消融治疗已经被广泛地应用于肝癌治疗,这给那些无法耐受手术的患者带来了新的选择,并且具有并发症少、治疗微创、费用低等优势,同时,热消融也可用于肝癌的姑息性治疗,在肝癌

治疗中发挥着越来越重要的作用<sup>[3-4]</sup>。CiteSpace 是应用于 Java 语言开发的一款可视化分析软件,能计量分析特定领域的文献,以此发现学科领域发展的关键路径以及知识拐点,并可以绘制相关系列的可视化图谱,分析和探测学科演化潜在的动力机制和发展前沿<sup>[5]</sup>。

本文通过文献计量学方法,以可视化分析软件对 Web of Science 数据库中有关热消融应用于肝癌

治疗的相关文献进行多方面可视化分析,探讨热消融用于肝癌治疗的研究现状、研究热点及发展趋势,为后续研究者提供有意义的参考与帮助。

1 材料与方法

1.1 资料来源

本文所用的数据都是从美国科学信息研究院公布的 Web of Science 数据库中的文献获得,检索主题为 hepatocellular carcinoma 和 thermal ablation,时间为 2012 至 2022 年,共检索到 1 385 篇核心合集文献。

1.2 研究方法

将 1 385 篇文献在 Web of Science 数据库按照纯文本格式导出,并作为源数据。通过 CiteSpace 软件对核心合集文献中的国家、关键词、参考文献作为节点,进行共现分析和聚类分析,间隔时间为 1 年,运行软件进行分析<sup>[6-7]</sup>。

2 结果

2.1 热消融与肝癌的相关论文年度分布

年发文量分析:为了统计近年来肝癌热消融的研究趋势,年发文量分析采用 Web of Science 中近 11 年的 1 385 篇核心合集文献,统计结果显示,年均发文量为 126 篇左右,2021 年发文数量最高,为 148 篇。且每年份均保持较高的发文量,都在 100 篇以上,证明肝癌的热消融是近年来研究热点,见图 1。

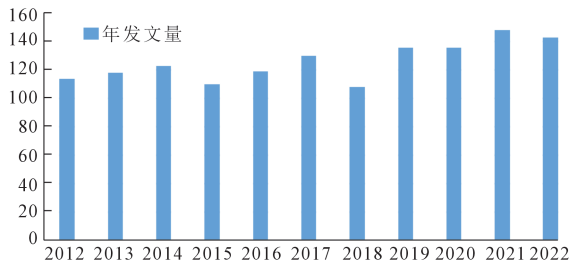


图 1 2012 至 2022 年热消融与肝癌相关论文的年度分布

国家合作关系及发文量可视化分析:使用 CiteSpace 软件,对各个国家及其合作网络进行了统计分析,同时绘制出共现图谱,以体现各国在这一领域的合作与研究深度关系,见图 2。在这个图谱中,每一个节点都代表着一个国家,一个关键词,以及一个核心引文,这些节点的尺寸代表着频率,半径越大,代表着这个节点的频率越高,圆形的颜色顺序代表着不同的年份,圆形的宽度代表着有关内容的频率,而节点之间的连线则代表着共同出现的频率,线

条越粗,意味着共同出现频率越高,并且两者之间的联系也就越紧密,节点与连线之间的颜色顺序则是对应文献的出版时间<sup>[8]</sup>。表 1 列出了发文数量前 9 的国家,有中国、美国、意大利等,中国的发文数量最多,为 498 篇。

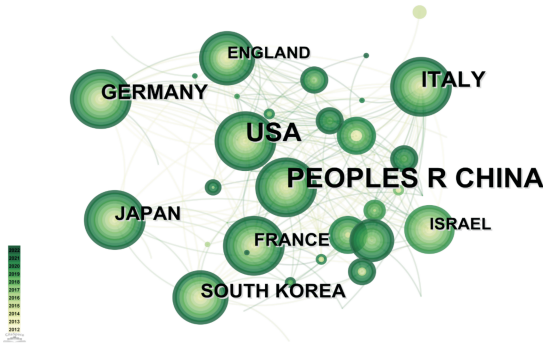


图 2 热消融应用于肝癌的国家分布共现图谱

表 1 发文数量前 9 的国家

序号	发文数量(篇)	国家
1	498	CHINA
2	345	USA
3	138	ITALY
4	105	GERMANY
5	83	JAPAN
6	76	SOUTH KOREA
7	60	FRANCE
8	39	ENGLAND
9	34	ISRAEL

2.2 热消融与肝癌研究的核心引文分析

采用共被引网络确定 hepatocellular carcinoma 和 thermal ablation 的关键文献。网络节点设置参考文献并绘制文献共同被引网络见图 3。表 2 示 Bruix 等<sup>[9]</sup>于 2011 年发表的《Management of hepatocellular carcinoma:an update》文章目前被引用次数最高,其研究结果表明肝癌切除仍然是患者的首选。虽然其中一些晚期肝病患者可以进行切除,但病死率较高,肝移植或消融术可能是更好的选择。肝癌已经从普遍死亡的疾病转变为一种可以预防、早期发现和有效治疗的疾病。

2.3 关键词相关的可视化分析

关键词的共现分析:关键词是对文献研究主题和核心内容的高度概括,通过对关键词的共现分析,能够对某一领域中不同研究热点的分布以及发展状况有一个清晰的认识<sup>[10]</sup>。深入分析肝癌与热消融的关系,构建关键词共现网络见图 4。由于本研究以 hepatocellular carcinoma 和 thermal ablation 作

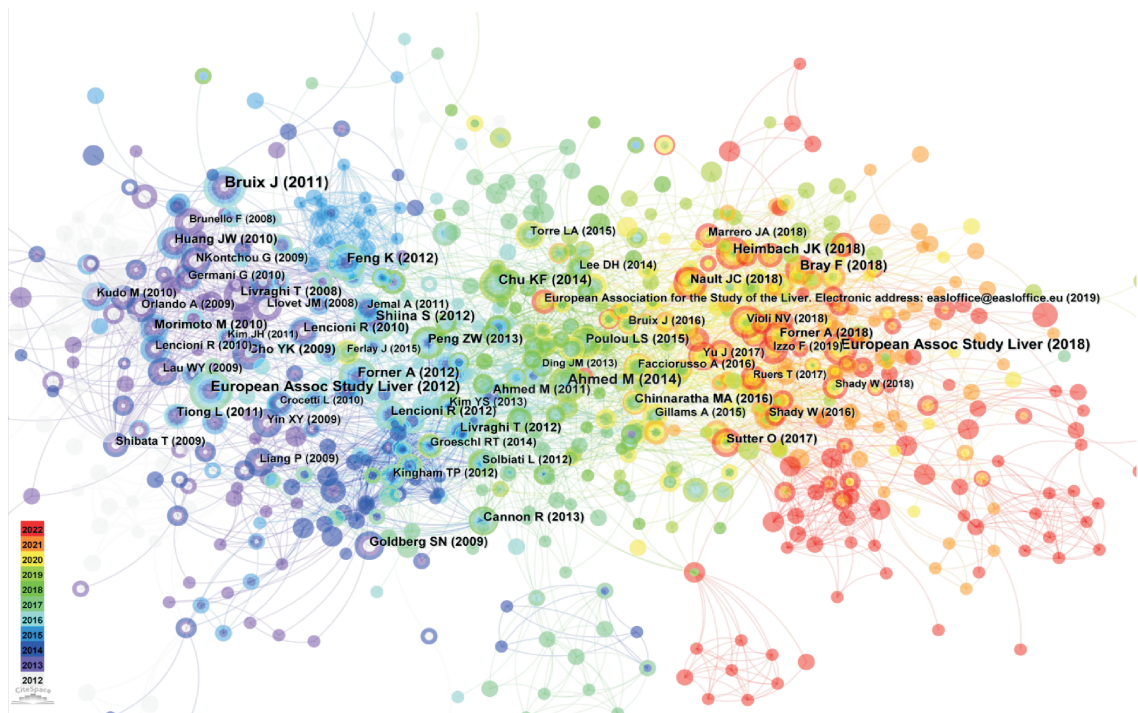


图 3 热消融与肝癌研究论文引文频次分析图谱

表 2 热消融与肝癌研究的核心引文前 10 篇

序号	引用频次	论文
1	93	Bruix J, 2011, HEPATOLOGY, V53, P1020, DOI 10. 1002/hep. 24199
2	77	European Assoc Study Liver, 2018, J HEPATOL, V69, P182, DOI 10. 1016/j. jhep. 2018. 03. 019
3	71	Ahmed M, 2014, RADIOLOGY, V273, P241, DOI 10. 1148/radiol. 14132958
4	67	European Assoc Study Liver, 2012, EUR J CANCER, V48, P599, DOI 10. 1016/j. ejca. 2011. 12. 021
5	55	Chu KF, 2014, NAT REV CANCER, V14, P199, DOI 10. 1038/nrc3672
6	54	Heimbach JK, 2018, HEPATOLOGY, V67, P358, DOI 10. 1002/hep. 29086
7	50	Forner A, 2012, LANCET, V379, P1245, DOI 10. 1016/S0140-6736(11)61347-0
8	49	Shiina S, 2012, AM J GASTROENTEROL, V107, P569, DOI 10. 1038/ajg. 2011. 425
9	49	Feng K, 2012, J HEPATOL, V57, P794, DOI 10. 1016/j. jhep. 2012. 05. 007
10	48	Bray F, 2018, CA-CANCER J CLIN, V68, P394, DOI 10. 3322/caac. 21492

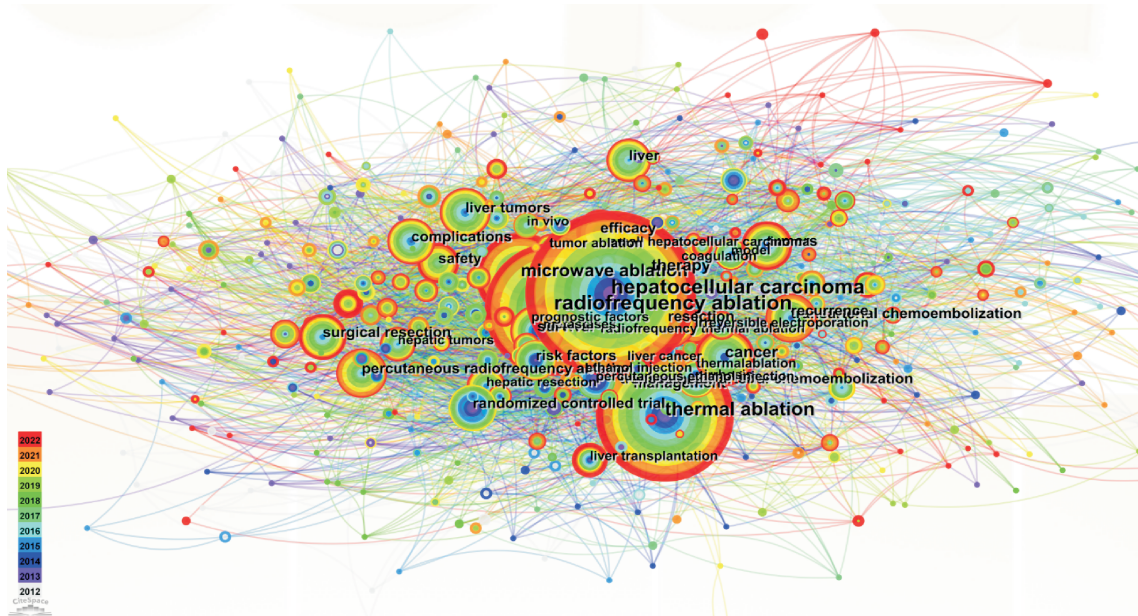


图 4 热消融与肝癌研究论文中关键词共现分析图谱



为主体来检索,因此,出现频次最高的2个主题词是肝癌<sup>[11]</sup> (hepatocellular carcinoma, 957次)和热消融<sup>[12]</sup> (thermal ablation, 650次),出现120次及以上的关键词有射频消融<sup>[13]</sup> (radiofrequency ablation, 649次)、微波消融<sup>[14]</sup> (microwave ablation, 280次)、治疗(therapy, 241次)、癌症(cancer, 163次)、切除术(resection, 147次)、肝脏肿瘤(liver tumor, 147次)、经皮射频消融术<sup>[15]</sup> (percutaneous radiofrequency ablation, 146次)、肿瘤(tumor, 145次)、管理(management, 130次)、存活率(survival, 129次)、经动脉化疗栓塞术<sup>[16]</sup> (transarterial chemoembolization, 128次)等,显示出近年热消融应用于肝癌研究的热点内容,关键词提示主要的消融方法有射频消融、微波消融、经皮射频消融术等。

关键词的聚类分析:聚类分析是一种对拥有多项指标的数据进行分类的统计方法,以指标之间的相似程度为依据,对其进行类别划分,从而达到将指标分类的目的,并找到热消融与肝癌的主要研究方向<sup>[17]</sup>,在关键词共现分析的基础上进行聚类,得到热消融用于治疗肝癌的关键词聚类图谱见图5。共形成6种聚类,分别为:经皮乙醇注射、免疫治疗、融合成像、微波消融、体内热消融、结直肠癌等。

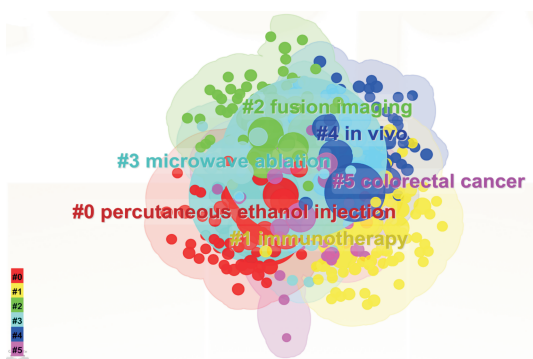


图5 热消融与肝癌研究论文中关键词聚类图谱

突现词指的是通过对词频的分析来检测在一定时期内词频变化率较高的关键词,在一定程度上能够对该领域的研究热点和未来发展趋势进行预测<sup>[18]</sup>。如表3所示,在2012年出现了7个突现词,分别为经皮乙醇注射、随机对照试验、肝硬化、醋酸注射液、肝内复发、预后因素、组织消融,强度最高为13.86,持续时间最长4年;2014年出现了2个突现词,分别为射频热消融、胃肠道,强度最高为5.31,持续时间最长为4年;2015年出现了突现词射频消融,强度为4.11,2018年以后出现了关键词:机制、融合成像、消融技术、诊断、肝细胞癌,最长持续时间5年,是近年来出现的突现词。

### 3 讨论

随着微创治疗和超声医学的发展,对于身体状态较差的老年患者,热消融治疗应用越来越多。超声引导下肝癌的热消融是一种安全有效的治疗手段,与传统的手术切除相比,热消融主要针对早期肿瘤或者身体状态差无法耐受手术的患者<sup>[19]</sup>。在影像技术的指导下,将针形器具插入到肿瘤里面,通过改变局部温度,导致肿瘤组织坏死,达到对肿瘤进行原位灭活的目的<sup>[20]</sup>。这种方法具有微创、精准、安全、经济、疗效显著等优势,然而,当病变的视野不好,病变与肝内外及周围的重要结构相邻时,会发生不彻底的消融或热损伤等并发症<sup>[21]</sup>。目前,肝癌热消融治疗已逐步完善,已有多种联合治疗方法<sup>[22]</sup>。

本研究通过 CiteSpace 软件,利用可视化分析、关键词聚类和时间线视图等方法构建相应的知识图谱。揭示近 11 年热消融用于肝癌的研究方向,结果显示,肝癌热消融相关核心合集年发文量均在 100 篇以上,是肝癌治疗方面的研究热点,我国是肝癌热消融治疗发文数量最多的国家;按照突现强度和持续时间共筛选出 15 个突现词,持续时间最长为 5 年,

表3 突现强度最高的前15个关键词

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2012 - 2022
percutaneous ethanol injection	2012	13.86	2012	2014	████████████████████
randomized controlled trial	2012	12.31	2012	2015	████████████████████
cirrhosis	2012	6.7	2012	2014	████████████████████
acetic acid injection	2012	5.99	2012	2015	████████████████████
intrahepatic recurrence	2012	4.72	2012	2013	████████████████████
prognostic factor	2012	4.41	2012	2013	████████████████████
tissue ablation	2012	4.22	2012	2015	████████████████████
radiofrequency thermal ablation	2012	5.31	2014	2015	████████████████████
gastrointestinal tract	2014	4.03	2014	2017	████████████████████
radio frequency ablation	2012	4.11	2015	2016	████████████████████
mechanism	2018	4.26	2018	2022	████████████████████
fusion imaging	2019	5.75	2019	2022	████████████████████
ablation technique	2017	3.79	2019	2022	████████████████████
diagnosis	2013	5.22	2020	2022	████████████████████
hepatocellular carcinoma	2015	4.18	2020	2022	████████████████████

突现强度最高为 13.86, 其中 2012 年突现词出现最多。

目前, 肝细胞癌的非血管介入局部治疗主要包括射频消融术、微波消融术、高强度聚焦超声消融术、激光消融术、冷冻外科消融术、不可逆电穿孔、经皮乙醇注射和近距离放射治疗。这些技术的进步提高了热消融的治疗效果, 也使更多的患者有了治疗机会<sup>[23]</sup>。

随着临床经验的不断积累, 热消融联合其他治疗的方法也得到了应用, 例如热消融联合经皮乙醇注射治疗肝癌, 与单纯热消融治疗相比, 联合经皮乙醇注射治疗的效果更佳, 不会增加并发症发生的风险, 对于一些特殊部位的肿瘤, 消融也更加完全<sup>[24]</sup>。热消融也可以联合靶向治疗和免疫治疗, 因为热消融治疗能够准确地找到肿瘤位置并通过热效应使肿瘤组织坏死, 这些坏死组织能够释放抗原物质, 进一步增强了免疫治疗的效果, 延缓肿瘤进展, 提高患者的生存周期<sup>[25]</sup>。此外, 在肝癌热消融治疗前, 采用经动脉导管化疗栓塞也可延缓肿瘤进展和延长患者的生存周期<sup>[26]</sup>。

融合成像在肝癌热消融中居于指导地位, 常用的融合成像有超声、CT 和磁共振, 因为超声融合成像具有经济、便捷等特点, 被更多地用于临床。当肿瘤较大时, 消融过程中容易产生遗漏, 融合成像更好地解决了这一问题, 并减少肿瘤的复发<sup>[27]</sup>。

另外值得注意的是, 结直肠癌与肝癌也存在密切的联系。有研究显示, 一半以上的直肠癌会转移到肝脏<sup>[28]</sup>, 且患者很难有机会进行外科手术治疗, 结直肠癌根治术后发生肝转移时, 目前主要采用手术切除及热消融两种方法。与外科手术相比, 热消融在肝转移癌治疗中具有较低的并发症和较高的安全性, 对肝脏转移灶的局部治疗效果及无瘤生存率两者相差不大<sup>[29]</sup>。

总之, 热消融技术是一种安全、有效的肝癌治疗手段, 与手术切除相比, 具有微创、费用低、痛苦小、并发症少等优点。虽然热消融治疗有一定的局限性, 但是随着成像技术和消融技术的不断发展, 对于肝癌治疗的适应证将会变得更广, 为患者带来高质量的生活体验。

#### [参 考 文 献]

- [1] 李鑫, 梁萍. 超声引导下肝癌热消融治疗的现状与进展[J]. 临床肝胆病杂志, 2021, 37: 510-514.
- [2] 张旭辉, 彭玉兰, 廖中凡, 等. 热消融治疗肿瘤的研究进展[J]. 临床超声医学杂志, 2022, 24: 772-775.
- [3] 朱诗迪, 郑琳. 经皮穿刺热消融术在肝细胞癌中的临床应用进展[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31: 1224-1227.
- [4] 郭玺, 汤晓青, 王洁, 等. 早期介入姑息治疗对肝炎相关性肝癌患者疼痛、焦虑影响分析[J]. 昆明医科大学学报, 2022, 43: 93-99.
- [5] 白雪, 张广意, 张燕, 等. 基于 CiteSpace 的国内妊娠期糖尿病护理研究的可视化分析[J]. 护理实践与研究, 2023, 20: 443-448.
- [6] 林夏妃, 吴海霞, 随燕芳, 等. 2009~2018 年癌症康复研究的 CiteSpace 科学知识图谱可视化分析[J]. 医学信息, 2020, 33: 1-7.
- [7] 梁启放, 周尚成, 方春平, 等. 2000~2020 年国内前列腺炎症研究回顾与展望——基于知识图谱的当代学科发展动向研究[J]. 中华男科学杂志, 2021, 27: 535-541.
- [8] 刘胜京, 高庆和, 邓楹君, 等. 基于知识图谱中医药诊治慢性前列腺炎研究现状分析[J]. 中国中西医结合杂志, 2021, 41: 817-822.
- [9] Bruix J, Sherman M. Management of hepatocellular carcinoma: an update[J]. Hepatology, 2011, 53: 1020-1022.
- [10] 王聪, 李龙宣. 基于 CiteSpace 的近 10 年急性缺血性卒中机械取栓领域文献计量可视化分析[J]. 介入放射学杂志, 2023, 32: 478-485.
- [11] Wan C, Zhou B. Research progress on circulating tumor cells of hepatocellular carcinoma [J]. J Interv Med, 2021, 4: 181-183.
- [12] Liu DM, Hadjivassiliou A, Valenti D, et al. Optimized nerve block techniques while performing percutaneous hepatic ablation: literature review and practical use[J]. J Interv Med, 2020, 3: 161-166.
- [13] Habibi M, Berger RD, Calkins H. Radiofrequency ablation: technological trends, challenges, and opportunities [J]. Europace, 2021, 23: 511-519.
- [14] Leuchte K, Staib E, Thelen M, et al. Microwave ablation enhances tumor-specific immune response in patients with hepatocellular carcinoma [J]. Cancer Immunol Immunother, 2021, 70: 893-907.
- [15] Shiina S, Sato K, Tateishi R, et al. Percutaneous ablation for hepatocellular carcinoma: comparison of various ablation techniques and surgery [J]. Can J Gastroenterol Hepatol, 2018: 4756147.
- [16] Brown ZJ, Hewitt DB, Pawlik TM. Combination therapies plus transarterial chemoembolization in hepatocellular carcinoma: a snapshot of clinical trial progress [J]. Expert Opin Investig Drugs, 2022, 31: 379-391.
- [17] 党芳萍, 李惠菊, 田金徽, 等. 我国脑卒中偏瘫患者康复护理研究的可视化分析[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34: 584-587.
- [18] 林丹娜, 伍艳春. 基于 CiteSpace 我国肿瘤病人症状群的可视化分析[J]. 全科护理, 2023, 21: 721-726.
- [19] 陆勇, 熊琨, 沈兵, 等. 基于临床路径的原发性肝癌肝切除术和热消融术诊疗过程质量研究[J]. 中国卫生资源, 2019, 22: 482-485, 492.
- [20] 李磊, 张磊. 超声引导下肝癌热消融的应用及进展[J]. 实