

·医学数据科学·

人工智能在膀胱癌中应用的文献计量分析

张皓哲^{1,2}, 曹敏², 冀明¹, 田腾正¹, 刘洪年¹

(1. 山东第一医科大学第二附属医院泌尿外科, 山东 泰安 271000;

2. 山东第一医科大学/山东省医学科学院研究生院, 山东 济南 250000)

摘要: 目的 通过文献计量学分析对人工智能在膀胱癌领域的应用研究进行总结, 并探讨未来可能的研究热点。方法 选取 Web of Science 核心合集 2000–2023 年有关人工智能在膀胱癌中应用的文献。通过 VOSviewer 和 CiteSpace 进行可视化分析。结果 近年来, 人工智能在膀胱癌中的研究每年都在增加。全部论文发表在 393 种期刊上, 其中发表不少于 5 篇的期刊有 56 种。论文发表量排名前 3 位的期刊分别是 *BJU International* (52 篇)、*European Urology* (46 篇) 和 *Journal of Endourology* (44 篇)。发表文章超过 100 篇的国家包括美国、中国、英国、意大利和德国。美国合作国家较多, 主要是加拿大、中国和意大利, 其他国家之间的合作关系较弱。贡献最高的前 3 位机构分别是 University of North Carolina (40 篇)、Karolinska Institute (37 篇) 和 Roswell Park Cancer Institute (35 篇)。引用最多的作者排名前 3 的为 Guru Khurshid A (31 篇)、Wiklund Peter (30 篇) 和 Prokar Dasgupta (27 篇)。“robot-assisted radical cystectomy”是目前研究热点。出现频率最高的关键词是膀胱癌 (742 次), 其次是并发症 (229 次) 和膀胱切除术 (215 次)。结论 人工智能在膀胱癌中的应用前景广阔。未来各国和各机构之间的合作有待加强。该领域的研究重点已逐渐从有创诊断和治疗转向通过深度学习技术进行无创诊断和精准微创治疗。

关键词: 人工智能; 膀胱癌; 文献计量; 可视化分析

中图分类号: R737.14; TP18

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2024.07.003

文章编号: 1006-1959(2024)07-0014-08

Bibliometric Analysis of the Application of Artificial Intelligence in Bladder Cancer

ZHANG Hao-zhe^{1,2}, CAO Min², JI Ming¹, TIAN Teng-zheng¹, LIU Hong-nian¹

(1. Department of Urology, the Second Affiliated Hospital of Shandong First Medical University, Tai'an 271000, Shandong, China;

2. Graduate School of Shandong First Medical University/Shandong Academy of Medical Science, Jinan 250000, Shandong, China)

Abstract: **Objective** To summarize the application of artificial intelligence in the field of bladder cancer through bibliometric analysis, and to explore possible research hotspots in the future. **Methods** The literature about the application of artificial intelligence in bladder cancer from 2000 to 2023 in the Web of Science core collection was selected. Visual analysis was performed by VOSviewer and CiteSpace. **Results** In recent years, the research of artificial intelligence in bladder cancer has increased every year. All papers were published in 393 journals, of which 56 journals published no less than 5 papers. The top three journals in the number of papers published were *BJU International* ($n=52$), *European Urology* ($n=46$) and *Journal of Endourology* ($n=44$). The countries that had published more than 100 papers included the United States, China, the United Kingdom, Italy and Germany. The United States had more cooperation countries, mainly with Canada, China and Italy, and the cooperation between other countries was weak. The top three institutions with the highest contribution were University of North Carolina ($n=40$), Karolinska Institute ($n=37$) and Roswell Park Cancer Institute ($n=35$). The top three most cited authors were Guru Khurshid A ($n=31$), Wiklund Peter ($n=30$) and Prokar Dasgupta ($n=27$). “robot-assisted radical cystectomy” was a hot topic at present. The most frequent keywords were bladder cancer (742 times), followed by complications (229 times) and cystectomy (215 times). **Conclusion** Artificial intelligence has broad application prospects in bladder cancer. Cooperation between countries and institutions needs to be strengthened in the future. The research focus in this field has gradually shifted from invasive diagnosis and treatment to non-invasive diagnosis and precise minimally invasive treatment through deep learning technology.

Key words: Artificial intelligence; Bladder cancer; Bibliometrics; Visualization

人工智能 (artificial intelligence, AI) 是一种通过机器模拟人类并实现智能化行为的技术和系统, 它通过模仿人的思维方式和行为模式, 利用计算机

和算法来解决复杂问题, 涵盖数学、生物学等众多学科^[1,2]。人工智能被应用于医学影像分析、药物研发和个性化治疗、医疗机器人和辅助手术、患者监测和预警系统等诸多医学领域^[3,4]。膀胱癌发病率在我国全部恶性肿瘤位居第 13 位, 是泌尿系统最常见的恶性肿瘤^[5]。提高诊断准确性给予精准治疗对膀胱癌患者的预后具有重要意义。目前, 经尿道膀胱肿瘤切除术 (TURBT) 后的病理检查和膀胱镜检查是诊断膀胱癌的金标准^[6]。这类方法费用高, 且具有侵入

作者简介: 张皓哲 (1996.12–), 男, 山东泰安人, 硕士研究生, 主要从事泌尿系肿瘤诊疗研究

通讯作者: 刘洪年 (1969.12–), 男, 山东菏泽人, 硕士, 主任医师, 主要从事泌尿系肿瘤、泌尿系结石、泌尿男科疾病诊疗研究

性,容易导致治疗过度或不足^[7]。随着影像组学、病理组学和基因组学的不断发展,人工智能广泛应用于膀胱癌的诊断、肿瘤分期或分级、治疗和预后等方面,大多数研究都取得较好的预测能力^[8-11]。目前,人工智能在膀胱癌领域的应用尚处于初步阶段。分析其全球研究趋势和热点,对下一步的研究具有重要意义。文献计量学分析是一种信息可视化的方法,利用数学和统计方法对世界范围内的文献数据和计量学特征进行定量分析,了解该领域的知识结构,识别研究前沿或热点,在许多领域得到广泛的应用^[12,13]。该方法可以通过数据库中的论文信息,比较各个国家、机构、作者或期刊的研究状况,评估全球科学论文和最新的研究进展,可视化发展趋势^[14,15]。本研究通过收集 Web of Science 数据库核心合集(WoS CC)中的文献数据统计分析 2000–2023 年以 AI 在膀胱癌中的应用为主题的相关研究,采用 CiteSpace 和 VOSviewer 进行可视化分析,总结人工智能在膀胱癌中的应用与发展趋势,为进一步研究指明方向。

1 资料与方法

1.1 资料来源 本研究数据来源于 WoSCC,检索有关 AI 在膀胱癌中的应用的文献,共 1452 篇,通过

剔除重复文献,仅保留论著及综述类文章,最终筛选得到有效文献 1208 篇。数据下载时间为 2023 年 7 月 22 日。获取全部相关文献,导出为纯文本格式。

1.2 统计学方法 通过文献计量工具 CiteSpace 6.2.R2 和 VOSviewer 1.6.19 对导出的文献记录进行计量分析。使用 VOSviewer 进行国家和机构的被引/共被引分析以及关键词共被引分析。利用 CiteSpace 进行机构和作者的合作性分析,以及作者、参考文献和期刊的共被引分析并生成期刊的双地图叠加。

2 结果

2.1 年发文量和期刊分布情况 2000 年以来,人工智能在膀胱癌中的研究每年都在增加;特别是近 5 年来,该研究发展迅速,增长至 2022 年的 197 篇,见图 1A。全部论文发表在 393 种期刊上,其中发表不少于 5 篇的期刊 56 种。论文发表量排名前 3 位的期刊分别是 *BJU International* (52 篇)、*European Urology* (46 篇)和 *Journal of Endourology* (44 篇),见图 1B。*European Urology* 总被引次数为 900 次,远高于其他期刊。根据 2020 年 Journal Citation Report (JCR),在前 10 的期刊中,有 5 种期刊位于 Q1。图 1C 是期刊的双地图重叠,显示被引期刊和被引期刊之间的关系。

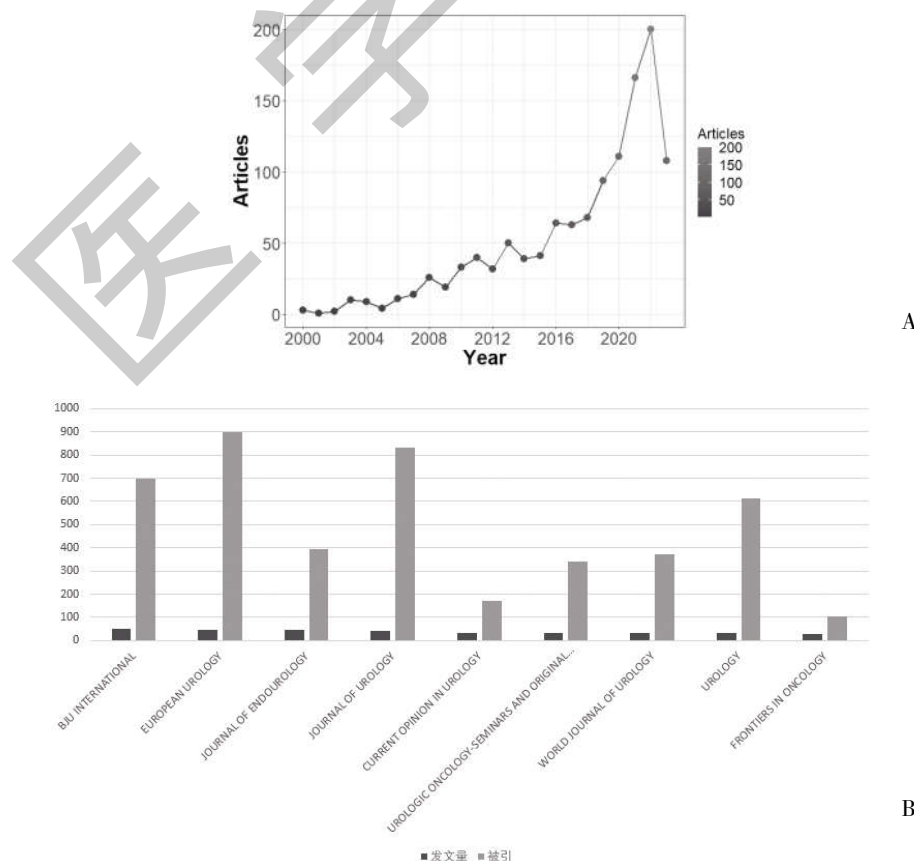


图 1 发文量及期刊分布

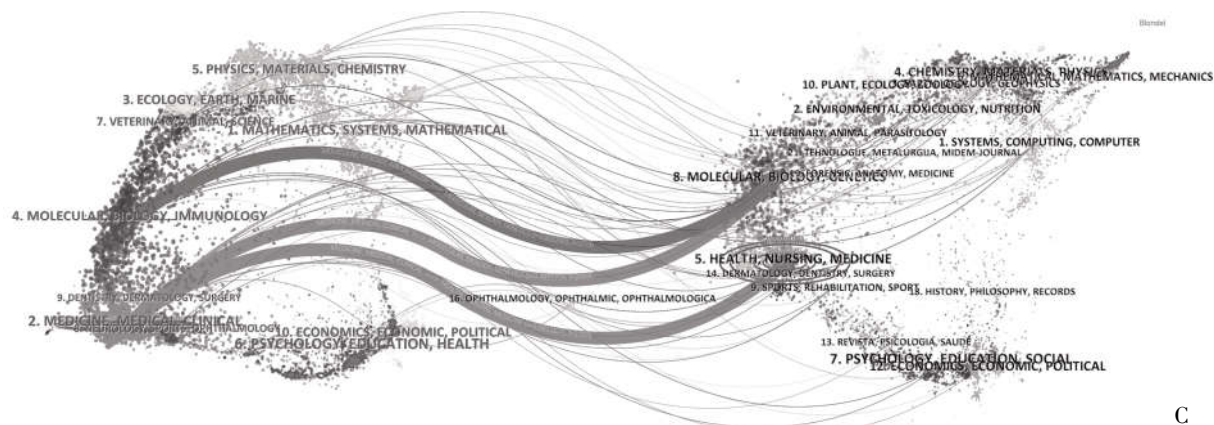


图 1 发文量及期刊分布

2.2 国家分布 共有 60 个国家在这一领域发表文章。从图 2A 的可以看出,发表文章超过 100 篇的国家包括美国、中国、英国、意大利和德国。美国最多(494 篇),其次是中国(262 篇)、英国(144 篇)和意大利(131 篇)。在国家的合作分析中,美国有许多国

家的合作,其中最重要的是加拿大、中国和意大利。其他国家之间的合作关系较弱见图 2B。对不同国家的合作情况进行分析,如图 2C 所示,当最小发表数限制在 5 个以上时,共纳入了 32 个国家。

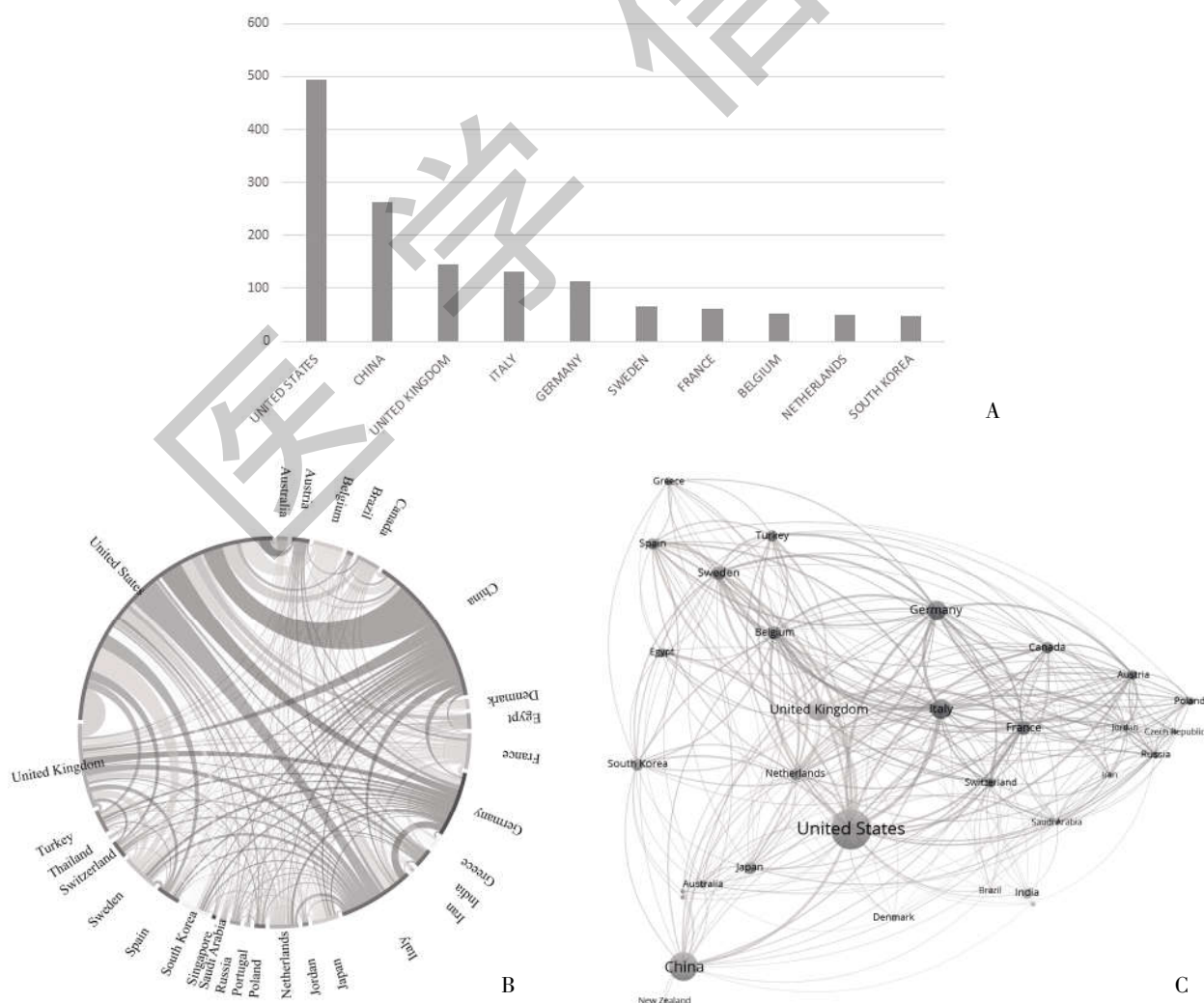


图 2 发文国家分布

2.3 发文机构分布 1790 家机构参与人工智能在膀胱癌中的应用研究。贡献最高的前 3 位机构分别是 University of North Carolina (40 篇)、Karolinska Institute(37 篇)和 Roswell Park Cancer Institute(35 篇)。但多数机构比较分散,缺乏合作,主要集中在欧美机构,见图 3。

2.4 作者及作者共被引分布 共有 6303 位作者和 19 761 位共同被引作者参与这项研究。表 1 为前 10 位生产力最高的作者和前 10 位被引用最多的被引作者。Guru Khurshid A (31 篇)、Wiklund Peter (30 篇)和 Prokar Dasgupta(27 篇)排名前 3,分别有 31 篇,30 篇和 27 篇文章。从图 4A 可以看出,作者的中心性低于 0.1,在作者的合作网络图中只能观察到少量的链接。中间中心性(between-centrality, BC)可以反映节点在网络中的重要程度。BC 值大于 0.1 的节点占据连接大量节点的枢纽位置^[16]。在

共被引作者网络分析中,John P. Stein、Raj S Pruthi 和 Bernard H Bochner 是被引次数最高的前 3 名,见图 4B。

2.5 文献分布 本研究共收录文献 1208 篇,其中被引次数不少于 50 次的文献 141 篇。其中 Hoadley KA^[17] (948 次),Witjes JA^[18](702 次)和 Diamandis EP^[19] (517 次)。此外,共被引文献 27 630 篇。图 5A 为参考文献的共被引网络分析。图 5B 为引文文献的时间轴视图,反映研究热点随时间的变化。根据聚类结果,“predicting survival”是该领域最早的研究。“robot-assisted radical cystectomy”是目前研究热点,这表明当前的热点关注于机器人辅助手术的研究。图 5C 为被引用次数最多的前 25 个参考文献。该领域的被引爆发始于 2008 年,大量的引文文献仍被频繁引用,表明人工智能在膀胱癌中的应用仍是未来几年的研究热点。

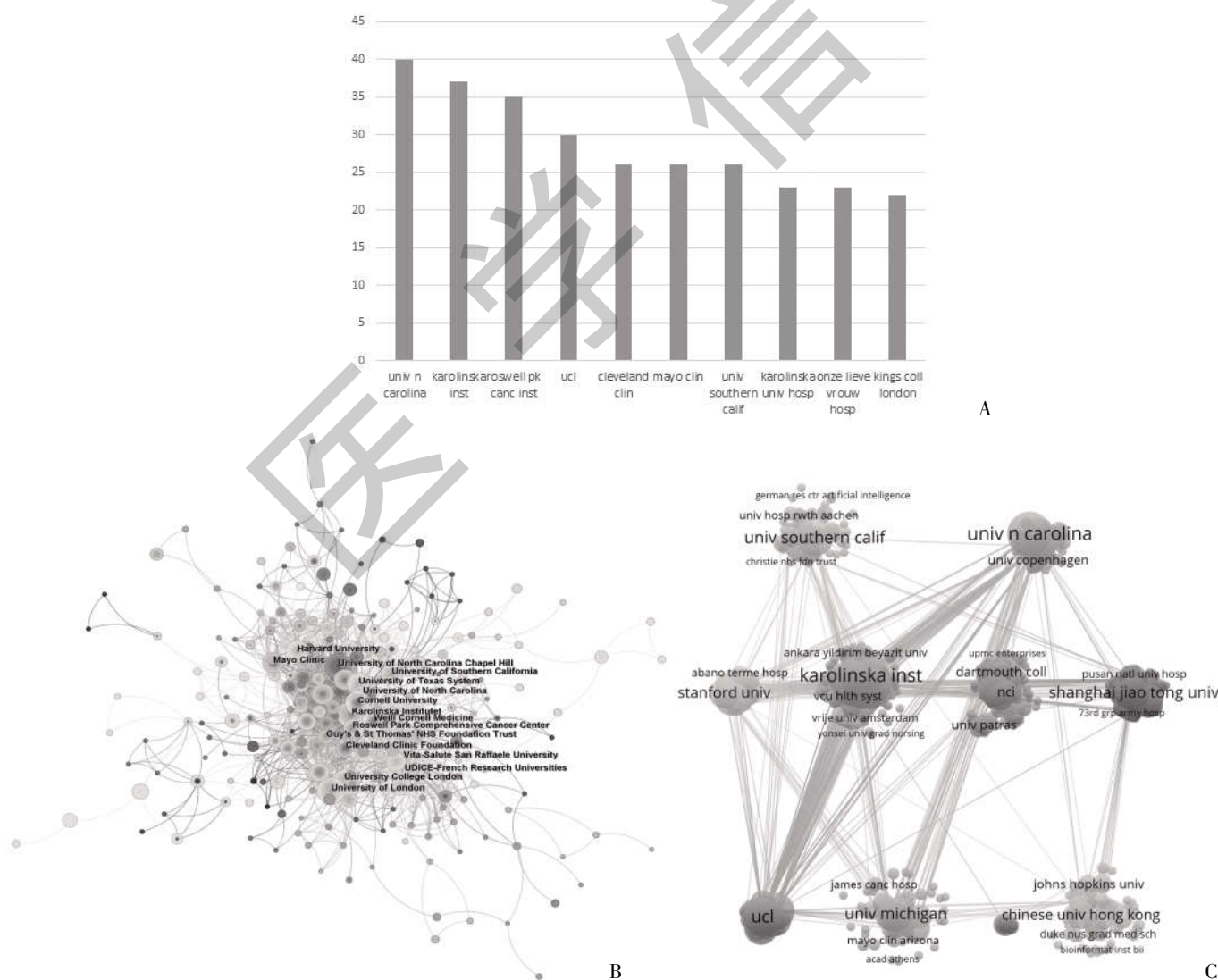


图 3 发文机构分布

表 1 论文量前 10 位的作者和前 10 位被引用次数最高的作者

作者	发文数量	被引作者	引用量
Guru Khurshid A	31	Stein JP	352
Wiklund Peter	30	Pruthi RS	350
Dasgupta Prokar	27	Bochner BH	287
Hosseini Abolfazl	22	Parekh, DJ	239
Gill Inderbir S	21	Menon M	234
Pruthi Raj S	20	Hautmann RE	233
Shariat Shahrokh F	17	Witjes JA	217
Wallen Eric M	17	Herr HW	211
Motttrie Alexandre	16	Khan MS	200
Hussein Ahmed A	14	Novara G	189



图 4 发文作者分布



图 5 文献分布

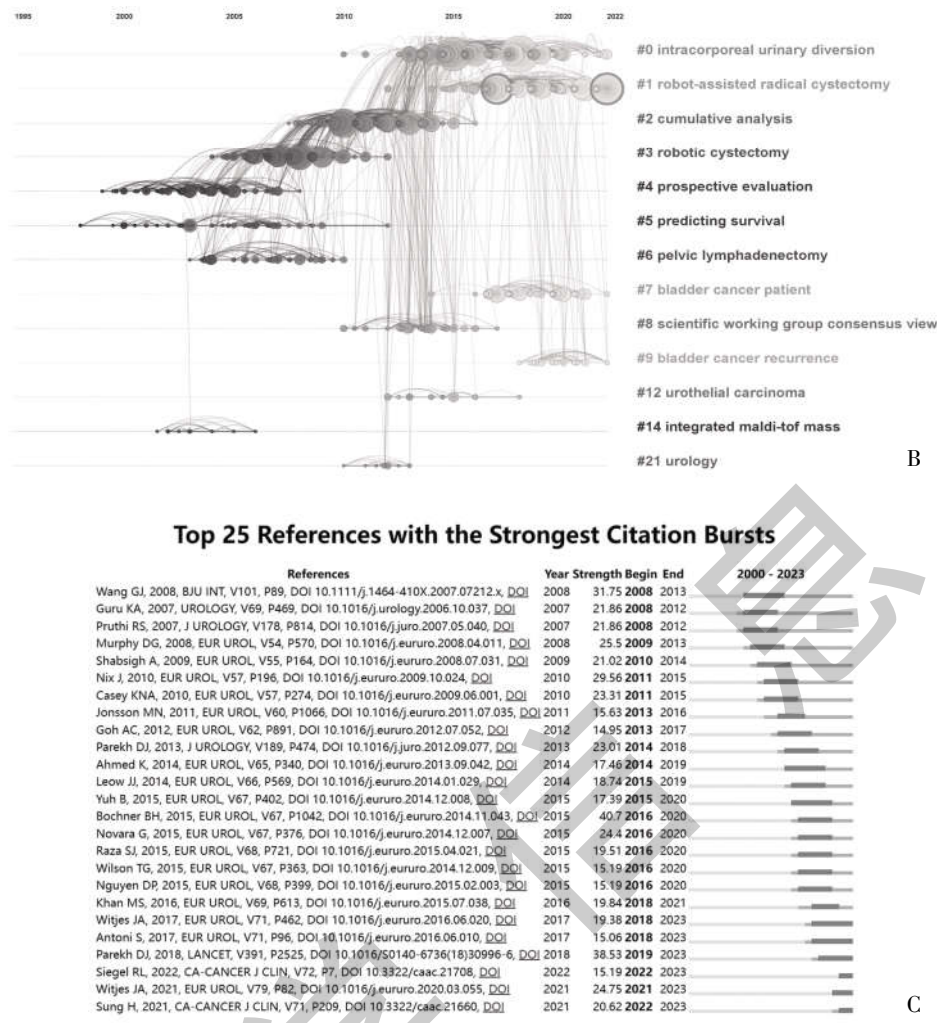


图 5 文献分布(续)

2.6 关键词分布 共纳入关键词 3761 个，其中出现频率不低于 10 次的关键词有 165 个。表 2 为使用频率最高的前 20 个关键字。出现频率最高的关键词是膀胱癌(742 次),其次是并发症(229 次)和膀胱切除术(215 次)。如图 6A 所示,网络可视化图中每一种灰度深浅代表一个聚类。主要显示 3 类,其中第 1 类关注人工智能相关技术在膀胱癌诊断和预测中的应用,如“诊断”“深度学习”“影像组学”等,主要

关注影像学分析、疾病预后预测等方面。第 2 类关注膀胱癌的预后等。第 3 类,以“机器人辅助膀胱根治性切除”“术后并发症”“机器人手术”为主要关键词,重点关注膀胱癌的手术治疗和术后情况。图 6B 是关键词的叠加可视化地图,显示关键词随时间的变化。“机器学习”“深度学习”“影像组学”是近 3 年频繁出现的关键词,预示它们是未来的研究热点。

表 2 前 20 位高频关键词

关键词	频次	关键词	频次	关键词	频次
bladder cancer	742	urothelial carcinoma	115	classification	84
complications	229	cancer	114	lymph-node dissection	82
cystectomy	215	robotics	105	machine learning	82
radical cystectomy	214	invasive bladder-cancer	102	impact	78
outcomes	159	carcinoma	101	surgery	78
urinary-diversion	145	survival	101	lymphadenectomy	77
perioperative outcomes	120	cystoprostatectomy	86		

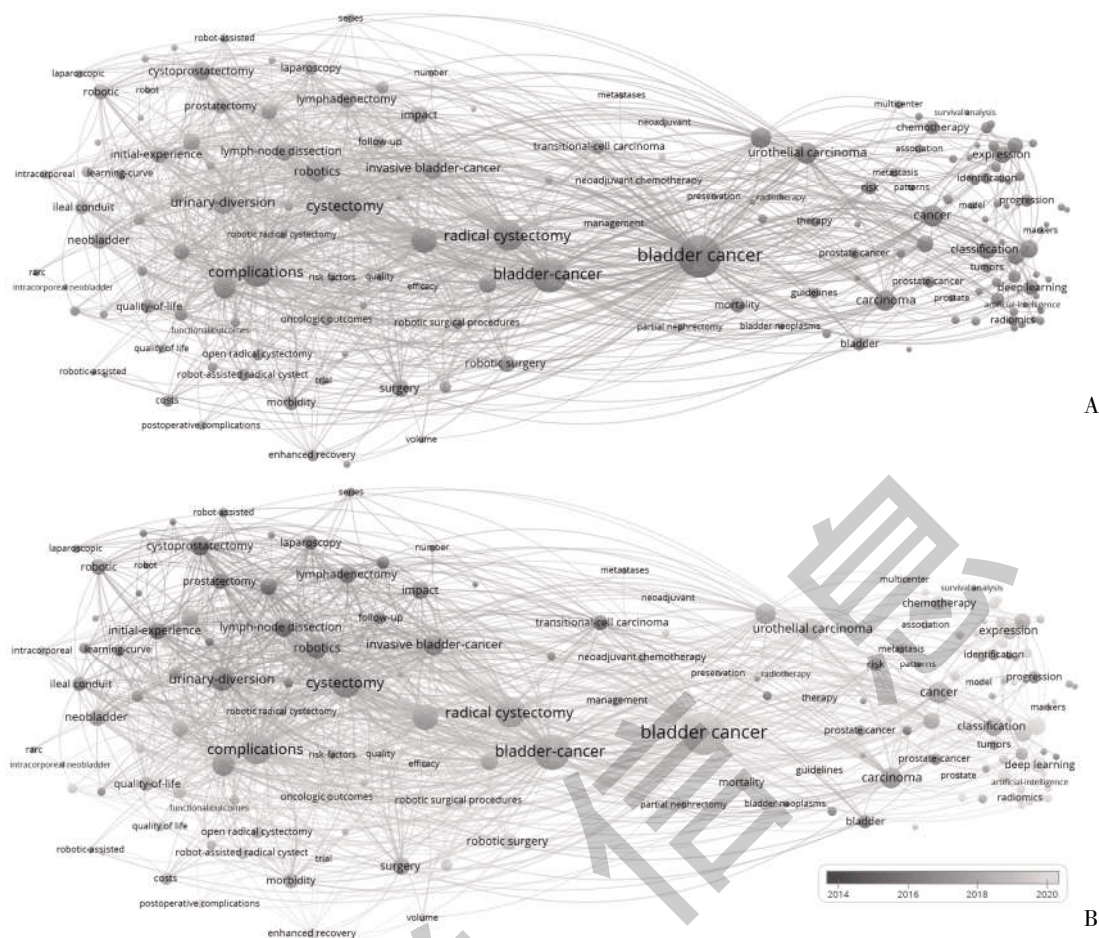


图 6 关键词分布

3 讨论

文献计量学使用可视化软件对现有文献进行综合分析,得出研究发展趋势,预测研究热点^[20]。本研究通过文献计量分析对 AI 在膀胱癌中的应用现状进行总结,并通过两种文献计量软件直观地揭示 AI 在膀胱癌中的发展趋势和未来的研究热点。

在过去的 23 年中,人工智能在各个领域发展迅速,人工智能在膀胱癌中的应用也呈指数增长^[21]。机器学习和深度学习的进步推动人工智能的快速发展。生产率最高的美国发表 494 篇论文。我国、英国等发表的论文数量逐渐增多,说明各国研究人员对 AI 在膀胱癌中的应用更加感兴趣。可以预见,未来会有更多的国家和研究者参与到膀胱癌的人工智能研究中来。我国的出版物数量排名第 2,但高产和被引用的作者较少,已经成为主要的科学论文生产国,但仍需对人工智能算法进行创新并加强国际合作,增加在国际上的学术影响力。

膀胱癌的治疗是一个全球性的健康问题^[22],人工智能在膀胱癌中的应用对膀胱癌的诊断和治疗产

生重要影响。仅有 60 个国家参与人工智能在膀胱癌中的研究,其中超过一半的国家发表的论文不足 10 篇。除我国外,排名前 10 位的国家均为发达国家,表明发展中国家在人工智能应用于膀胱癌方面存在的滞后。从发文期刊来看,发文量排名前 10 的期刊影响因子平均在 2~6 分,说明该领域的研究质量有待提高。

对关键词进行聚类分析发现,研究焦点主要集中在辅助诊断、机器人辅助手术、预测治疗效果及预后。机器人辅助手术是医学领域中人工智能的主要应用之一,可以使用人工智能算法来辅助手术操作和决策,提高手术效果和减少并发症。此外,膀胱癌领域的人工智能研究热点主要集中于预测膀胱癌的发生和发展趋势的应用。2017 年,Cha KH 等^[23]报道了一种基于深度学习卷积神经网络的预测模型,用于预测膀胱癌患者治疗效果。2020 年,Woerl AC 等^[24]通过深度学习模型预测肌层浸润型膀胱癌组织病理学的分子亚型。但如何改进相关技术,以提高检测和预测的准确率存在挑战^[25]。

综上所述,人工智能在膀胱癌的研究中应用广泛,涉及到图像识别、病理分析和个体化治疗等方面,特别是辅助诊断和预后预测方面,受到世界各国学者的重视。我国的学术论文发表数量虽然处于领先地位,但在国际合作方面仍有待进一步加强,国内研究可注重国家和机构间合作,推动人工智能技术的不断发展。此外,该领域的研究重点已逐渐从有创诊断和治疗转向通过深度学习技术进行无创诊断和精准微创治疗。研究人员可以通过文献计量分析获取研究热点以及未来发展方向等方面的信息,为膀胱癌领域中与人工智能相关的研究和临床实践提供参考。

参考文献:

- [1]Yu KH,Beam AL,Kohane IS.Artificial Intelligence In Healthcare[J].Nat Biomed Eng,2018,2(10):719-731.
- [2]Hamet P,Tremblay J.Artificial Intelligence In Medicine [J].Metabolism,2017,69S:S36-S40.
- [3]Shin HC,Roth HR,Gao M,et al.Deep Convolutional Neural Networks For Computer-Aided Detection:Cnn Architectures, Dataset Characteristics And Transfer Learning [J].IEEE Trans Med Imaging,2016,35(5):1285-1298.
- [4]Zhou XY,Guo Y,Shen M,et al.Application of Artificial Intelligence In Surgery[J].Front Med,2020,14(4):417-30.
- [5]国家癌症中心,国家肿瘤质控中心膀胱癌质控专家委员会.中国膀胱癌规范诊疗质量控制指标(2022 版)[J].中华肿瘤杂志,2022,(10):1003-1010.
- [6]Lenis AT,Lec PM,Chamie K,et al.Bladder Cancer:A Review [J].JAMA,2020,324(19):1980-91.
- [7]Botteman MF,Pashos CL,Redaelli A,et al.The Health Economics of Bladder Cancer:A Comprehensive Review of The Published Literature[J].Pharmacoeconomics,2003,21(18):1315-1330.
- [8]Noorbakhsh J,Farahmand S,Foroughi Pour A,et al.Deep Learning-Based Cross-Classifications Reveal Conserved Spatial Behaviors Within Tumor Histological Images [J].Nat Commun, 2020,11(1):6367.
- [9]Wu S,Chen X,Pan J,et al.An Artificial Intelligence System For The Detection of Bladder Cancer Via Cystoscopy:A Multicenter Diagnostic Study[J].J Natl Cancer Inst,2022,114(2):220-227.
- [10]Chen S,Jiang L,Zheng X,et al.Clinical Use of Machine Learning-Based Pathomics Signature For Diagnosis And Survival Prediction of Bladder Cancer [J].Cancer Sci,2021,112(7): 2905-2914.
- [11]Zhao H,Chen Z,Fang Y,et al.Prediction of Prognosis And Recurrence of Bladder Cancer By Ecm-Related Genes [J].J Immunol Res,2022,2022:1793005.
- [12]Li C,Wang L,Perka C,et al.Clinical Application of Robotic Orthopedic Surgery:ABibliometric Study[J].BMC Musculoskelet Disord,2021,22(1):968.
- [13]Yeung AWK,Tzvetkov NT,Józwik A,et al.Food Toxicology:Quantitative Analysis of The Research Field Literature[J].Int J Food Sci Nutr,2020,71(1):13-21.
- [14]Ma C,Su H,Li H.Global Research Trends On Prostate Diseases And Erectile Dysfunction:A Bibliometric And Visualized Study[J].Front Oncol,2020,10:627891.
- [15]Yeung AWK,Tzvetkov NT,Balacheva AA,et al.Lignans: Quantitative Analysis of The Research Literature [J].Front Pharmacol,2020,11:37.
- [16]Wu H,Wang Y,Tong L,et al.The Global Research Trends And Hotspots On Developmental Dysplasia of The Hip:A Bibliometric And Visualized Study[J].Front Surg,2021,8:671403.
- [17]Hoadley KA,Yau C,Wolf DM,et al.Multiplatform Analysis of 12 Cancer Types Reveals Molecular Classification Within And Across Tissues of Origin[J].Cell,2014,158(4):929-944.
- [18]Witjes JA,Bruins HM,Cathomas R,et al.European Association of Urology Guidelines On Muscle-Invasive And Metastatic Bladder Cancer:Summary of The 2020 Guidelines [J].Eur Urol, 2021,79(1):82-104.
- [19]Diamandis EP.Mass Spectrometry As A Diagnostic And A Cancer Biomarker Discovery Tool:Opportunities And Potential Limitations[J].Mol Cell Proteomics,2004,3(4):367-378.
- [20]Merigo JM,Yang JB.A Bibliometric Analysis of Operations Research And Management Science [J].Omega-International Journal of Management Science,2017,73:37-48.
- [21]Checcucci E,Autorino R,Cacciamani GE,et al.Artificial Intelligence And Neural Networks In Urology:Current Clinical Applications[J].Minerva Urol Nefrol,2020,72(1):49-57.
- [22]Sung H,Ferlay J,Siegel RL,et al.Global Cancer Statistics 2020:Globocan Estimates of Incidence And Mortality Worldwide For 36 Cancers In 185 Countries [J].Ca Cancer J Clin, 2021,71(3):209-249.
- [23]Cha KH,Hadjiiski L,Chan HP,et al.Bladder Cancer Treatment Response Assessment In Ct Using Radiomics With Deep-Learning[J].Sci Rep,2017,7(1):8738.
- [24]Woerl AC,Eckstein M,Geiger J,et al.Deep Learning Predicts Molecular Subtype of Muscle-Invasive Bladder Cancer From Conventional Histopathological Slides [J].Eur Urol,2020,78(2): 256-264.
- [25]Bi WL,Hosny A,Schabath MB,et al.Artificial Intelligence In Cancer Imaging:Clinical Challenges And Applications [J].Ca Cancer J Clin,2019,69(2):127-157.

收稿日期:2023-08-14;修回日期:2023-09-04

编辑/肖婷婷