

• 论 著 •

近 10 年人工智能在心脏骤停中的研究趋势: 基于
Bibliometrix 的可视化分析龙 琼¹, 钟志涛^{2△}

(自贡市第四人民医院; 1. 检验科; 2. 急诊科, 四川 自贡 643000)

[摘 要] **目的** 探讨近 10 年来人工智能用于心脏骤停领域的研究趋势。**方法** 通过检索科学网数据库获取人工智能用于心脏骤停领域的相关文献, 对文献进行筛选后采用 Bibliometrix 软件对发文量、引文量、关键词等进行分析。**结果** 共纳入 278 篇文章。近 10 年人工智能用于心脏骤停领域的相关研究呈迅速增长趋势, 年增长率为 52.6%。发文量排前 3 位的国家分别为美国[27.5%(79/287)]、中国[12.5%(36/287)]、韩国[12.5%(36/287)]。发文量排前 3 位的机构分别为首尔大学[10.5%(30/287)]、匹兹堡大学[8.7%(25/287)]、台北医学大学[8.4%(24/287)]。*Resuscitation* 是刊载相关文献量排名第一的期刊。关键词排名前 3 者分别为 cardiopulmonary-resuscitation[6.4%(51/803)]、cardiac-arrest[6.1%(49/803)]、survival[5.6%(45/803)]。关键词聚类分别为人工智能与心脏骤停后急救、人工智能与心脏骤停发生的预测模型、不同心脏骤停相关人工智能模型的比较、人工智能与心脏骤停治疗及预后方面 4 类。**结论** 人工智能在心脏骤停的急救、预测、治疗、效果评估等多方面得到了广泛研究, 未来人工智能用于心脏骤停领域仍是研究热点。

[关键词] 人工智能; 心脏骤停; 研究趋势; Bibliometrix; 文献计量学

DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2024.09.004

中图法分类号: R541.7+8

文章编号: 1009-5519(2024)09-1456-06

文献标识码: A

**Research trend of artificial intelligence in cardiac arrest in recent 10 years:
visual analysis based on Bibliometrix**

LONG Qiong¹, ZHONG Zhitao^{2△}

(1. Department of Laboratory; 2. Department of Emergency, Zigong Fourth
People's Hospital, Zigong, Sichuan 643000, China)

[Abstract] **Objective** To explore the research trend of artificial intelligence in the field of cardiac arrest in the past 10 years. **Methods** Literature related to the application of artificial intelligence in the field of cardiac arrest was obtained by searching the Science Network database. After screening the literature, the Bibliometrix software was used to analyze the number of publications, citations, keywords, etc. **Results** A total of 278 articles were included. In the past 10 years, the research on artificial intelligence in the field of cardiac arrest has shown a rapid growth trend, with an annual growth rate of 52.6%. The top three countries with the largest number of publications were the United States[27.5%(79/287)], China[12.5%(36/287)], and South Korea[12.5%(36/287)]. The top three institutions with the largest number of publications were University of Seoul[10.5%(30/287)], University of Pittsburgh[8.7%(25/287)] and Taipei Medical University[8.4%(24/287)]. *Resuscitation* is the journal with the largest number of published literature. The top three keywords were cardiopulmonary-resuscitation[6.4%(51/803)], cardiac-arrest[6.1%(49/803)] and survival[5.6%(45/803)]. Keyword clustering was divided into four categories: artificial intelligence and first aid after cardiac arrest, artificial intelligence and prediction model of cardiac arrest, comparison of different artificial intelligence models related to cardiac arrest, artificial intelligence and treatment and prognosis of cardiac arrest. **Conclusion** Artificial intelligence has been widely studied in the first aid, prediction, treatment and effect evaluation of cardiac arrest. In the future, artificial intelligence is still a research hotspot in the field of cardiac arrest.

[Key words] Artificial intelligence; Cardiac arrest; Research trends; Bibliometrix; Bibliometrics

心脏骤停是常见危急重症, 我国平均每年有 54.4 万人发生心脏骤停^[1], 且有逐年增长趋势。心脏骤停

患者病死率高, 我国医院外心脏骤停患者仅有 1.3% 能存活出院, 其中仅有 1.0% 的患者神经功能转归良

好^[2]。因此,早期预测心脏骤停的发生对改善患者预后尤为重要。随着人工智能用于医学领域,深度学习、人工神经网络、大数据应用在心脏骤停的急救、预测、治疗、效果评估等多方面得到了广泛研究。近年来,有关人工智能用于心脏骤停领域的研究日益增多,但目前的研究尚缺乏系统性可视化分析。Bibliometrix 是文献计量学工具^[8],能对文献进行计量、相关性等可视化分析。本研究应用 Bibliometrix 对科学网(WOS)近 10 年人工智能用于心脏骤停的文献进行了分析,旨在探究该领域的研究现况,为该领域研究方向提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象 将科学网数据库中人工智能用于心脏骤停领域的相关文献作为研究对象。

1.2 方法

1.2.1 检索策略 检索式为(TS=(“cardiac arrest”) OR TS=(“heart arrest”) AND[(TS=(“artificial intelligence”) OR TS=(“computational intelligence”) OR TS=(“deep learning”)OR TS=(“computer aided”) OR TS=(“machine learning”) OR TS=(“data learning”) OR TS=(“artificial neural net-

work”) OR TS=(“reinforcement learning”) OR TS=(“big data”)]。检索时间为 2013 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日,将文献语种限定为“English”,文献类型选择“article”和“review”。导出完整文献记录,并分别以 savedrecs. bib、savedrecs. txt 格式保存。

1.2.2 可视化分析 在 R4. 3. 0 软件中运行 Bibliometrix (<https://www.bibliometrix.org>),导入 savedrecs. bib 文件,对发文量(国家、机构、期刊、作者等)、引文量、关键词等进行分析。在 VOSviewer 1. 6. 18 软件中的 savedrecs. txt 格式文件中对关键词聚类、时序图进行可视化分析研究趋势。

2 结果

2.1 文献检索结果 WOS 数据库中共收录 378 篇文章。通过筛选,最后纳入 287 篇文章,其中“review”32 篇,“article”248 篇,“article; book chapter”1 篇,“article; data paper”1 篇,“article; early access”3 篇,“article; proceedings paper”2 篇。平均每篇文章被引 12. 20 次,2018 年后年发文量呈快速增长趋势,近 5 年发文量占总发文量的 91. 6%(263/287)。见图 1。年引文量最高为 8. 17 次。

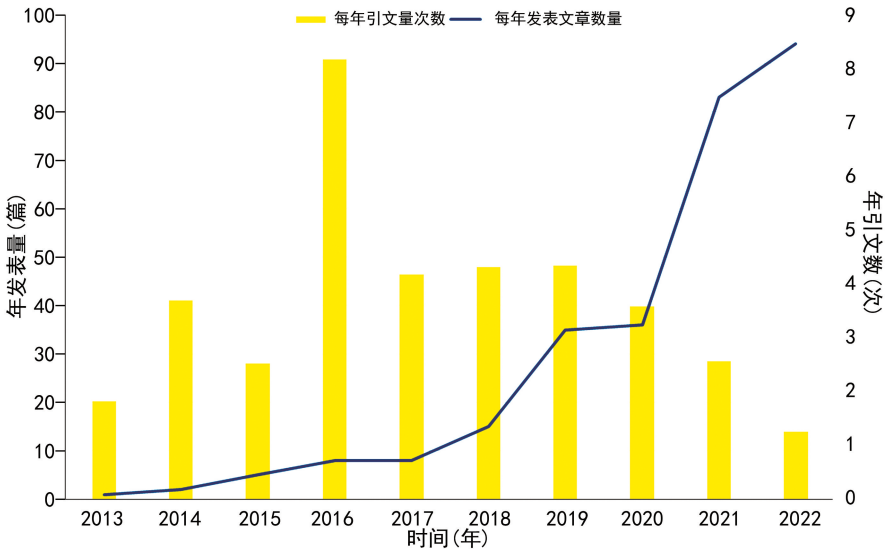


图 1 近 10 年人工智能在心脏骤停领域每年全球发文量及引文量

2.2 文献分布特点 40 个国家或地区中美国发文量[27. 5%(79/287)]排名第一,其次为中国[12. 5%(36/287)]、韩国[12. 5%(36/287)],发文量排名前三的国家占总发文量的 52. 6%(151/287),见表 1。在 649 个机构中首尔大学[10. 5%(30/287)]、匹兹堡大学[8. 7%(25/287)]、台北医学大学[8. 4%(24/287)]发文量排名前 3 位。排前 10 位的机构中以韩国机构发文量[21. 6%(62/287)]、美国机构发文量[17. 8%(51/287)]居多,见表 2。在 149 个期刊中 Resuscitation 发文量排名第一[8. 0%(23/287)],见表 3。同时其总被引量也排名第一,足见其在该领域的核心地位。4 500 名作者中 IRUSTA U 发文量排第一

[5. 2%(15/287)],见表 4。

表 1 近 10 年人工智能在心脏骤停领域发文量排名前 10 位的国家或地区

序号	国家	发文量 [n(%), n=287]	单个国家 出版(篇)	多国协作 出版(篇)	多国协作 出版率(%)
1	美国	79(27. 5)	70	9	11. 4
2	中国	36(12. 5)	31	5	13. 9
3	韩国	36(12. 5)	34	2	5. 6
4	西班牙	16(5. 6)	4	12	75. 0
5	印度	13(4. 5)	10	3	23. 1

续表 1 近 10 年人工智能在心脏骤停领域发文量排前 10 位的国家或地区

序号	国家	发文量 [n(%), n = 287]	单个国家 出版(篇)	多国协作 出版(篇)	多国协作 出版率(%)
6	日本	10(3.5)	6	4	40.0
7	荷兰	10(3.5)	9	1	10.0
8	新加坡	9(3.1)	5	4	44.4
9	加拿大	6(2.1)	6	0	0
10	瑞典	6(2.1)	3	3	50.0

表 2 近 10 年人工智能在心脏骤停领域发文量排前 10 位的机构

序号	组织	国家	发文量 [n(%), n = 287]	总被引量 (篇)
1	Seoul National University	韩国	30(10.5)	20
2	University of Pittsburgh	美国	25(8.7)	17
3	Taipei Medical University	中国	24(8.4)	18
4	Johns Hopkins University	美国	19(6.6)	0
5	University of Washington	美国	17(5.9)	44
6	Yonsei University	韩国	16(5.6)	19
7	Sungkyunkwan University	韩国	16(5.6)	12
8	National Taiwan University	中国	15(5.2)	1
9	Lund University	瑞典	14(4.9)	46
10	University of Toronto	加拿大	14(4.9)	6

2.3 关键词及聚类分析 共有 803 个关键词,排前 50 位的关键词见图 2。cardiopulmonary-resuscitation[6.4%(51/803)]、cardiac-arrest[6.1%(49/803)]、survival[5.6%(45/803)]、mortality[4.1%(33/803)]、re-suscitation[3.4%(27/803)]、risk[3.2%(26/803)]、care[3.1%(25/803)]、outcomes[3.1%(25/803)]、

validation[3.1%(25/803)]、association[2.9%(23/803)]排名靠前。在 VOSviewer 软件中设置阈值为 5,去重后获得 88 个关键词进行聚类分析共形成 4 个聚类,分别为红、绿、蓝、黄。见图 3。进行时序图分析后发现,人工智能在心脏骤停的研究热点从对心脏骤停流行病学、病因学等方面逐步向心脏骤停预警系统、精准治疗、预后模型等研究变化。见图 4。

2.4 文献被引用情况 被引用量最多的是 CHURPEK 等^[4]发表在 *Crit Care Med* 的《Multicenter comparison of machine learning methods and conventional regression for predicting clinical deterioration on the wards》,该文主要利用临床指标、生命体征情况采用多种模型预测发生心脏骤停、转入重症监护室、死亡等结果。见表 5。该文共引用 322 次,平均每年引用 40.25 次。

表 3 近 10 年人工智能在心脏骤停领域发文量排前 10 位的期刊

序号	期刊	发文量 [n(%), n = 287]	总被引量 (篇)
1	<i>Resuscitation</i>	23(8.0)	63
2	<i>Critical Care Medicine</i>	9(3.1)	57
3	<i>Plos One</i>	9(3.1)	44
4	<i>Jmir Medical Informatics</i>	6(2.1)	31
5	<i>American Journal of Emergency Medicine</i>	6(2.1)	19
6	<i>Scientific Reports</i>	6(2.1)	16
7	<i>Sensors</i>	6(2.1)	13
8	<i>Journal of Clinical Medicine</i>	5(1.7)	13
9	<i>Journal of the American Heart Association</i>	4(1.4)	11
10	<i>Ieee Transactions on Biomedical Engineering</i>	4(1.4)	10

表 4 近 10 年人工智能在心脏骤停领域发文量排前 10 位的作者

序号	第一作者	组织	发文量 [n(%), n = 287]	总被引量 (篇)
1	IRUSTA U	University of the Basque Country UPV/EHU	15(5.2)	64
2	ARAMENDI E	University of the Basque Country UPV/EHU	12(4.2)	54
3	LEE Y J	Vuno, Seoul, Korea	9(3.1)	100
4	PARK J	Mediplex Sejong Hospital,	7(2.4)	73
5	ONG M E H	Singapore General Hospital	7(2.4)	16
6	LIU N	National University of Singapore	7(2.4)	16
7	WIK L	Norwegian National Advisory Unit on Prehospital Emergency Medicine(NAKOS)	7(2.4)	40
8	KWON J M	Mediplex Sejong Hospital,	6(2.1)	73
9	KIM J W	Mediplex Sejong Hospital	6(2.1)	28
10	EDELSON D P	University of Chicago	6(2.1)	39

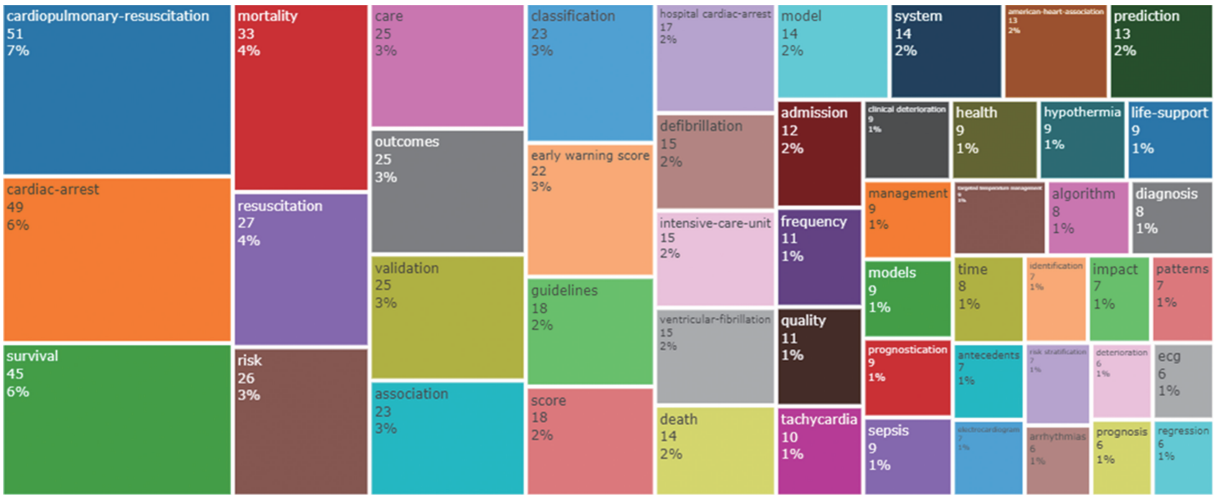
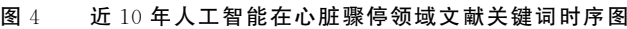


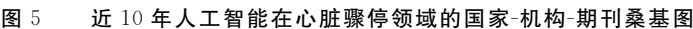
表 5 近 10 年人工智能在心脏骤停领域被引用排前 10 位的文献

序号	第一作者	文章标题	期刊	年份	被引用量 (次)	年被引用量 (次)
1	CHURPEK M M	Multicenter comparison of machine learning methods and conventional regression for predicting clinical deterioration on the wards	<i>Crit Care Med</i>	2016	322	40.25
2	KWON J M	An algorithm based on deep learning for predicting in-hospital cardiac arrest	<i>J Am Heart Assoc</i>	2018	134	22.33
3	QAYYUM A	Secure and robust machine learning for healthcare:a survey	<i>IEEE Rev Biomed Eng</i>	2021	109	36.33
4	VERMA L	A hybrid data mining model to predict coronary artery disease cases using non-invasive clinical data	<i>J Med Syst</i>	2016	93	11.63
5	BLOMBERG S N	Machine learning as a supportive tool to recognize cardiac arrest in e-mergency calls	<i>Resuscitation</i>	2019	75	15.00
6	NANAYAKKARA S	Characterising risk of in-hospital mortality following cardiac arrest using machine learning:A retrospective international registry study	<i>PLoS Med</i>	2018	57	9.50
7	RAD A B	ECG-based classification of resuscitation cardiac rhythms for retrospective data analysis	<i>IEEE Rev Biomed Eng</i>	2017	51	7.29

序号	第一作者	文章标题	期刊	年份	被引用量 (次)	年被引用量 (次)
8	WELLNER B	Predicting unplanned transfers to the intensive care unit:a machine learning approach leveraging diverse clinical elements	<i>JMIR Med Inform</i>	2017	50	7.14
9	MERATH K	Use of machine learning for prediction of patient risk of postoperative complications after liver,pancreatic,and colorectal surgery	<i>J Gastrointest Surg</i>	2020	49	12.25
10	LIU N	Prediction of adverse cardiac events in emergency department patients with chest pain using machine learning for variable selection	<i>Curr Neurovasc Res</i>	2008	180	11.25



国发文占比排名前3的机构是国立首尔大学、成均馆大学、延世大学。在 *Resuscitation* 中发文排名前3的国家依次为美国(46次)、韩国(18次)、中国(10次)。



人工智能在心脏骤停领域相关文献近 5 年发文

量占总发文量的 91.6%，年发文增长率为 57.5%，可见近年来相关研究热度持续上升，预计发文量将持续增

加。发文量排名前 3 的国家是美国、中国、韩国,年增长率为 52.6%,发文量排名前 3 的机构是首尔大学、匹兹堡大学、台北医学大学,合作最密切的是美国与西班牙、西班牙与挪威,其次是中国与美国,可见研究呈全球化趋势。关键词聚类共分为 4 类,由图 3 可见,聚类 1(红色)主要是人工智能与心脏骤停后急救。包含 emergency medical services、cardiopulmonary-resuscitation、spontaneous circulation、automated external defibrillators、ventricular-fibrillation。BLOMBERG 等^[5]采用语音识别软件,对调度中心来电信息内容进行机器学习并建立模型,该模型能辅助调度员识别心脏骤停患者。聚类 2(绿色)主要关于人工智能与心脏骤停发生的预测模型。包含 early warning score、prediction model、clinical deterioration、score、clinical deterioration 等。LEE 等^[6]开发出基于深度学习的早期预警评分,并通过验证队列结果显示,基于深度学习的早期预警评分在医院内心脏骤停预测、警报和及时性 3 个关键方面均优于传统早期预警评分。LU 等^[7]采用机器学习的方法开发出根据分诊数据预测就诊于急诊科的患者发生心脏骤停的模型。聚类 3(蓝色)主要关于不同心脏骤停相关人工智能模型的比较,包括 machine learning、artificial intelligence、random forest、risk stratification、big data 等。KWON 等^[8]开发基于深度学习的医院外心脏骤停预后系统,经过验证队列后认为,基于深度学习的医院外心脏骤停预后系统能准确地预测医院外心脏骤停患者的神经功能恢复和出院生存率,且优于传统方法。JOHNSSON 等^[9]认为,使用人工神经网络的机器学习模型可较好地预测患者的神经功能恢复及生存率,且优于基于传统逻辑回归模型。聚类 4(黄色)主要是人工智能与心脏骤停治疗及预后方面,包括 targeted temperature management、guidelines、electroencephalography、hypothermia、outcome prediction 等。ANDERSSON 等^[10]通过收集患者前 3 d 的临床变量和生物标志物建立人工神经网络,该模型能较好地预测医院外心脏骤停后的神经系统结果。KIM 等^[11]基于当地心脏骤停数据库开发出医院外心脏骤停的时间自适应预测模型,该模型能基于时间推移,以每分钟预测医院外心脏骤停患者的结局。

综上所述,人工智能已广泛用于心脏骤停多个领域,已开发出多款人工智能模型、评分等,对心脏骤停患者的预警、治疗、预后评估等发挥了积极作用,未来该领域的研究热度有持续增长趋势。

参考文献

- [1] MA Q, FENG L, WANG T, et al. 2020 expert consensus statement on neuro-protection after cardiac arrest in China[J]. *Ann Transl Med*, 2021, 9(2):175.
- [2] SHAO F, LI C S, LIANG L R, et al. Outcome

of out-of-hospital cardiac arrests in Beijing, China[J]. *Resuscitation*, 2014, 85(11):1411-1417.

- [3] ZHAO J Y, LI M. Worldwide trends in prediabetes from 1985 to 2022: A bibliometric analysis using bibliometrix R-tool[J]. *Front Public Health*, 2023, 11:1072521.
- [4] CHURPEK M M, YUEN T C, WINSLOW C, et al. Multicenter comparison of machine learning methods and conventional regression for predicting clinical deterioration on the wards[J]. *Crit Care Med*, 2016, 44(2):368-374.
- [5] BLOMBERG S N, CHRISTENSEN H C, LIPPERT F, et al. Effect of machine learning on dispatcher recognition of out-of-hospital cardiac arrest during calls to emergency medical services: A randomized clinical trial[J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4(1):e2032320.
- [6] LEE Y J, CHO K J, KWON O, et al. A multi-centre validation study of the deep learning-based early warning score for predicting in-hospital cardiac arrest in patients admitted to general wards[J]. *Resuscitation*, 2021, 163:78-85.
- [7] LU T C, WANG C H, CHOU F Y, et al. Machine learning to predict in-hospital cardiac arrest from patients presenting to the emergency department[J]. *Intern Emerg Med*, 2023, 18(2):595-605.
- [8] KWON J M, JEON K H, KIM H M, et al. Deep-learning-based out-of-hospital cardiac arrest prognostic system to predict clinical outcomes[J]. *Resuscitation*, 2019, 139:84-91.
- [9] JOHNSSON J, BJORNSSON O, ANDERSSON P, et al. Artificial neural networks improve early outcome prediction and risk classification in out-of-hospital cardiac arrest patients admitted to intensive care[J]. *Crit Care*, 2020, 24(1):474.
- [10] ANDERSSON P, JOHNSSON J, BJORNSSON O, et al. Predicting neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest with cumulative information; Development and internal validation of an artificial neural network algorithm[J]. *Crit Care*, 2021, 25(1):83.
- [11] KIM J W, HA J, KIM T, et al. Developing a time-adaptive prediction model for out-of-hospital cardiac arrest: Nationwide cohort study in Korea[J]. *J Med Internet Res*, 2021, 23(7):e28361.

(收稿日期:2023-10-21 修回日期:2023-12-15)