

• 临床研究 Clinical research •

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

王 聪, 李龙宣

【摘要】 目的 对 Web of Science 中近 10 年国内外急性缺血性卒中机械取栓领域的文献进行计量和可视化分析,探讨该领域研究现状和发展趋势。**方法** 运用文献计量学 CiteSpace 5.8.R3 软件,以 Web of Science 核心合集数据库为检索源,对 2012~2021 年急性缺血性卒中机械取栓领域的相关文献,进行共现/共被引网络分析及图形可视化。**结果** 经筛选本研究共纳入 4 946 篇文献,近 10 年全球发文量呈上升趋势,中国发文量位居第 3,美国处于核心领先地位,被引频次排名前 10 位文献的作者和发表论著数量前 10 位的作者均为国外研究人员;发文量前 10 位的机构中首都医科大学是唯一上榜的中国机构,位列第 7;近 10 年研究热点聚焦于急性缺血性卒中的治疗方式和取栓器材上;发展趋势与前沿将继续集中在急性缺血性卒中治疗的临床研究。**结论** 近年来全球急性缺血性卒中机械取栓研究领域发展迅猛,中国和西方发达国家之间差距明显,未来的研究趋势可能仍为取栓装置的探索创新和疾病治疗的临床研究。

【关键词】 急性缺血性卒中;机械取栓;可视化分析;CiteSpace

中图分类号:R743.3 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2023)-05-0478-08

CiteSpace-based measurement visualization analysis of the most recent decade literature concerning the mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke WANG Cong, LI Longxuan. Department of Neurology and Institute of Neurology, Ruijin Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China

Corresponding author: LI Longxuan, E-mail: longxuanlee2006@hotmail.com

【Abstract】 Objective To conduct a measurement visualization analysis of the most recent decade literature collected from Web of Science concerning the mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke, and to discuss the research status and development trend in this field. **Methods** Original articles and reviews related to the thrombectomy in the treatment of acute ischemic stroke between 2012 and 2021 were retrieved from Web of Science Core Collection. By using bibliometrics CiteSpace 5.8.R3 software, the co-occurrence/co-citation network analysis and graphic visualization of the collected literature materials were carried out. **Results** A total of 4 946 articles were included in this study. In the past 10 years, the global publication volume was on the rise, among them, China ranked third in terms of the number of publications and the United States was in the front-runner status. Both the top 10 authors whose papers were most frequently cited and the top 10 authors who had published the largest number of papers were foreign researchers. The Capital Medical University of China was the only Chinese institution among the 10 medical institutions that had published the largest number of papers, ranking the seventh on the list. In the past 10 years, the research was focused on the treatment method for acute ischemic stroke and on the thrombectomy equipment. The research trend and frontier would continue to be the clinical treatment of acute ischemic stroke. **Conclusion** In the past 10 years, great progress in the research on mechanical thrombectomy of acute ischemic stroke has been achieved world-wildly, and there is an obvious gap between China and western developed countries. The future research

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2023.05.014

基金项目:国家自然科学基金(82171462)

作者单位:200025 上海 上海交通大学医学院附属瑞金医院神经内科和神经病学研究所

通信作者:李龙宣 E-mail: longxuanlee2006@hotmail.com

trend may still focus on the exploration and innovation of thrombectomy device and on the clinical study of disease treatment. (J Intervent Radiol, 2023, 32: 478-485)

[Key words] acute ischemic stroke; mechanical thrombectomy; visualization analysis; CiteSpace

卒中是由于脑部血管突然破裂或因血管阻塞导致血液不能流入大脑而引起脑组织损伤的一组疾病,其中 80% 为急性缺血性卒中(acute ischemic stroke, AIS)。AIS 具有高发病、高致残和高病死率特点^[1]。目前认为, AIS 的治疗关键在于及时的做到血管再通,以挽救缺血半暗带^[2]。静脉注射重组组织型纤溶酶原激活物(rt-PA)进行溶栓是目前 AIS 早期血管再通的主要治疗方法。但由于静脉溶栓具有严格的时间窗限制,对于血栓负荷较大的闭塞动脉,溶栓效果可能较差。而机械取栓(mechanical thrombectomy)由于避免使用溶栓剂而降低了颅内出血的风险,血管重建的速度可能更快^[3],针对静脉溶栓的薄弱环节进行了优势互补^[4]。近些年来,随着技术材料以及筛选策略的更新,全球范围内的机械取栓的数量呈现爆发式增长,并被列为 AIS 一线治疗方法^[2]。

CiteSpace 是 Citation Space 的简称,可译为“引文空间”,是一款由陈超美教授开发、应用于科学文献中识别并显示科学发展新趋势和新动态的软件,利用 Citespace 可以寻找某一学科领域的研究进展和当前的研究前沿,及其对应的知识基础。通常将通过此类方法分析得到的可视化图形称为“科学知识图谱”或“科学地图”。

本研究旨在通过 CiteSpace 软件对近 10 年 AIS 机械取栓领域的年度总发文量、不同国家或地区、不同作者及其附属机构、高频关键词和引用文献等数据进行图形可视化分析,以期可以全面且精准地把握 AIS 机械取栓领域近 10 年的研究热点,为预测未来该领域前沿动态发展趋势提供参考。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本次研究数据于 2022 年 4 月 21 日检索自 Web of Science(WOS)Core Collection, 仅将 Articles 和 Review Articles 纳入研究范围,检索策略为主题检索,同时采用截词符(*)模糊检索,检索式为主题 = “acute ischemic stroke” or “AIS” or “acute ischemic cerebral stroke” or “acute ischemic cerebral apoplexy” or “acute cerebral arterial thrombosis” or “acute cerebral infarction” or “acute brain infarction” and “thrombectomy”

or “mechanical thrombectomy”, 时间跨度为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月,剔除会议记录、信件、未出版文献及重复文献后,共检索出有效文献 4 946 篇。

1.2 分析工具与方法

本研究选择 CiteSpace 5.8.R3 版本的软件构建知识图谱,该软件是由陈超美教授开发、基于引文分析理论的信息可视化软件,在自然科学和社会科学的各个研究领域都得到了广泛的应用^[5]。具体的软件设置如下:Timeslicing(时区跨度)设定为 2012 年 1 月至 2021 年 12 月;Year Per Slice(单个时间分区)设定为 1 年;Node Types(节点类型)分别选择 Country(国家)、Author(作者)、Institution(机构)、Keyword(关键词)、Reference(参考文献)。Selection Criteria(提取节点域值)设置为 Top Nperslice 为 50, Links(连线强度)选择 Cosine, Pruning(网络裁剪功能)选择 Pathfinder(寻径算法), 修饰算法选择 Pruning sliced network(修剪辑片网络)。

2 结果

2.1 一般情况

从近 10 年关于急性缺血性卒中机械取栓研究的发文量变化趋势中可以看出,整体呈现稳步上升的态势(图 1),说明关于急性缺血性卒中机械取栓的研究愈发受到重视,未来仍将热度不减。同时,将该领域被引频次排名前 10 位的文献列入表 1,第 8 和第 10 篇文献为 AIS 患者的临床管理指南,其余 8 篇文献均为 AIS 治疗的临床研究文献。10 篇文献有 7 篇均来源于 The New England Journal of Medicine(NEJM),其作者均为国外科研人员。

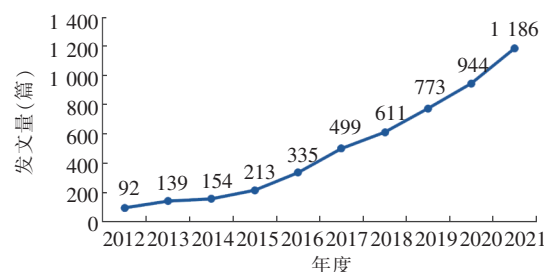


图 1 2012~2021 年急性缺血性卒中机械取栓领域发文量趋势图

表 1 被引频次排名前 10 位的文献统计

排名	作者	标题	期刊	出版年份	被引频次
1	Olvert A Berkhemer	A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke	NEJM	2015	1 636
2	Mayank Goyal	Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke	NEJM	2015	1 567
3	Mayank Goyal	Endovascular thrombectomy after large - vessel ischaemic stroke: a meta -analysis of LANCET individual patient data from five randomised trials	LANCET	2016	1 544
4	Bruce C V Campbell	Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection	NEJM	2015	1 491
5	Jeffrey L Saver	Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke	NEJM	2015	1 437
6	Tudor G Jovin	Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke	NEJM	2015	1 404
7	Raul G Nogueira	Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct	NEJM	2018	973
8	William J Powers	2018 Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association	STROKE	2018	888
9	Gregory W Albers	Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging	NEJM	2018	874
10	William J Powers	2015 American Heart Association/American Stroke Association focused update of the 2013 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke regarding endovascular treatment: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association	STROKE	2015	534

2.2 国家或地区共现分析

对国家或地区进行合作网络共现分析,共生成 79 个节点、316 条连线,密度为 0.1026(见图 2)。由图 2 和表 2 可见,美国和德国分别以发文量 1 899 和 677 篇排名第 1 和第 2 位,第 3 位则为中国 568 篇,4 至 10 名则依次为法国、加拿大、韩国、日本、新西兰、西班牙和澳大利亚。通过国家分布可以看出,该领域研究国家多集中在西方发达国家中,其中美国处于领军位置。



图 2 急性缺血性卒中机械取栓相关研究的国家/地区共现网络

2.3 作者共现分析

图 3 为构建的作者共现图谱,纳入的文献共涉及作者 377 人,连线数为 1 025,密度为 0.0145,其中发表论文数量前 10 位的作者(见表 3)。可见该领域存在众多的研究团队,团队内部不同合作者之间合作密切,尤以 Jens Fiehler 团队内部不同研究者之间合作最为紧密,中介中心性为 0.15。发文量最多

表 2 急性缺血性卒中机械取栓相关研究发文量排名前 10 位的国家

序号	国家	发表文献/篇
1	USA	1 899
2	Germany	677
3	China	568
4	France	444
5	Canada	415
6	South Korea	318
7	Japan	277
8	Switzerland	264
9	Spain	252
10	Australia	233

的是 Raul G Nogueira, 排名第 2、第 3 的分别是 Mayank Goyal 和 Jeffrey L Saver。

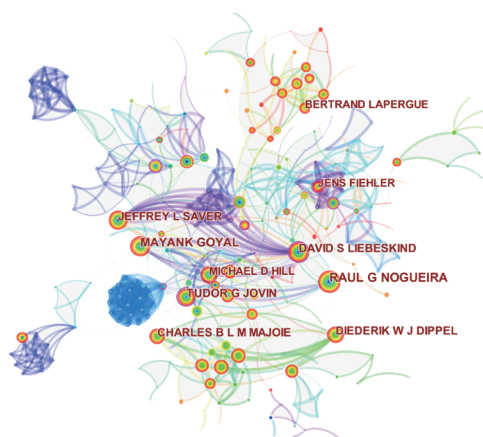


图 3 急性缺血性卒中机械取栓相关研究的作者共现网络

2.4 机构共现分析

构建机构共现图谱见图 4, 纳入的文献共涉及 306 个机构,连线数为 910,密度为 0.0195。从中可以发现,急性缺血性卒中机械取栓领域的研究机构主要是高等院校或其附属医院,其中发文量最高的是

表 3 急性缺血性卒中机械取栓相关研究发文量排名前 10 位的作者

序号	作者	发表文献/篇
1	Raul G Nogueira	1 899
2	Mayank Goyal	677
3	Jeffrey L Saver	568
4	David S Liebeskind	444
5	Tudor G Jovin	415
6	Diederik W J Dippel	318
7	Charles B L M Majoie	277
8	Michael D Hill	264
9	Bertrand Lapergue	252
10	Jens Fiehler	233

University of Calgary(卡尔加里大学),发文量为 231 篇,其次是 University of California-Los Angeles(加利福尼亚大学洛杉矶分校)200 篇、Emory University(埃默里大学)196 篇、University of Pittsburgh(匹兹堡大学)147 篇和 University of Melbourne(墨尔本大学)124 篇。发文量排名前 10 位的机构见表 4。University of Calgary 中介中心性也是最高,为 0.19,这表明该机构与其他机构合作最为密切。前 10 名中唯一的一所中国院校是 Capital Medical University(首都医科大学),发文量为 101 篇,排名第 7 位,与第 1 位的 University of Calgary(卡尔加里大学)还有较大差距。

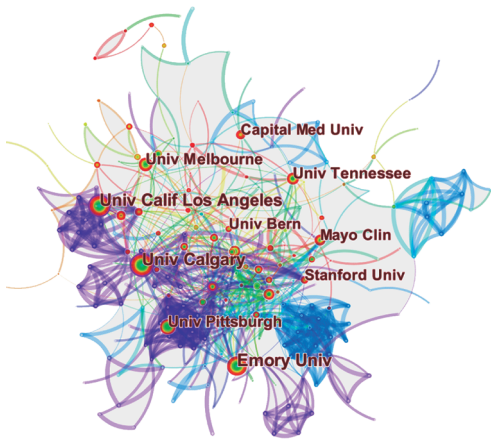


图 4 急性缺血性卒中机械取栓相关研究的机构共现网络

表 4 急性缺血性卒中机械取栓相关研究发文量排名前 10 位的机构

序号	机构	发表文献/篇
1	University of Calgary	1 899
2	University of California-Los Angeles	677
3	Emory University	568
4	University of Pittsburgh	444
5	University of Melbourne	415
6	University of Tennessee	318
7	Capital Medical University	277
8	Mayo Clinic	264
9	Stanford University	252
10	University Bern	233

2.5 近 10 年急性缺血性卒中机械取栓研究热点

2.5.1 关键词中词频与中介中心性较高的是“acute ischemic stroke”和“thrombectomy”

关键词是对文章主题的高度概括和提炼,其中介中心性则反映了该关键词节点在网络中的重要程度,与词频共同反映了在一段时间内研究者共同关注和研究的热点^[6]。CiteSpace 关键词聚类能够明确体现某研究领域关注的热点^[7]。本文中将 2012 年至 2021 年出现频次排名前 10 位的关键词列入表 5。前 10 位的高频词中有 6 位分别是 acute ischemic stroke(急性缺血性卒中)、thrombectomy(机械取栓)、endovascular treatment(血管内治疗)、thrombolysis(溶栓)、recanalization(再通)和 tissue plasminogen activator(组织型纤溶酶原激活剂),这说明对于 AIS 的患者血管再通是治疗的重点,尤以机械取栓和溶栓最为关键。

表 5 急性缺血性卒中机械取栓相关研究频次排名前 10 位的关键词

排序 (Order)	频次 (Frequency)	中介中心性 (Centrality)	关键词 (Key words)
1	3417	0.44	acute ischemic stroke
2	2485	0.23	thrombectomy
3	1514	0.17	endovascular treatment
4	1192	0.05	therapy
5	775	0.08	thrombolysis
6	767	0.03	trial
7	693	0.18	recanalization
8	610	0.02	outcome
9	566	0.06	tissue plasminogen activator
10	474	0.07	management

2.5.2 关键词共现情况

通过软件运用 LLR 算法对关键词进行聚类,同时对各个聚类进行标识排序来确定研究前沿。对 WOS 中近 10 年的文献进行关键词聚类分析,共得到 124 节点、333 条连线、网络密度为 0.0437,形成 8 个聚类:#0 号聚类 endovascular thrombectomy(血管内血栓切除术)、#1 号聚类 stent retriever(支架取栓器)、#2 号聚类 solitaire fr(solitaire fr 支架)、#3 号聚类 thrombolytic therapy(溶栓治疗)、#4 号聚类 tissue plasminogen activator(组织型纤溶酶原激活剂)、#5 号聚类 computed tomography(计算机断层成像)、#6 号聚类 endovascular treatment(血管内治疗)和 #7 号聚类 early management(早期救治),详见图 5。

由图 5 可知,近 10 年来急性缺血性卒中机械取栓研究的主要研究集中在治疗方式和取栓器材上,其次是检查手段和早期救治方案等。

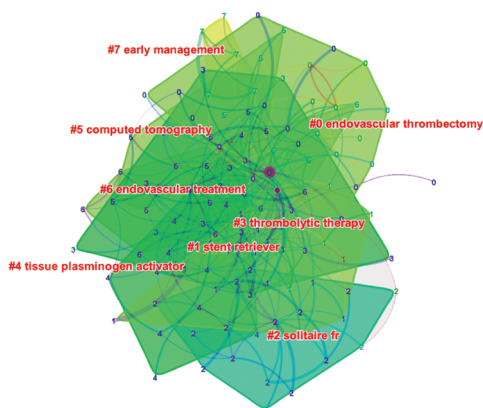


图 5 急性缺血性卒中机械取栓相关研究的关键词聚类图

2.6 急性缺血性卒中机械取栓的发展趋势与前沿

2.6.1 文献共被引分析

文献共被引的定义是在一篇文章中一起引用的两篇出版物。两篇文献被第三篇文献一起引用,这意味着这两篇文献被共同引用。如果两篇文献经常被引用,这就意味着两者是高度相关的^[8]。对 Web of Science 近 10 年的文献进行被引文献聚类分析,共得到 270 节点、428 条连线、网络密度为 0.011 8,形成 13 个聚类:#0 号聚类 stent retriever(支架取栓器)、#1 号聚类 endovascular thrombectomy(血管内血栓切除术)、#2 号聚类 neurothrombectomy(神经血栓切除术)、#3 号聚类 internal carotid artery(颈内动脉)、#4 号聚类 intracranial atherosclerosis(颅内动脉粥样硬化)、#5 号聚类 solitaire(solitaire 支架)、#6 号聚类 triage(分诊)、#7 号聚类 fibrin(纤维蛋白)、#8 号聚类 endovascular treatment(血管内治疗)、#9 号聚类 anesthesia(麻醉)、#10 号聚类 acute basilar artery

occlusion(急性基底动脉闭塞)、#11 号聚类 temporary stent(临时支架)和 #12 号聚类 stroke trial(卒中试验),详见图 6。图 7 则为共被引网络转化成的时间线图,展示了急性缺血性卒中机械取栓研究领域的发展过程,并显示出了某一时区中有较大影响的文献。由图 7 可看出,#2 号聚类 neurothrombectomy(神经血栓切除术)与 #5 号聚类 solitaire(solitaire 支架)发表文献的年份最早,为 2007 年;#0 号聚类 stent retriever(支架取栓器)和 #7 号聚类 fibrin(纤维蛋白)发表文献最新,最近的文献为 2020 年。

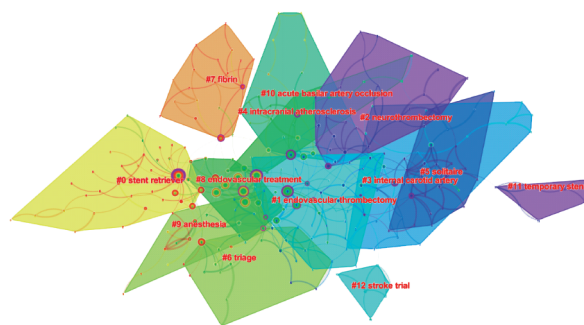


图 6 急性缺血性卒中机械取栓相关研究的文献共被引聚类图

2.6.2 文献突现词分析

CiteSpace 提供突发检测(burstdetection)的功能来探测在某一时段引用量有较大变化的情况^[9]。图 8 中统计出了突现强度排名前 10 的文献,即近 10 年来急性缺血性卒中机械取栓研究领域中具有重要意义的 10 篇文献。图中红色条带代表该文献在相对应的时间段内被引次数突然增加。其中 1~4 篇

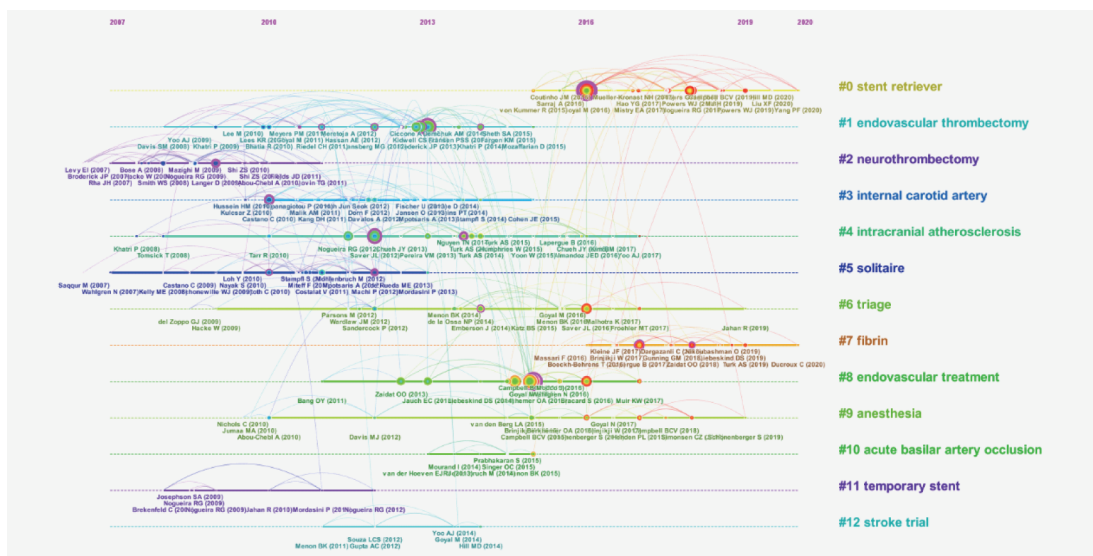


图 7 急性缺血性卒中机械取栓相关研究的文献共被引时间线图

References	Year	Strength	Begin	End	2012-2021
Langer D, 2009, STROKE, V40, P2761, DOI 10.1161/STROKEAHA.108.544957, DOI	2009	93.89	2012	2014	
Smith WS, 2008, STROKE, V39, P1205, DOI 10.1161/STROKEAHA.107.497115, DOI	2008	89.11	2012	2013	
Saver JL, 2012, LANCET, V380, P1241, DOI 10.1016/S0140-6736(12)6138-1, DOI	2012	144.29	2013	2016	
Nogueira RG, 2012, LANCET, V380, P1231, DOI 10.1016/S0140-6736(12)61299-9, DOI	2012	115.19	2013	2016	
Broderick JP, 2013, NEW ENGL J MED, V368, P893, DOI 10.1056/NEJMoa1214300, DOI	2013	104.58	2013	2017	
Kidwell CS, 2013, NEW ENGL J MED, V368, P914, DOI 10.1056/NEJMoa1212793, DOI	2013	78.54	2013	2016	
Ciccone A, 2013, NEW ENGL J MED, V368, P904, DOI 10.1056/NEJMoa1213701, DOI	2013	71.87	2013	2016	
Powers WJ, 2018, STROKE, V49, P0, DOI 10.1161/STR.000000000000158, DOI	2018	170.94	2019	2021	
Albers GW, 2018, NEW ENGL J MED, V378, P708, DOI 10.1056/NEJMoa1713973, DOI	2018	153.54	2019	2021	
Nogueira RG, 2018, NEW ENGL J MED, V378, P11, DOI 10.1056/NEJMoa1706442, DOI	2018	147.56	2019	2021	

图 8 急性缺血性卒中机械取栓相关研究的突现强度排名前 10 位的文献

进行了不同机械取栓装置的随机试验,第 5 篇和第 7 篇则论证了 AIS 单纯血管内治疗和静脉内注射 t-PA 后血管内治疗的获益,并不优于静脉内注射 t-PA 的标准治疗。第 8、9、10 篇在最近 3 年被引次数突然增加,其中第 8 篇为 2018 年 AIS 患者早期管理指南,后两篇则是关于 AIS 治疗方式的临床研究,比如由 Albers 研究团队^[10]进行的一项多中心、随机、开放的试验,其研究结果证明对于大脑中动脉近端或颈内动脉闭塞且有缺血但尚未梗死组织区域的患者,在最后已知患者病情恢复良好后 6~16 h 进行机械取栓联合标准药物治疗,可以获得比单独使用标准药物治疗更好的预后效果。

3 讨论

当今时代,大数据科学与可视化技术飞速发展,科学计量图谱已成为快速切入研究领域热点、准确把握未来研究方向的重要手段之一。目前卒中仍然是全球范围内导致死亡的第二大病因,也是第三大致残原因^[11]。本次研究利用 CiteSpace 软件对 WOS 数据库中 2012 年至 2021 年急性缺血性卒中机械取栓领域的相关文献进行了梳理和概括。从近 10 年间急性缺血性卒中机械取栓领域的文献发表数量呈现逐年上升的趋势可以预见,该领域在未来依旧将保持较高的研究热度。被引频次排名前 10 的文献均来自国外著名医学期刊,且作者均来自国外科研团队,团队内部合作密切,国内科研人员应努力在该领域发表高质量文献,以提高该领域影响力。国家/地区合作网络中节点最大、连线最多的是美国,说明美国在该领域处于绝对领先地位,我国排在第 3 名,且排名前 10 的国家除我国外均为西方发达国家,可以看出我国与西方发达国家尤其是

美国之间差距甚远,未来应该加大该领域研究投入,争取迎头赶上。高频关键词及聚类分析显示,目前急性缺血性卒中机械取栓领域的主要研究方向集中在取栓装置的探索与创新、机械取栓和溶栓的临床研究,特别是动脉取栓时间窗上。文献共被引的可视化分析,包括被引文献的聚类分析、时间线图以及突现词分析,也客观上印证了这一点,尤其是最近 3 年,关于血管内血栓切除术和标准药物治疗的临床研究被引次数突然增加,可见这将成为未来的热点研究方向。

2018 年,AHA/ASA(the American Heart Association/American Stroke Association)更新了 2015 版 AIS 早期干预指南,2019 年进行了修订,但 AIS 大血管闭塞患者的筛选要点,最高证据级别(推荐级别 I 级, A 级证据)推荐的 6 项条目无明显变化。而在 2019 年的修订中,重点增加了使用抽吸取栓方式不劣于现有一线的支架取栓。对于接受血管内治疗的特殊人群的筛选,目前虽无高级别证据支持,如大核心梗死、轻型卒中、老人及儿童、后循环卒中、中等血管卒中、串联病变等患者的取栓治疗目前证据仍在不断涌现中^[12-13]。

与此同时,随着全球范围内急性缺血性卒中机械取栓领域发展的日新月异,我国的机械取栓事业也在蓬勃上升。在椎基底动脉取栓试验领域,中国学者的研究表明,血管内治疗相较于单纯药物治疗,可能带来更大收益^[14]。院内急性缺血性卒中机械取栓方面,国内回顾性分析显示,尽管院内 AIS 患者有更多基础疾病和合并症,机械取栓治疗也是安全有效的^[15]。在探讨影响首次成功再灌注(first pass reperfusion, FPR)相关因素上,此前仅有研究显示 FPR 是大血管闭塞性 AIS 患者良好预后的预

测因素^[16],国内研究再次证实 FPR 与大血管闭塞性 AIS 患者的良好预后相关。应用支架取栓时患者闭塞位置位于大脑中动脉、使用中间导管及术前行静脉溶栓,会增加 FPR 可能性。

近年来,针对取栓装置的探索与创新从未停止,各种取栓器的应用客观上促进了血管内治疗的快速发展,使用支架取栓器进行机械取栓已被推荐为颅内大动脉闭塞(large artery occlusion, LAO)患者的一线方法^[17]。作为在关键词共现和文献共被引中出现频次较高的 Solitaire 支架,其 Solitaire AB 可回收支架于 2012 年被 FDA 批准作为新一代机械取栓设备用于临床。与其他再通设备和技术相比, Solitaire AB 可回收支架在治疗大血管闭塞方面显示出了更好的效果^[18]。与此同时,国内相关研究对接受血管内治疗的大血管闭塞所致 AIS 患者进行了回顾性分析,客观评价了 Solitaire AB 可回收支架的疗效和安全性,弥补了 Solitaire AB 支架在中国 AIS 患者中的应用价值研究的空白^[19]。

值得注意的是,近年来在急性缺血性卒中机械取栓的基础研究领域,血栓的组成获得了越来越多的关注,其呈现出了高度异质性^[20]。富含红细胞的血栓再通效果的提高可能归因于其物理特性,与其他富含纤维蛋白的血栓相比其硬度降低,变形性增加^[21]。相反,血栓中纤维蛋白的增加使血栓变得更硬、更有弹性,从而降低了与机械取栓设备成功接触和相互作用的可能性^[22-25],同时也具有了更高的摩擦系数,导致了取栓难度的增加^[26]。而血栓的机械稳定性,即它的韧性、弹性和刚度,在很大程度上又是由纤维蛋白决定的^[27]。与富含红细胞的血栓相比,富含纤维蛋白的血栓的僵硬度和摩擦特性使血栓更不容易碎裂^[28]。值得注意的是,所有的机械取栓方法都伴随着围手术期血栓碎裂和随后下游栓塞的风险,这阻碍了血管的完全再通,降低了神经系统的改善率。

在动脉内机械取栓术中,球囊导引导管(balloon guide catheter, BGC)是减少诸如远端栓塞等并发症发生率和成功再通的有效工具,既可以输送介入器械(如钢丝和导管),又可以暂时阻断血流。Nguyen 等^[29]的研究显示,在机械取栓术中辅以使用带有支架回收器的球囊导引导管治疗的患者中再通率提高,手术时间缩短,临床效果更好。Zaidat 等^[30]的一项类似研究支持了这一点,该研究发现球囊导引导管显著提高了患者功能独立性和早期血运重建率。同时国内研究机构通过制定一项前瞻性多中心试

验的研究方案,旨在检验 SeparGate™ 球囊导引导管的安全性和有效性,其研究结果将为脑血管疾病的血管内辅助治疗提供临床参考^[31]。总的来说, BGC 可能成为今后支架取栓、抽吸结合、近端血流阻断的“取栓三驾马车”中的中坚力量。

必须承认的是,本研究亦有不足之处。由于机械取栓领域研究发展迅速,研究成果具有很强的时效性,作为一种回顾性分析,对于早期结果的分析可能并不能反映当下研究的热点;其次,收录的文献有限等。因此,研究结果有待进一步深入验证。

综上所述,本研究运用文献计量软件 CiteSpace 对近 10 年急性缺血性卒中机械取栓领域的文献进行可视化分析后认为,未来针对该领域的研究仍将蓬勃发展,我国虽与西方发达国家有较大差距,但在未来仍可成为全球机械取栓研究的主力军。伴随着取栓材料的发展,基础研究的深入,先进影像技术的应用,以及人工智能的高效评估,一个又一个崭新的研究成果将会被发现。

[参 考 文 献]

- [1] Feigin VL, Nguyen G, Cercy K, et al. Global, regional, and country-specific lifetime risks of stroke, 1990 and 2016[J]. *N Engl J Med*, 2018, 379: 2429-2437.
- [2] 霍晓川, 高峰. 急性缺血性卒中血管内治疗中国指南 2018 [J]. *中国卒中杂志*, 2018, 13: 706-729.
- [3] Gupta R, Jovin TG. Endovascular management of acute ischemic stroke: advances in patient and treatment selection[J]. *Expert Rev Neurother*, 2007, 7: 143-153.
- [4] 缪中荣, 霍晓川. 未来已来: 急性缺血性卒中血管内治疗中国现状[J]. *中国卒中杂志*, 2021, 16: 1085-1090.
- [5] 李杰. 科学计量与知识网络分析[M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2018.
- [6] 安兴茹. 我国词频分析法的方法论研究(I)——统计分析要素的界定、分类及问题[J]. *情报杂志*, 2016, 35: 75-80.
- [7] 段春雨, 蔡建东. 国际泛在学习领域知识图谱研究[J]. *现代远程教育研究*, 2016: 85-95.
- [8] Li J, Goerlandt F, Reniers G. An overview of scientometric mapping for the safety science community: methods, tools, and framework [J]. *Saf Sci*, 2021, 134: 105093.
- [9] Chen CM, Song M. Visualizing a field of research: a methodology of systematic scientometric reviews [J]. *PLoS One*, 2019, 14: e0223994.
- [10] Albers GW, Marks MP, Kemp S, et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378: 708-718.
- [11] GBD 2016 Neurology Collaborators. Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990-2016: a systematic analysis for the global burden of disease study 2016 [J]. *Lancet Neurol*,

- 2019, 18: 459-480.
- [12] Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 2018 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association[J]. Stroke, 2018, 49: e46-e110.
- [13] Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: 2019 update to the 2018 guidelines for the early management of acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association[J]. Stroke, 2019, 50: e344-e418.
- [14] Liu X, Dai Q, Ye R, et al. Endovascular treatment versus standard medical treatment for vertebrobasilar artery occlusion (BEST): an open-label, randomised controlled trial[J]. Lancet Neurol, 2020, 19: 115-122.
- [15] 邱凯, 施海彬, 祖庆泉, 等. 院内急性缺血性脑卒中机械取栓治疗效果和预后因素分析[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30: 118-122.
- [16] Ducroux C, Piotin M, Gory B, et al. First pass effect with contact aspiration and stent retrievers in the aspiration versus stent retriever (ASTER) trial[J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12: 386-391.
- [17] Mulder MJ, Van Oostenbrugge RJ, Dippel DW, et al. Letter by Mulder et al regarding article, 2015 AHA/ASA focused update of the 2013 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke regarding endovascular treatment: a guideline for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association[J]. Stroke, 2015, 46: e235.
- [18] Grech R, Pullicino R, Thornton J, et al. An efficacy and safety comparison between different stentriever designs in acute ischaemic stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Radiol, 2016, 71: 48-57.
- [19] Zhou TF, Zhu LF, Li TX, et al. Application of retrievable solitaire AB stents in the endovascular treatment of acute ischemic stroke [J]. J Interv Med, 2018, 1: 77-81.
- [20] Jolugbo P, Ariens R. Thrombus composition and efficacy of thrombolysis and thrombectomy in acute ischemic stroke[J]. Stroke, 2021, 52: 1131-1142.
- [21] Sporns PB, Hanning U, Schwandt W, et al. Ischemic stroke: histological thrombus composition and pre-interventional CT attenuation are associated with intervention time and rate of secondary embolism[J]. Cerebrovasc Dis, 2017, 44: 344-350.
- [22] Yuki I, Kan I, Vinters HV, et al. The impact of thromboemboli histology on the performance of a mechanical thrombectomy device[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2012, 33: 643-648.
- [23] Boeckh-Behrens T, Schubert M, Forschler A, et al. The impact of histological clot composition in embolic stroke[J]. Clin Neuroradiol, 2016, 26: 189-197.
- [24] Chueh JY, Wakhloo AK, Hendricks GH, et al. Mechanical characterization of thromboemboli in acute ischemic stroke and laboratory embolus analogs[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2011, 32: 1237-1244.
- [25] Kaesmacher J, Boeckh-Behrens T, Simon S, et al. Risk of thrombus fragmentation during endovascular stroke treatment[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2017, 38: 991-998.
- [26] Gunning GM, McArdle K, Mirza M, et al. Clot friction variation with fibrin content; implications for resistance to thrombectomy [J]. J Neurointerv Surg, 2018, 10: 34-38.
- [27] Tutwiler V, Singh J, Litvinov RI, et al. Rupture of blood clots: mechanics and pathophysiology[J]. Sci Adv, 2020, 6: eabc0496.
- [28] Sporns PB, Jeibmann A, Minnerup J, et al. Histological clot composition is associated with preinterventional clot migration in acute stroke patients[J]. Stroke, 2019, 50: 2065-2071.
- [29] Nguyen TN, Malisch T, Castonguay AC, et al. Balloon guide catheter improves revascularization and clinical outcomes with the solitaire device; analysis of the north American solitaire acute stroke registry[J]. Stroke, 2014, 45: 141-145.
- [30] Zaidat OO, Mueller-Kronast NH, Hassan AE, et al. Impact of balloon guide catheter use on clinical and angiographic outcomes in the STRATIS stroke thrombectomy registry[J]. Stroke, 2019, 50: 697-704.
- [31] Liu H, Li T, Li Z, et al. Safety and efficacy of the SeparGate balloon-guiding catheter in neurointerventional surgery: study protocol of a prospective multicenter single-arm clinical trial[J]. J Interv Med, 2020, 3: 93-97.

(收稿日期: 2022-08-20)

(本文编辑: 茹实)