

## · 可视化分析 ·

经口前路寰枢椎复位钢板的文献计量可视化分析<sup>△</sup>孙昊<sup>1,2</sup>, 陈虎<sup>2,3</sup>, 何英华<sup>2,3</sup>, 梁钟标<sup>2,3</sup>, 涂强<sup>1,2,3\*</sup>

(1. 广州中医药大学研究生院, 广东广州 510405; 2. 中国人民解放军南部战区总医院骨科, 广东广州 510010;

3. 南方医科大学第一临床医学院, 广东广州 510515)

**摘要:** 寰枢椎毗邻延髓、椎动脉等重要结构, 当出现脱位、畸形时往往会导致神经功能损伤, 严重者会影响生命安全。临床上通常使用单一后路减压及内固定治疗寰枢椎疾患, 但少部分患者不能很好地实现寰枢椎复位。而经口前路寰枢椎复位钢板(transoral atlantoaxial reduction plate, TARP)内固定手术可在单一入路下一次完成寰枢椎减压、复位、内固定和融合。TARP内固定手术是治疗寰枢椎疾患的有效补充手段。本研究拟利用文献计量学方法和可视化技术, 对TARP手术的相关文献进行全方位和深度的分析。这不仅有助于更深刻地理解该领域的研究历程、当前状态以及未来的发展方向, 还能揭示出研究中存在的薄弱环节和可能的研究方向, 从而为后续的研究提供新的见解和指导。

**关键词:** TARP手术, 寰枢椎脱位, 文献计量学, 可视化分析

**中图分类号:** R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 05-0429-07

**Bibliometric visualization analysis on transoral atlantoaxial reduction plate** // SUN Hao<sup>1,2</sup>, CHEN Hu<sup>2,3</sup>, HE Ying-hua<sup>2,3</sup>, LIANG Zhong-biao<sup>2,3</sup>, TU Qiang<sup>1,2,3</sup>. 1. Graduate School, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou, Guangdong 510405, China; 2. Department of Orthopedics, General Hospital, Southern Theater Command of PLA, Guangzhou, Guangdong 510010, China; 3. The First Clinical Medical College, Southern Medical University, Guangzhou, Guangdong 510515, China

**Abstracts:** Due to the unique anatomical structure of the upper cervical spine, atlantoaxial dislocation can lead to severe neurological deficits, with patients presenting symptoms such as limb pain and numbness. In severe cases, it can even be life-threatening. Single posterior decompression and fixation often fail to achieve complete reduction of the atlantoaxial joint. However, the transoral atlantoaxial reduction plate (TARP) internal fixation system allows for atlantoaxial decompression, reduction, internal fixation, and fusion through a single approach in one procedure. TARP internal fixation surgery is an effective supplementary method for treating atlantoaxial disorders. This study aims to employ bibliometric methods and visualization techniques to conduct a comprehensive and in-depth analysis of the literature related to TARP surgery. This will not only contribute to a more profound understanding of the research trajectory, current state, and future directions in this field but also reveal potential weaknesses and possible research directions in the existing studies, thereby providing new insights and guidance for subsequent research.

**Key words:** TARP surgery, atlantoaxial dislocation, bibliometrics, visual analysis

寰枢椎脱位是上颈椎常见疾患, 由于其独特的解剖位置(靠近脑干和关键的血管、神经结构), 一旦处理不当, 具有较高的死亡和致残风险。对于难复性和不可复性寰枢椎脱位, 传统的后路钉棒内固定很难实现寰枢椎的完全复位<sup>[1-3]</sup>。经口前路寰枢椎复位钢板(transoral atlantoaxial reduction plate, TARP)内固定手术是针对寰枢椎脱位的经口前路手术方法, 为难复性或不可复性的寰枢椎脱位患者提供了创新的技术手段和方法选择<sup>[4, 5]</sup>。

文献计量学是一种能够对大量文献数据进行量化和可视化处理的研究手段, 它有助于揭示某一特定研究领域的发展方向和变化趋势<sup>[6-8]</sup>。本研究选取近20年间在Web of Science核心合集(web of science core collection, WOSCC)数据库上和中国期刊全文数据库(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)数据库上发布的与TARP手术有关的学术文献作为研究材料, 通过使用Microsoft Excel 2019和VOSviewer 1.6.20可视化分析软件, 生成科学知识图谱,

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110012

<sup>△</sup>基金项目:广州市科技计划项目(编号:201904010349);南部战区总医院科技计划项目(编号:2023NZB005)

作者简介:孙昊, 硕士研究生在读, 研究方向:脊柱外科, (电子信箱)20211111480@stu.gzuem.edu.cn

\* 通信作者:涂强, (电子信箱)tuqiang@126.com

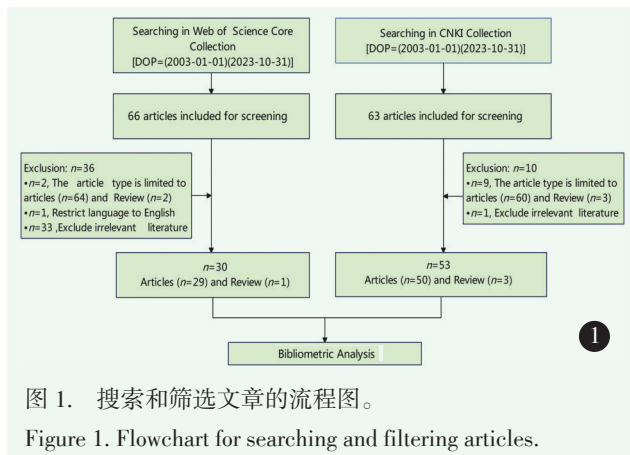
从多个维度揭示了当前的研究焦点和未来的发展方向，为该领域未来的发展方向提供富有创意的观点和思考路径。

## 1 资料与方法

### 1.1 数据检索方案

检索 WOSCC 和 CNKI 数据库。为了确保数据的准确性和一致性，文献搜索和数据提取都在同一天进行。检索关键词为：transoral atlantoaxial reduction plate、TARP、经口寰枢椎复位钢板、TARP 内固定术、经口寰枢椎复位钢板内固定术。时间为：2003 年 1 月 1 日—2023 年 10 月 31 日，文献类型为：研究论文 (Article) 或综述 (Review)。语言为：英文 (WOSCC 数据库) 和中文 (CNKI 数据库)。

经过筛选，共获得论文 83 篇 (SCI 30 篇、中文期刊 53 篇) 符合纳入标准的相关出版物。具体的搜索和筛选文章的步骤如图 1 所示。



### 1.2 研究方法

所有的文章都来自 WOSCC 数据库及 CNKI 数据库，并提取了相关信息。作者信息可用于阐明多产作者、机构和国家。文章信息可以揭示关键词和热门话题之间的关系。同时，出版物和引用信息可以识别出版年份、被引用次数、多产期刊和流行参考文献等。

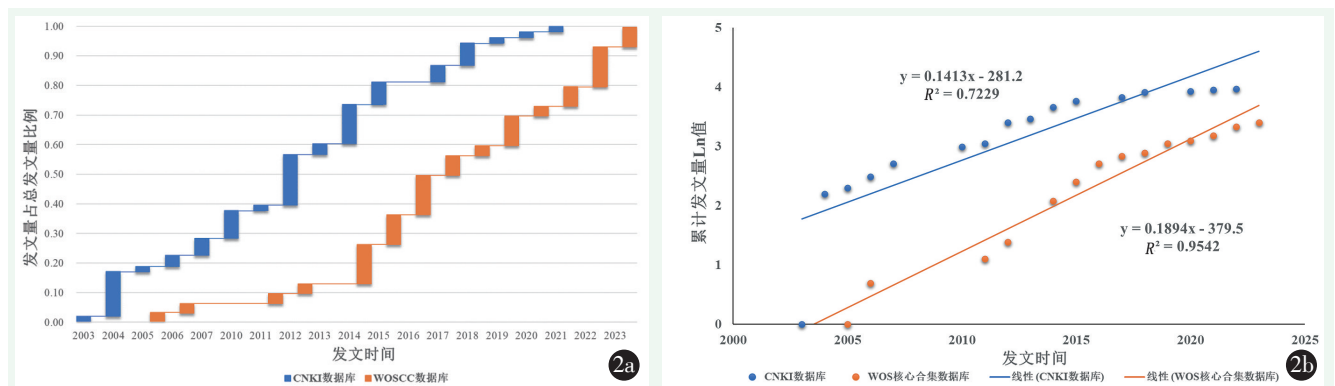
将检索出来的 83 篇文献分别以 Refworks 和 TXT 格式导出，并导入到 Excel 软件中，包括标题、作者、关键词、摘要、论文类型、引用数量、出版年份、附属机构、国家/地区、参考文献和期刊。人为修复拼写错误的单词，并合并重叠的项目。进一步将整理后的数据导入 VOS viewer 软件 (莱顿大学科技研究中心, 荷兰) 进行数据分析。

## 2 结果

### 2.1 TARP 手术全球研究现状及发展趋势

#### 2.1.1 年发表文献数量及预测

2003 年 1 月 1 日—2023 年 10 月 30 日，TARP 手术主题下共筛选到 83 篇文献。TARP 手术每年发文量占总发文量比例的趋势如图 2。结果显示，关于 TARP 手术相关的文献数量在过去 20 年中呈现出稳步增长的总体趋势。通过将年累计发文量取对数值，并在 Excel 中绘制散点图 (图 2a)。散点图可见随着时间的推移，年累计发文量呈现出直线上涨的趋势。进一步对该趋势进行拟合 ( $R^2$  值来评估拟合程度，越接近 1 表示拟合程度越高)，CNKI 数据和 WOSCC 数据库  $R^2$  分别为 0.7229 和 0.9542 (图 2b)。



### 2.1.2 主要研究的国家/地区

全球 TARP 手术相关文献均来自中国。说明我国在上颈椎 TARP 手术领域处于领先地位。

### 2.1.3 主要研究者

通过对中英文数据库的检索发现，全球相关文献发表的作者总数为 170 名。其中文献发表量最多的作者均来自中国人民解放军南部战区医院，分别为夏虹和尹庆水（并列第一，55 篇）、吴增晖（39 篇）及艾福志（37 篇）。

### 2.1.4 主要期刊

根据 WOSCC 数据库数据显示，在 TARP 手术相关领域，《SPINE》（2023 影响因子：3）杂志拥有最多的发文量，有 7 篇文章。排名第二的是《EUROPEAN SPINE JOURNAL》（2023 影响因子：2.8）杂志，该杂志有 4 篇论文，其次是《BMC MUSCULOSKELETAL DISORDERS》（2023 影响因子：2.562）有 3 篇。根据 CNKI 数据库数据显示，《中国骨科临床与基础研究杂志》拥有最多发文量，有 9 篇论文。

《中国脊柱脊髓杂志》以 8 篇发文量排名第二。其次是《中国临床解剖学杂志》和《脊柱外科杂志》各有 4 篇。

### 2.1.5 主要文献被引频次分析

将中英文数据库中 TARP 手术研究被引频次前 5 的文献进行汇总（表 1）。WOSCC 数据库中排名第一的是由尹庆水团队于 2005 年发表在《SPINE》期刊上题为“Irreducible anterior atlantoaxial dislocation: one-stage treatment with a transoral atlantoaxial reduction plate fixation and fusion. Report of 5 cases and review of the literature<sup>[9]</sup>”的文章，被引频次为 89 次。CNKI 数据库中排名第一的也是由尹庆水团队于 2003 年发表在《中华外科杂志》上题为“经口咽前路寰枢椎复位钢板系统的研制与初步临床应用<sup>[10]</sup>”的文章，被引频次 79 次。其次分别是由艾福志、杨进城、夏虹等学者发表的文献，为 TARP 手术的研究领域做出了重要贡献。

表 1. 2005–2023 年 TARP 手术领域被引频次排名前 10 的文献列表  
Table 1. List of the top 10 cited literatures in the field of TARP surgery from 2005 to 2023

数据库	排名	参考文献	第一作者	出版期刊	发表时间	被引频次
WOS 核心合集	1	Irreducible anterior atlantoaxial dislocation: one-stage treatment with a transoral atlantoaxial reduction plate fixation and fusion. Report of 5 cases and review of the literature	Yin, Qing-shui	SPINE	2005	89
WOS 核心合集	2	Transoral atlantoaxial reduction plate internal fixation with transoral transpedicular or articular mass screw of c2 for the treatment of irreducible atlantoaxial dislocation: two case reports.	Ai, Fu-zhi	SPINE	2011	37
WOS 核心合集	3	Applied anatomy of transoral atlantoaxial reduction plate internal fixation	Ai, Fu-zhi	SPINE	2006	36
WOS 核心合集	4	Transoral anterior revision surgeries for basilar invagination with irreducible atlantoaxial dislocation after posterior decompression: a retrospective study of 30 cases	Yang, Jin-cheng	EUROPEAN SPINE JOURNAL	2014	33
WOS 核心合集	5	Treatment of basilar invagination with atlantoaxial dislocation: atlantoaxial joint distraction and fixation with transoral atlantoaxial reduction plate (TARP) without odontoidectomy	Xia, Hong	EUROPEAN SPINE JOURNAL	2014	31
CNKI	1	经口咽前路寰枢椎复位钢板系统的研制与初步临床应用	尹庆水	中华外科杂志	2004	79
CNKI	2	寰枢椎前路复位钢板系统的研制及其生物力学	尹庆水	中华创伤骨科杂志	2004	65
CNKI	3	经口咽前路寰枢椎复位钢板内固定的外科解剖学研究	艾福志	中华外科杂志	2004	61
CNKI	4	经口咽前路寰枢椎复位钢板治疗难复性寰枢椎脱位	尹庆水	脊柱外科杂志	2004	49
CNKI	5	经口咽前路寰枢椎复位钢板内固定植骨融合治疗上颈椎疾患	尹庆水	中国脊柱脊髓杂志	2006	38



### 2.1.6 主要基金资助机构/项目

科学研究的发展离不开研究资助机构/项目的大力支持。汇总整理 TARP 手术全球范围内提供基金支持产出文献发表的所有基金项目,包括国家自然科学基金项目(13 篇)、军队相关项目(19 篇)、广东省自然科学基金项目(18 篇)和其他(41 篇)。

### 2.1.7 主要研究机构

在主要研究机构方面,共 17 家机构参与了 TARP 手术领域的研究,其中排名前两名的是中国人民解放军南部战区总医院(78 篇)和南方医科大学(25 篇),文献所涉及的研究机构均来自于中国,各机构之间协作程度较高。

## 2.2 TARP 手术发表文献全球可视化分析

### 2.2.1 TARP 手术著者耦合结果

将中英文数据库 TARP 领域的文献分别设立项目,节点选择作者,进行作者可视化分析,并将作者发文量进行统计(图 3a, 3c)。分析得知,夏虹、吴增晖、尹庆水、马向阳、章凯等在该领域内为领军人物。将所有作者进行时间序列分析(图 3b, 3d),可以得出在 TARP 领域的研究进程中领军人物的更迭。

### 2.2.2 关键词共现分析

关键词聚类分析是一种重要的研究方法,它能够帮助研究人员深入了解某一学科领域的研究热点和发展动向。使用 VOS viewer 软件对关键词进行聚类分析,共有 188 个关键词,经过人为筛选后,符合标准的有 63 个热点关键词,其聚类分析的密度可视化图谱如图 3e 和图 3g 所示。图中根据关键词出现的次数不同,颜色亦有不同。颜色越深(红色)且关键词字体越大,其出现频率越高。其中英文关键词出现频率排名前五的分别是 atlantoaxial dislocation(10 次)、internal fixation(10 次)、basilar invagination(9 次)、transoral(9 次)、arthrodesis(6 次)。中文关键词出现频率排名前五的分别是内固定/内固定器(26 次)、寰枢关节(16 次)、脱位(11 次)、生物力学(11 次)以及经口手术(7 次)。

### 2.2.3 前沿热点预测

通过 VOS viewer 软件,使用关键词时间图功能,根据发表时间和关键词对文献进行不同颜色的区分,归纳不同时间点的研究热点。通过颜色的变化,可以清晰地看到研究领域的演变趋势。根据图 3f 和图 3h 所示, TARP 手术前期(蓝色、紫色)以寰枢椎脱位、半脱位、关节固定术、经口咽手术、内固定、生物力学等为主。近期(红色)以减压、微创经口咽复位内固定钢板、儿童、感染、并发症等为主。

## 3 讨论

寰枢椎脱位是脊柱外科常见的疾患,因上颈椎独特的解剖结构,导致寰枢椎脱位患者的手术治疗困难程度高。TARP 钢板及相关技术最早是中国人民解放军南部战区总医院尹庆水教授设计发明并大量应用于临床实践。TARP 治疗难复性和不可复性寰枢椎脱位的相关研究一直是脊柱专科医师关注的领域,但庞大的文献数量往往使医师难以快速从宏观层面掌握了解该领域的研究现状。本研究从 WOSCC 和 CNKI 数据库中筛选提取了 2003 年—2023 年的 83 篇相关文章。利用 VOS viewer 和 Excel 软件进行文献计量分析,从不同角度探讨 TARP 手术的相关特点。这些发现可能会对后续的研究产生影响。

从图 2 来看,全球对 TARP 手术的关注持续升温,年累积发文曲线呈指数式增长,可以认为 TARP 手术的研究积累了坚实的基础知识与架构,成功解决了难复性和不可复性寰枢椎脱位手术治疗的困难,可以推测未来几年发文量继续呈爆发式增长趋势。但也存在一个严重的问题, TARP 手术没有在全球范围内广泛应用,可能因其上颈椎经口前路手术的难度系数高且需要 TARP 钢板所配套的相关器械等相关原因,导致无法大面积推广,缺少全球范围内其他国家学者的文献支持。

通过以发表文献数量为排名依据,可以了解该领域的核心代表和主要研究力量。所有相关文献的作者均来自中国,第一作者和通讯作者多为主任医师,这表明目前对新技术的关注度更高,可能是高级学者主导。而基金资助机构或项目以及主要研究机构均来自中国,显示我国在 TARP 手术研究领域具有巨大的潜力和优势。充沛的基金支持和雄厚的人才力量是研究发展的利器,借助高水平的机构和学府作为研究平台,利用体制优势,集中力量引领 TARP 手术的创新和发展。但 TARP 手术领域所涉及研究机构数量较少,且机构间和作者间的合作相对较低。缺乏合作可能降低研究的灵活性,导致资源的不合理分配。因此,需要重视机构间和作者间的合作交流<sup>[11]</sup>。

尹庆水、艾福志和杨进城是被引频次最高的 3 位作者。从 2003 年艾福志通过 6 例寰枢椎标本,证实其具有良好的生物力学性能,并掀起了经口咽 TARP 钢板的一系列研究<sup>[12]</sup>。随后尹庆水、艾福志和杨进城分别针对 TARP 钢板的生物力学、解剖学及临床应

用方面进行了全面评估,进一步证明 TARP 手术为难复性寰枢椎脱位等相关病例的治疗提供了一种有效、简单和安全的方法。TARP 手术相关文献中主要的杂志分别是《Spine (Phila Pa 1976)》《Eur Spine J》《中华外科杂志》《中华创伤骨科杂志》《中国脊柱

脊髓杂志》等。这几本期刊在国际上享有很高的声誉、影响力和权威性。同时,这几本期刊也是该研究领域的核心期刊,意味着它们发表的文章涵盖了该领域的重要研究成果和进展。

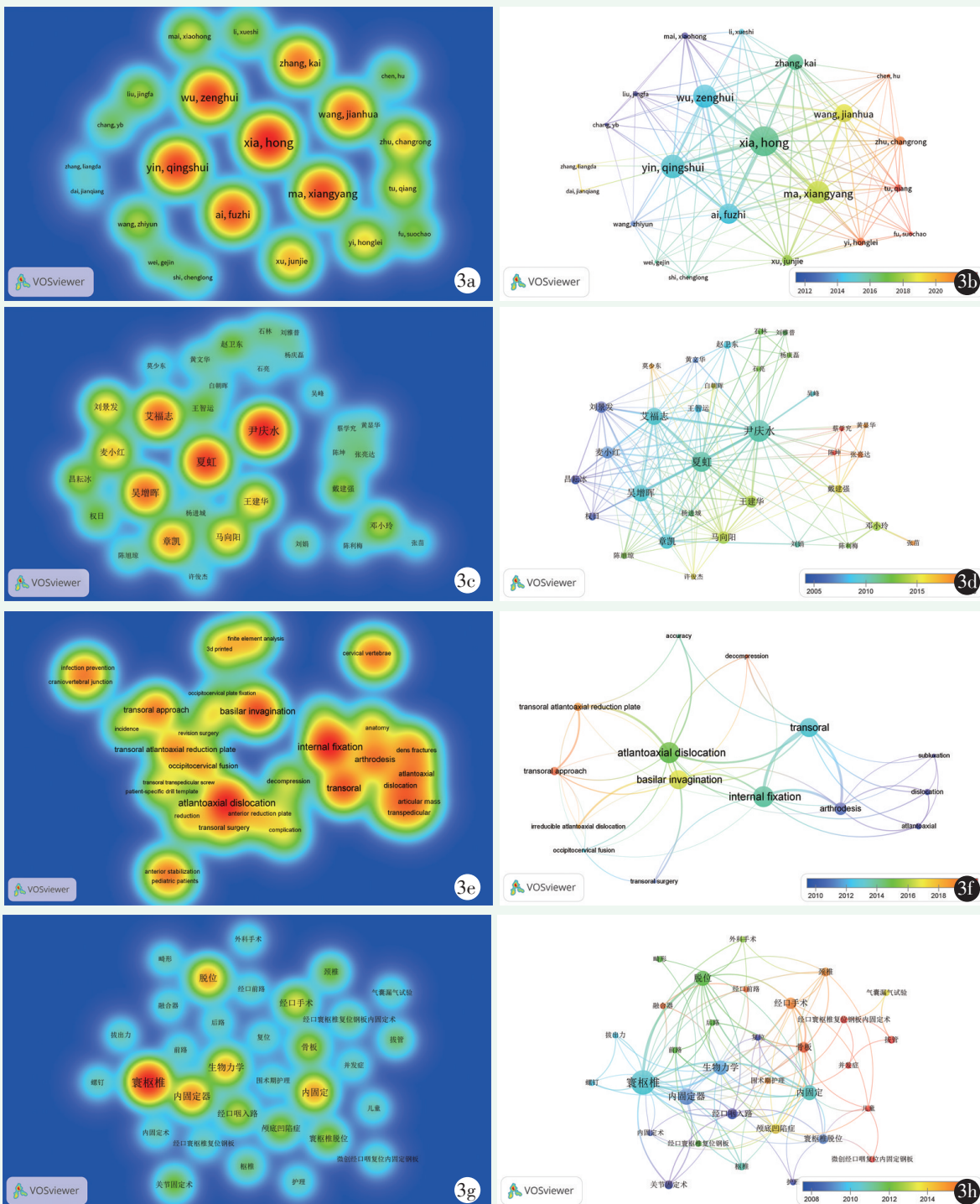


图 3. VOS viewer 作者及关键词可视化分析。3a, 3c: 文章作者共现密度图; 3b, 3d: 文章作者时间序列图; 3e, 3g: 关键词共现密度图; 3f, 3h: 关键词时间序列图。

Figure 3. VOS viewer author and keyword visualization and analysis. 3a, 3c: article author co-occurrence density visualization; 3b, 3d: article author time series visualization; 3e, 3g: keyword co-occurrence density visualization; 3f, 3h: keyword time series visualization.



关键词可视化分析揭示了 TARP 手术在 20 年间研究方向的重点更迭及近期的热点。TARP 手术的适应证从最初的难复性寰枢椎脱位<sup>[13]</sup>逐渐增加了颅底凹陷症伴或不伴寰枢椎脱位<sup>[14, 15]</sup>、齿状突骨折伴寰枢椎后脱位<sup>[16]</sup>、颅底凹陷症伴 Klippel-Feil 综合征<sup>[17]</sup>等相关疾病。在图 3 时间序列图中, 颜色越趋向于红色, 表示研究方向越新颖<sup>[18]</sup>。通过仔细阅读近几年的相关文献发现, 微创钢板、术后感染、精准治疗、生物力学逐渐成为近 3 年 TARP 手术的临床关注重点。王建华<sup>[19]</sup>等发现常规 TARP 钢板由于体积过大不适用于儿童, 因此在 TARP 钢板的基础上研发了微创 TARP 钢板, 并在临床上获得了良好的疗效。Zhang 等<sup>[20]</sup>通过研究 TARP 手术患者术前一系列口腔消毒后细菌菌群的变化及术后神经功能的恢复情况, 认为经口入路切开咽后肌层置入内固定, 安全有效。Chen 等<sup>[21]</sup>对 TARP 手术的患者进行回顾性分析, 发现手术部位感染的发生率为 2.9% (17/581)。进一步提出了一种经口咽入路手术部位感染的临床治疗策略, 并证明其有效性。充分的围手术期准备是降低 SSI 发生率的关键之一。Li 等<sup>[22]</sup>通过有限元技术, 构建了 6 种常见的寰枢椎固定方式, 从生物力学的角度证明了 TARP 可能比其他技术更有效地缓解非固定节段的退化。Tu 等<sup>[23]</sup>则将 TARP 手术与 3D 打印技术进行有效结合, 通过对比发现, 使用 3D 打印真实尺寸模型进行术前手术模拟是 TARP 手术治疗难复性寰枢椎脱位直观有效的辅助工具。3D 打印的生物模型精确复制了患者特定的解剖结构, 比三维重建图像更有用。郑轶等<sup>[24]</sup>以 TARP 钢板为模板, 结合 3D 打印和逆向工程技术, 根据每位患者不同的解剖形态, 定制个性化置钉导向钢板, 并取得良好疗效。综上所述, 近年来对 TARP 手术的研究已经越发全面、细致和深入。

#### 4 结 论

自 2003 年起, TARP 手术开始用于治疗寰枢椎脱位, 其经历了从第一代到目前的第四代的逐渐发展, 技术已逐渐成熟。多年的临床实践证明, TARP 手术在难复性和不可复性寰枢椎脱位患者的治疗上具有显著的优势。并逐渐应用于颅底凹陷症伴或不伴寰枢椎脱位、齿状突骨折伴寰枢椎后脱位、颅底凹陷症伴 Klippel-Feil 综合征以及寰枢椎脱位后路手术失败须前路翻修等上颈椎疑难疾患。在对 TARP 的研究中, 来自中国人民解放军南部战区总医院及南方医科

大学的学者做出了巨大贡献。大多数文章集中在 TARP 的手术适应证, 近几年逐渐出现微创、感染、生物力学、3D 打印等相关方向, 这些趋势将为 TARP 手术的研究和临床治疗带来新的理念和方法, 推动该领域更快的发展。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 孙昊: 课题设计实施和论文写作、分析及解释数据、统计分析; 陈虎: 酝酿和设计实验、分析及解释数据、文章审阅、指导; 何英华、梁钟标: 采集数据、统计分析、实施研究等; 涂强: 文章审阅、指导、获取研究经费、支持性贡献

#### 参考文献

- [1] Yin QS, Li XS, Bai ZH, et al. An 11-year review of the TARP procedure in the treatment of atlantoaxial dislocation [J]. *Spine (Philadelphia, Pa. 1976)*, 2016, 41 (19): E1151-E1158. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001593.
- [2] Zhu CR, Wang JH, Wu ZH, et al. Management of pediatric patients with irreducible atlantoaxial dislocation: transoral anterior release, reduction, and fixation [J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2019, 2019: 1-7. DOI: 10.3171/2019.4.PEDS1928.
- [3] 谭明生. 寰枢椎脱位的中西医疗 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (21): 1921-1924. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.21.01.  
Tan MS. Management of atlantoaxial dislocation with traditional Chinese medicine and Western medicine [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (21): 1921-1924. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.21.01.
- [4] 夏虹, 石林, 赵卫东, 等. 前路 TARP 系统与后路钉棒系统对枢椎下拉力的生物力学研究 [J]. *解放军医学杂志*, 2014, 39 (7): 527-530. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.07.04.  
Xia H, Shi L, Zhao WD, et al. Biomechanical comparison of the pull-down strength between TARP system and posterior atlantoaxial screw fixation system on the axis [J]. *Medical Journal of Chinese People's Liberation Army*, 2014, 39 (7): 527-530. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.07.04.
- [5] Wang JH, Xia H, Ma XY, et al. Treatment of irreducible atlantoaxial dislocation by bony deformity osteotomy, remodeling, releasing, and plate fixating through transoral approach [J]. *Int Orthop*, 2023, 47 (1): 209-224. DOI: 10.1007/s00264-022-05604-w.
- [6] 段文禹, 焦录, 吴启润, 等. 股骨颈骨折内固定的全球研究现状的可视化分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (10): 892-895. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.06.  
Duan WY, Jiao L, Wu QR, et al. A visual analysis in current status of global research on internal fixation of femoral neck fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (10): 892-895. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.06.
- [7] Wang N, Mi ZH, Chen S, et al. Analysis of global research hotspots and trends in immune cells in intervertebral disc degeneration: A bibliometric study [J]. *Hum Vaccin Immunother*, 2023, 19 (3): 227

4220. DOI: 10.1080/21645515.2023.2274220.
- [8] Leefmann J, Levallois C, Hildt E. Neuroethics 1995–2012. A bibliometric analysis of the Guiding Themes of an Emerging Research Field [J]. *Front Hum Neurosci*, 2016, 10: 336. DOI: 10.3389/fnhum.2016.00336.
- [9] Yin QS, Ai F, Zhang K, et al. Irreducible anterior atlantoaxial dislocation: one-stage treatment with a transoral atlantoaxial reduction plate fixation and fusion. Report of 5 cases and review of the literature [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30 (13): E375–E381. DOI: 10.1097/01.brs.0000168374.84757.d5.
- [10] 尹庆水, 艾福志, 章凯, 等. 经口咽前路寰枢椎复位钢板系统的研制与初步临床应用 [J]. *中华外科杂志*, 2004, 42 (6): 325–329. DOI: 10.3760/j.issn:0529-5815.2004.06.002.
- Yin QS, Ai FZ, Zhang K, et al. Design and preliminary clinical application of transoralpharyngeal atlantoaxial reduction plate [J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2004, 42 (6): 325–329. DOI: 10.3760/j.issn:0529-5815.2004.06.002.
- [11] 翁纳, 何晓铭, 宋雨珂, 等. 神经根型颈椎病全球研究现状的可视化分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (15): 1392–1396. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.15.09.
- Weng R, He XM, Song YK, et al. Visual analysis of global research status of cervical spondylotic radiculopathy [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (15): 1392–1396. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.15.09.
- [12] 艾福志, 尹庆水, 夏虹, 等. 经口咽前路寰枢椎复位钢板的生物力学评价 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2003, 18 (5): 330–332. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9935.2003.05.017.
- Ai FZ, Yin QS, Xia H, et al. Biomechanical evaluation of anterior transoralpharyngeal atlantoaxial reduction plate [J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Injury*, 2003, 18 (5): 330–332. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9935.2003.05.017.
- [13] Ai FZ, Yin QS, Xu DC, et al. Transoral atlantoaxial reduction plate internal fixation with transoral transpedicular or articular mass screw of C2 for the treatment of irreducible atlantoaxial dislocation: two case reports [J]. *Spine (Philadelphia, Pa. 1976)*, 2011, 36 (8): E556–E562. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181f57191.
- [14] Zou XB, Ouyang BP, Yang HZ, et al. Surgical treatment for basilar invagination with irreducible atlantoaxial dislocation: transoral atlantoaxial reduction plate fixation vs occipitocervical fixation [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21 (1): 825. DOI: 10.1186/s12891-020-03838-6.
- [15] Lan SB, Xu JJ, Wu ZH, et al. Atlantoaxial joint distraction for the treatment of basilar invagination: clinical outcomes and radiographic evaluation [J]. *World Neurosurg*, 2018, 111: e135–e141. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.12.013.
- [16] Zhang K, Xu JJ, Wang Q, et al. Treatment of dens fractures with posterior atlantoaxial dislocation with transoral atlantoaxial reduction plate surgery: case report and introduction of a novel treatment option [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2012, 37 (7): E451–E455. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31823735f5.
- [17] Wei GJ, Wang ZY, Ai FZ, et al. Treatment of basilar invagination with klippel-feil syndrome: atlantoaxial joint distraction and fixation with transoral atlantoaxial reduction plate [J]. *Neurosurgery*, 2016, 78 (4): 492–498. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001094.
- [18] Hou ZM, Wang W, Su ST, et al. Bibliometric and visualization analysis of biomechanical research on lumbar intervertebral disc [J]. *J Pain Res*, 2023, 16: 3441–3462. DOI: 10.2147/JPR.S428991.
- [19] 王建华, 夏虹, 吴增晖, 等. 微创经口咽复位内固定钢板在儿童寰枢椎手术中的初步应用 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2018, 28 (10): 895–901. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2018.10.05.
- Wang JH, Xia H, Wu ZH, et al. Primary application of slim transoral anterior reduction plate in pediatric atlantoaxial dislocation through transoral approach [J]. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2018, 28 (10): 895–901. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2018.10.05.
- [20] Zhang Y, Fu SC, Wu Y, et al. Research on pharyngeal bacterial flora in transoral atlantoaxial operation and the postoperative follow-up study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23 (1): 922. DOI: 10.1186/s12891-022-05851-3.
- [21] Chen H, Zhu CR, Yi HL, et al. Incidence and management of surgical site infection in the cervical spine following a transoral approach [J]. *Int Orthop*, 2022, 46 (10): 2329–2337. DOI: 10.1007/s00264-022-05492-0.
- [22] Li J, Cao S, Guo D, et al. Biomechanical properties of different anterior and posterior techniques for atlantoaxial fixation: a finite element analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18 (1): 456. DOI: 10.1186/s13018-023-03905-3.
- [23] Tu Q, Chen H, Ma XY, et al. Usefulness of a three-dimensional-printed model in the treatment of irreducible atlantoaxial dislocation with transoral atlantoaxial reduction plate [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13 (3): 799–811. DOI: 10.1111/os.12961.
- [24] 郑轶, 张嘉锴, 吴君龙, 等. 3D打印个性化异形解剖导向钢板辅助经口前路寰枢椎置钉的数字化研究 [J]. *脊柱外科杂志*, 2022, 20 (2): 84–88. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2022.02.003.
- Zheng Y, Zhang JK, Wu JL, et al. Digital study of 3D printing personalized special-shaped anatomy guided plate assisted atlantoaxial screw placement via anterior transoral approach [J]. *Journal of Spinal Surgery*, 2022, 20 (2): 84–88. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2022.02.003.

(收稿:2024-01-04 修回:2024-09-02)

(同行评议专家: 孙永生, 徐凯, 谭屏)

(本文编辑: 郭秀婷)