

• 论著 •

富血小板血浆治疗骨关节炎的文献计量分析

王辉^{1,2} 陈立力² 龚瑾^{1,2} 黄永莉² 张进进² 邢颜超²¹新疆医科大学研究生院, 乌鲁木齐 830054; ²新疆军区总医院输血医学科, 乌鲁木齐 830000

DOI: 10.3969/j.issn.1671-2587.2025.04.011

作者简介: 王辉, 主要从事血液与生物治疗方面研究, (E-mail) wanghui9908@163.com。

共同第一作者: 陈立力, 主要从事输血相关细胞治疗研究, (E-mail) hof0336699@163.com。

通信作者: 邢颜超, 主要从事临床输血、创面修复、细胞治疗的基础及临床研究, (E-mail) xingyanchao@aliyun.com。

共同通信作者: 张进进, 主要从事干细胞及血小板功能研究, (E-mail) 13319805828@qq.com。

【摘要】 目的 从文献计量学角度分析富血小板血浆 (PRP) 治疗骨关节炎的相关文献, 了解研究现状和未来趋势。**方法** 在Web of Science核心数据库检索PRP治疗骨关节炎相关文献, 用CiteSpace和VOSviewer软件对文献的发量、机构、作者、关键词进行分析。**结果** 共纳入728篇文献, 自2018年起研究热度显著增长, 研究热点集中于软骨修复和抗炎机制, 关键词突现分析显示PRP联合干细胞治疗可能成为未来研究方向。**结论** PRP治疗骨关节炎的研究正向机制探讨和临床应用深化方向发展, 未来需加强国际合作, 探索个性化治疗方案。

【关键词】 富血小板血浆 骨关节炎 CiteSpace 文献计量分析**【中图分类号】** R684.3 R457 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-2587(2025)04-0509-09

Bibliometric Analysis of Platelet-rich Plasma Therapy for Osteoarthritis WANG Hui^{1,2}, CHEN Lili², GONG Jin^{1,2}, HUANG Yongli², ZHANG Jinjin², XING Yanchao². ¹Graduate School of Xinjiang Medical University, Urumqi 830054; ²Department of Blood Transfusion, General Hospital of Xinjiang Military Command, Urumqi 830000

【Abstract】 Objective To analyze the literature on platelet-rich plasma (PRP) therapy for osteoarthritis from a bibliometric perspective and identify the current research status and future trends. **Methods** Relevant literature on PRP therapy for osteoarthritis was retrieved from the Web of Science Core Collection database. CiteSpace and VOSviewer software were used to analyze publication volume, institutions, authors, and keywords. **Results** A total of 728 articles were included. Since 2018, research activity has increased significantly, with a focus on cartilage repair and anti-inflammatory mechanisms. Keyword burst analysis indicated that PRP combined with stem cell therapy may become a future research direction. **Conclusion** Research on PRP therapy for osteoarthritis is progressing toward deeper exploration of mechanisms and clinical applications. Future studies should emphasize international collaboration and the development of personalized treatment strategies.

【Key words】 Platelet-rich plasma Osteoarthritis CiteSpace Bibliometric analysis

富血小板血浆 (platelet-rich plasma, PRP) 是一种血小板浓度高于全血3倍以上的血液衍生物, 其临床应用最早可追溯至20世纪70年代, 作为替代疗法治疗血小板减少症^[1]。随着再生医学的发展, 富含多种生物活性物质的PRP逐渐用于骨科领域。骨关节炎是最常见的退行性关节疾病, PRP可以通过促进组织修复再生、调节炎症反应、缓解疼痛等机制改善骨关节炎, 因此相关研究一直备受关注^[2]。

文献计量学是一种通过定量分析文献数据的时空分布与关联网络, 从而系统地揭示学科发展规律、知识演进路径及研究热点变迁的工具^[3], 可以通过构建知识图谱、检测突现词和识别核心研究集群等方法追踪研究前沿方向。CiteSpace和VOSviewer是常用

的文献计量分析工具, 可以对文献进行可视化、系统化的研究。CiteSpace擅长分析文献的时间演变和聚类, 揭示研究趋势及关系网络, 而VOSviewer在可视化效果上更具优势, 常被用来展示研究聚类和重要参考文献。为了系统揭示PRP治疗骨关节炎的研究动态, 我们利用CiteSpace和VOSviewer 对该领域开展分析。

资料与方法

1 数据来源与收集

Web of Science作为最权威、最系统的数据库之一, 可以提供文献的详细信息, 包括文献数量、作者信息、机构、关键词和参考文献等。在Web of Science核心数据库检索PRP和骨关节炎的相关文献, 数据检

索策略：检索主题 (TS= (osteoarthritis) AND TS= (platelet rich plasma OR Platelet lysate OR Platelet concentrate))，文献类型选择“article”，语种选择“English”，时间范围选择2006年1月1日—2024年9月30日。

2 纳入和排除标准

纳入标准：(1) 研究内容为PRP在骨关节炎中的应用；(2) 文献发表时间为2006年1月1日—2024年9月30日；(3) 文献用英文撰写；(4) 文献类型仅限于“论著”。排除标准为：(1) 文献类型为综述、会议、病例报告或新闻稿件；(2) 用英语以外的语言撰写的文章；(3) 主要内容不涉及富血小板血浆和骨关节炎的研究。

3 研究方法

根据纳入和排除标准从Web of Science (WOS) 筛选出富血小板血浆和骨关节炎相关研究文献

并进行去重，最终纳入文献728篇。随后，使用CiteSpace6.4.R1分析研究趋势、作者、机构和关键词。软件设置如下，时间跨度为2006—2024年，时间切片1年，比例因子k=25，节点 (node types) 分别设定为研究机构、作者、关键词，其他参数均为默认值，运行CiteSpace得到可视化图谱并进行分析。同时，使用VOSviewer将阈值设置为30进行共引分析。

结 果

1 年发表量趋势

根据WOS的数据，2006年—2024年共发表PRP治疗骨关节炎相关论著728篇，见图1。通过每年发表文献数量的趋势图，可以看到文献数量呈现持续上升的趋势，从2006年的1篇文章增加到2023年的98篇文章，2024全年发文量仍待完全统计。

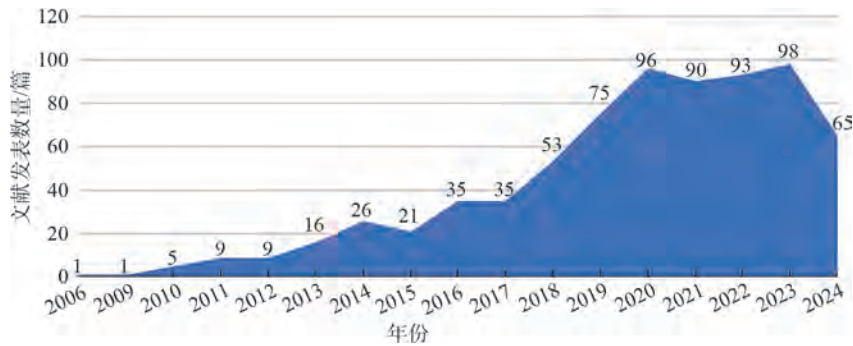


图1 PRP治疗骨关节炎历年发文趋势

2 发文机构分析

可视化的机构网络提供了各个研究团队之间的合作关系，表1中列出了按照发表文献数量排名领先的10家研究机构。图2可以看到发文量位居前列的Rush University、Harvard University、Mayo Clinic等机构具有较高的中介中心性，倾向于多方合作，表明这些机构在该领域的研究中发挥了重要的桥梁作

用。相比之下，以IRCCS Istituto Ortopedico Rizzoli为代表的机构虽然发文量较多，但是合作关系相对有限。

3 作者分析

Filardo, Giuseppe是在该领域发表文章最多的研究者，他发表了19篇文章。Cenacchi, Annarita位居第2，发表了10篇文章，其次是Kon, Elizaveta和

表1 PRP治疗骨关节炎领域发表论文最多的前10个机构

Rank	Institution	Publications
1	Rush University (USA)	18
2	IRCCS Istituto Ortopedico Rizzoli (Italy)	13
3	Ohio State University (USA)	11
4	Cornell University (USA)	10
4	Shanghai Jiao Tong University (China)	10
6	Assistance Publique-Hopitaux de Marseille (France)	9
6	Mayo Clinic (USA)	9
6	Aix-Marseille Universite (France)	9
9	Institut National de la Sante et de la Recherche Medicale (Inserm) (France)	7
10	Juntendo University (Japan)	6



注：节点的大小表示机构的参与度；节点连接线表示机构之间的合作关系；连接线颜色表示不同的时间段，左下角的颜色条表示合作的年份。

图2 机构合作网络进行可视化

Marcacci, Maurilio发表了9篇文章（表2）。分析作者间的合作关系可以为该领域研究者的价值提供参考。图3显示Filardo, Giuseppe和Kon, Elizaveta等人位于网络的中心位置，是该领域的核心人物，在骨

关节炎研究领域具有较为显著的影响，而且他们与其他作者的合作关系非常密切。通过颜色的渐变，还可以观察到以Zaffagnini, Stefano为代表的一些作者在近几年展开了更多的联合研究。

表2 PRP治疗骨关节炎领域最高产作者

Rank	Author	Publications
1	Filardo, Giuseppe	19
2	Cenacchi, Annarita	10
3	Kon, Elizaveta	9
4	Marcacci, Maurilio	9
5	Cole, Brian J	8
6	Di martino, Alessandro	7
7	Magalon, Jeremy	6
8	Saita, Yoshitomo	6
9	Chahla, Jorge	5
10	Fornasari, Pier Maria	5
11	Cook, James L	5

4 参考文献的共引分析

在本研究纳入的728篇文章引用的15 832篇共被引参考文献中，有73篇被引用超过30次。图4展示了同被引参考文献集群，文章分为4个集群，包括73个项目、2 483个链接和18 501的累计链接强度。通过图中的标签和圆圈大小可以观察到，前三篇同引参考文献是Sandeep Patel（2013）、Elizaveta Kon（2011）和Fabio Cerza（2012），分别被引用175、116、78次。

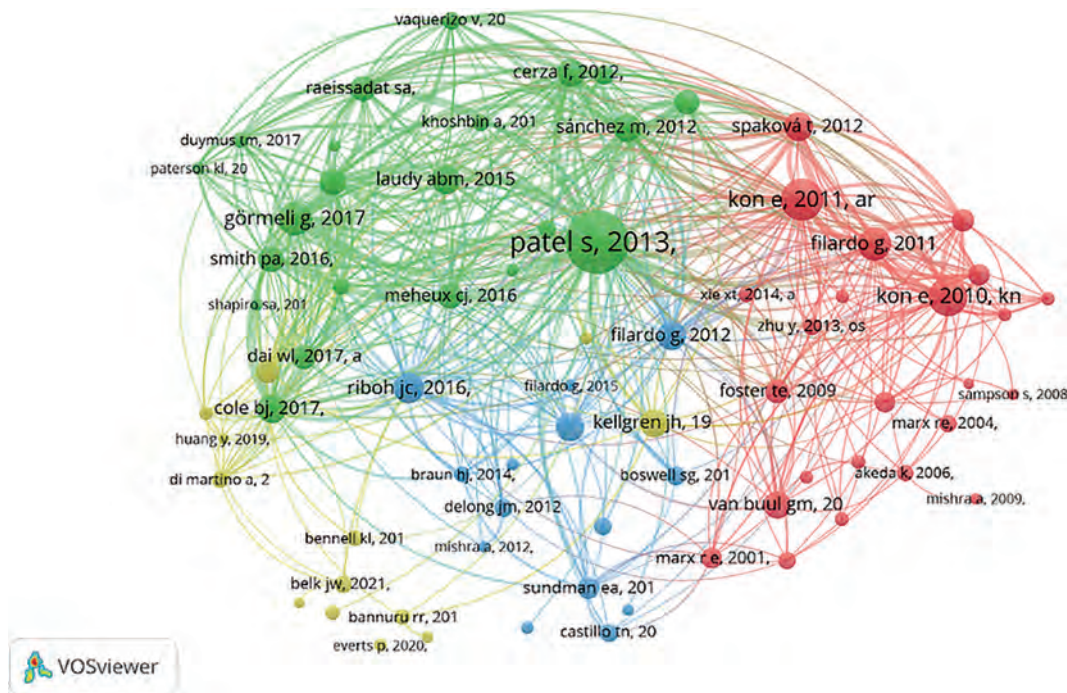
5 关键词分析

关键词分析可以准确反应某时段活跃的研究主题。为了确定PRP治疗骨关节炎领域的当前热点和研究趋势，我们从728篇文献中收集了444个关键词，使用CiteSpace软件进行共现分析。分析显示，透明质酸、膝骨关节炎、双盲、生长因子、疗效、间充质干细胞、疼痛和软骨等关键词受到了广泛关注，而且近年来这些主要关键词之间的连接更多，关系更密切。其中软骨细胞、细胞和修复与其他很多关键词有强关



注：节点的大小表示作者的参与度；节点连接线表示作者之间的合作关系；连接线颜色表示不同的时间段，左下角的颜色条表示合作的年份。

图3 作者合作网络可视化图



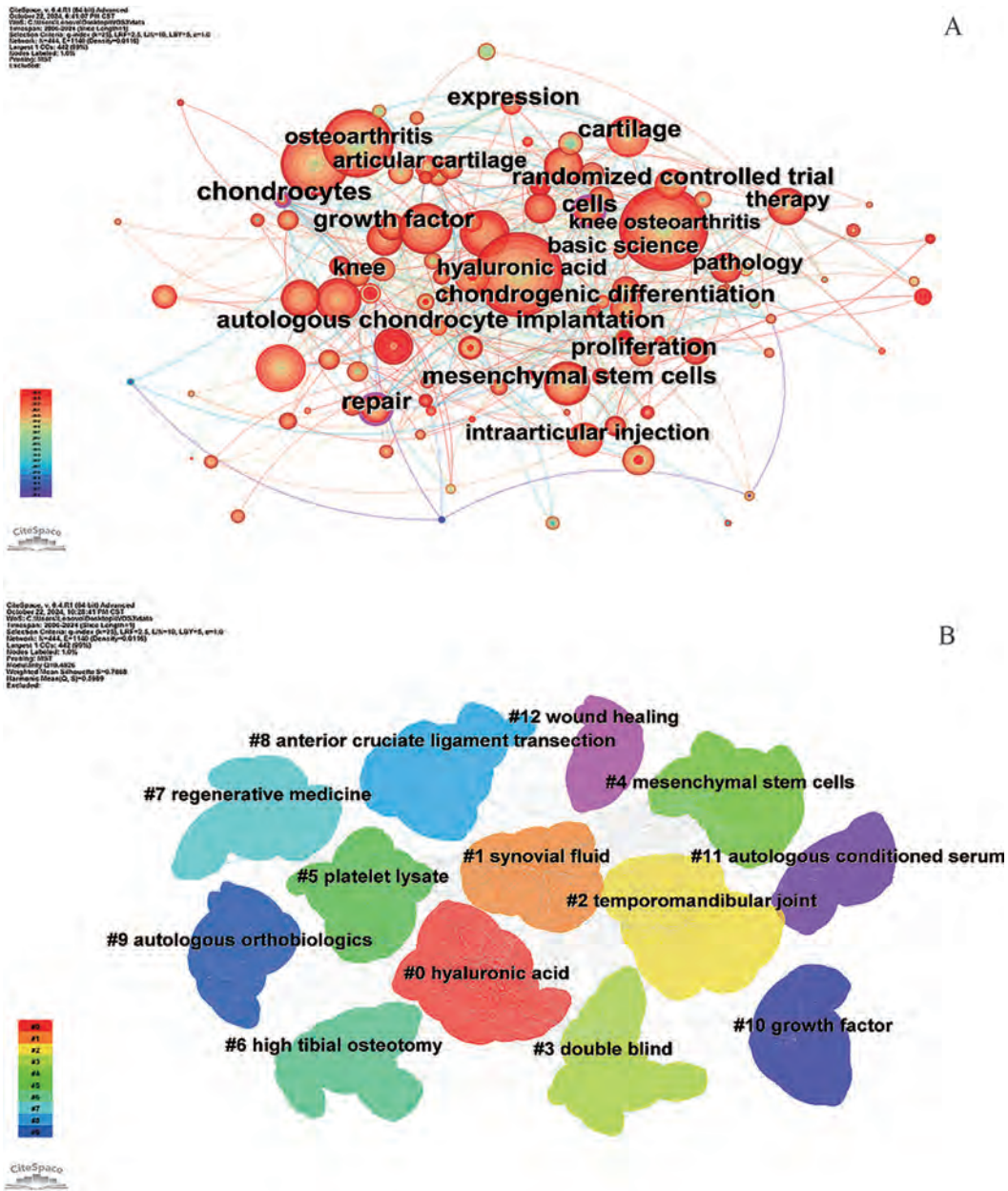
注：节点代表特定的文献，节点的大小表示被引用的频率；节点间连线表示引用关系；节点颜色表示不同的研究主题。

图4 参考文献共被引网络

联，具有较高中心中介性（图5A）。图5B的聚类分析展示了主要关键词集群，包括透明质酸、滑液、双盲、间充质干细胞等。

突现关键词是指在某领域中短时间内出现频率迅速增加的关键词，有助于掌握研究趋势和预测研究方向。图6展示了突现性最高的20个主要关键词。其中，第一个突现关键词是2009年出现的“软骨细胞”。随后出现的关键词有病理、试验、注射、关节

软骨缺损等，表明PRP治疗逐渐从基础研究过渡到临床研究，并强调了促软骨再生的潜力。现在，研究者们不仅将目光聚焦于治疗效果，还开始考虑管理与实施问题，管理和关节穿刺变成了突现关键词。时间线图展示了各聚类中关键词随时间进展的变化情况（图7）。这些聚类对应的关键词信息分别为血小板裂解液、间充质干细胞、透明质酸、治疗、视觉模拟评分、白细胞介素-1受体拮抗剂（IL-1RA）、PRP、



注：节点表示不同的关键词，大小表示出现的频率；节点连线表示在相同文献中出现，颜色表示关键词出现的时间。

(A) PRP 在骨关节炎中应用的关键词共现网络。(B) 关键词共现网络的聚类分析。

图5 关键词共现分析的网络和聚类图

骨髓水肿、前交叉韧带横断和生物工程软骨。血小板裂解液 (plate lysate) 是最重要聚类，关键词从生长因子、激活、到炎症反应，再演变到软组织病理学。

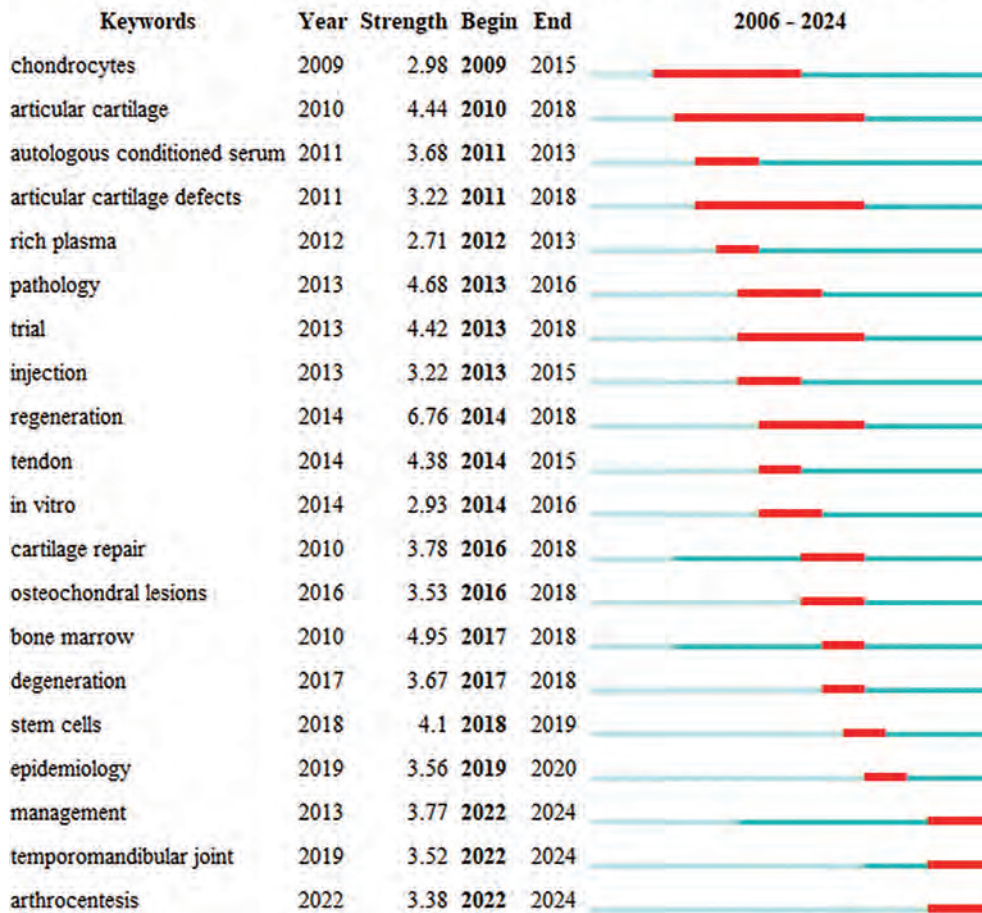
讨 论

骨关节炎是全球残疾的主要因素之一，骨关节炎导致的运动功能丧失会严重降低患者生活质量并加剧社会经济负担^[4]。PRP作为骨关节炎的治疗方法已经得到认可，尤其是在缓解疼痛和改善功能方面^[5-7]，许多治疗中心已经为患者提供相关治疗。为

了促进治疗方式的改进和机制研究的深入，提升对PRP治疗骨关节炎的全面认识非常有必要。本研究分析了2006年—2024年PRP在骨关节炎中应用的文献，通过年度出版量、机构合作、作者合作、共被引和关键词分析，揭示研究趋势并根据热点预测研究方向。

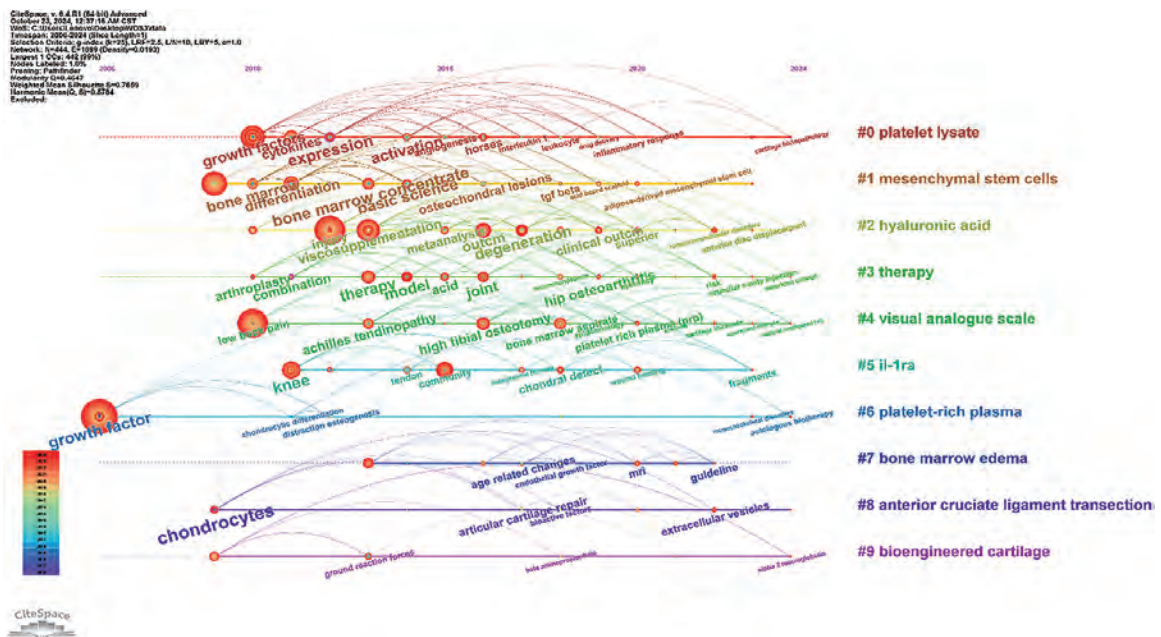
从年发文趋势来看，2006年—2024年，PRP治疗骨关节炎的研究经历了三个阶段：起步期（2006—2012年）、快速增长期（2013—2020年）和稳定期（2021年至今）。2006年仅有1篇相关文献发表，到2023年已增至98篇，表明该领域正在快速发展。尤其是COLE在2017年一项关键研究^[8]，通过随机对照

Top 20 Keywords with the Strongest Citation Bursts



注：蓝色表示分析时间段（2006—2024）；红色表示关键词爆发的时间段。

图6 PRP治疗骨关节炎研究中引用爆发最强的前20个关键词



注：节点表示关键词，节点大小代表关键词频率，节点连线表示共现关系；每条时间线代表一个关键词聚类，实线表示研究热度高，虚线表示可能被替代或不是重点。

图7 PRP治疗骨关节炎研究关键词时间线图

对111例接受透明质酸和PRP治疗的骨关节炎患者的预后进行评价。研究发现尽管PRP和透明质酸在主要指标WOMAC评分（Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index）上无显著差异，但PRP在次要指标，如IKDC（International Knee Documentation Committee Score）和VAS（Visual Analog Scale）评分中表现出更大的改善。这一研究表明PRP可能通过抗炎和增强软骨基质的生物合成，缓解疼痛并改善关节功能，引起了研究者的广泛兴趣，2018年后研究数量迅速增加，且对PRP抗炎与软骨修复的关注持续升温^[9-10]。

机构合作网络分析发现，以美国为代表的研究机构，如Rush University、Mayo Clinic和Harvard University等，不仅产出高，而且具有较强的国际合作能力，承担着知识枢纽的功能。相比之下，意大利的IRCCS Istituto Ortopedico Rizzoli和国内的上海交通大学等机构表现出本地化高产的特征，反映了其独立科研能力较强但国际合作不足的现状。加强全球化合作以及跨学科研究，通过资源互补，突破技术瓶颈，有望推动PRP在骨关节炎治疗领域取得更大进展。

作者合作网络分析进一步显示，Filardo G等高产作者对该领域的发展贡献突出。高产作者们的研究同时关注PRP的作用机制和临床应用，为其他学者提供了重要的研究方向。例如，PRP细胞因子的释放动力学^[9]，PRP血小板浓度和白细胞含量对膝关节炎临床注射的影响^[11-12]。近年来，Filardo G和其他专家还提出了PRP产品的分类和编码系统^[13]，标准化PRP在膝关节骨关节炎治疗中的应用，提高了研究和临床实践的一致性。此外，作者合作网络和机构合作网络的结果高度相符，表明高产作者作为机构的核心研究人员，在该领域的研究有主导地位。从这个角度来看，中国的研究者在合作网络中并不突出，可能是由于研究者数量较多或合作多在境内展开。

参考文献共被引分析图显示，PRP治疗骨关节炎领域的核心文献主要包括PATEL（2013）^[14]、KON（2011^[15]，2010^[16]）和FILARDO（2011^[17]，2012^[18]，2015^[19]）。聚类分析显示，研究主题可以分为四大方向：一是以绿色群组为代表的PRP临床疗效研究，包括PRP与透明质酸等传统疗法的对比；二是以红色群组为主的PRP机制研究，聚焦其抗炎特性和软骨修复功能；三是以蓝色群组为主的组织再生医学应用和研究方法探讨；四是以黄色群组为主的治疗方案优化和联合应用的研究。从图4中推测研究热点

的动态趋势可以发现，近年文献多属于黄色群组，更多关注PRP治疗的标准化、精准化以及个体化应用，同时加强了基础研究与临床转化之间的联系^[13, 20]。此外，参考文献共被引可以反映文献在学界的影响力，文献之间的强关联性表明，学术网络内部合作紧密。我国研究者数量多，但国际合作交流较少，被引量低，因此影响力有限。总体而言，PRP治疗骨关节炎领域的研究正向更加规范化和多样化的方向发展，为该技术的优化与推广奠定了基础。

关键词分析更直接地反映了该领域的研究热点和趋势。我们分析结果中出现的一些关键词，“透明质酸”用于补充滑液，是骨关节炎临床试验最常用的对照组，“软骨”损伤是骨关节炎最常见的病理特征，最终会导致关节的破坏。“疼痛”和“炎症”是骨关节炎的主要表现，PRP被证实可以缓解疼痛和抗炎。“生长因子”是PRP的主要活性成分，“关节腔注射”PRP是最常规的治疗方式。近年来，有一些研究比较了“间充质干细胞”和PRP联合治疗与单独应用的效果，认为联合组结合了PRP的促修复特性和干细胞的再生能力，软骨修复和抗炎能力更优^[21-22]。“管理”是最新的热点关键词，除了对PRP注射量、注射间隔等个体化医疗的研究，适当的锻炼活动也被研究者们加入了治疗管理当中^[23]。

综合分析发现，早期研究开展了很多临床试验并对PRP的软骨修复作用进行了大量研究，包括促进软骨修复、缓解关节疼痛和调节炎症等方面^[24]，而后随着PRP治疗技术的不断成熟，“注射”“管理”等关键词的突现标志着PRP治疗从基础研究过渡到临床应用，并且进一步转向实施和管理问题，包括治疗流程、成本效益等。

同时，时间线分析显示，研究主题从早期的“疼痛管理”和“膝关节功能改善”逐渐发展到关注“软骨组织修复”和“生物工程软骨”等复杂生物学机制。这一演变表明研究正从单一的临床疗效评估向多层次的生物学机制探讨发展。与此同时，“白细胞介素-1受体拮抗剂（IL-1RA）”和“血小板裂解液”等关键词的突现，提示PRP在抗炎机制和衍生物领域的研究正在深入拓展^[25-26]。整体来看，关键词分析展现了PRP治疗骨关节炎领域在机制研究、联合应用以及精准化治疗方向上的多维发展。这提示我们未来研究可能是继续对PRP的成分进行深入研究，探索其缓解骨关节炎的具体机制，同时将致力于PRP标准化，进一步调整骨关节炎治疗方案。在这些研究方面，中国在领域内的研究正在不断追赶国际前沿，专

家共识^[27]推进了标准化研究, PRP联合针灸^[28]展现了中国特色, 但我们仍需进行深度的基础研究, 在高质量文章和专利上加速突破。

本研究存在一定的局限性。首先, 数据来源仅限于Web of Science核心数据库, 可能遗漏了其他数据库中的相关文献, 从而导致分析不够全面。其次, 文献语言限定为英文, 忽略了其他语言的相关研究, 可能遗漏了一些具有地域特色的研究成果。此外, 由于新兴研究可能尚未形成高被引网络, 本研究可能低估了这些文章的影响力。未来研究应扩大数据来源, 整合不同语言的文献, 结合多种方法进行更全面细致地分析, 以探索PRP在骨关节炎中应用的趋势和热点。

PRP治疗骨关节炎领域的研究正处于持续发展阶段, 研究方向逐渐从单一的临床疗效评价向多维度的基础机制探讨拓展^[29-30]。未来的研究应加强国际化合作, 推动PRP与其他疗法的联合应用^[31], 同时深入探索其作用机制, 以期为骨关节炎患者提供更有效的治疗选择。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 王辉: 资料收集、论文撰写和修改; 陈立力、龚瑾、黄永莉: 资料收集整理、提出文章修改意见; 邢颜超、张进进: 选题设计、论文审校

参 考 文 献

- [1] GUPTA S, PALICZAK A, DELGADO D. Evidence-based indications of platelet-rich plasma therapy[J]. *Expert Rev Hematol*, 2021, 14(1):97-108.
- [2] EVERTS P, ONISHI K, JAYARAM P, et al. Platelet-rich plasma: new performance understandings and therapeutic considerations in 2020[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(20):7794.
- [3] NINKOV A, FRANK J R, MAGGIO L A. Bibliometrics: Methods for studying academic publishing[J]. *Perspect Med Educ*, 2022, 11(3):173-176.
- [4] ATASOY-ZEYBEK A, HAWSE G P, NAGELLI C V, et al. Transcriptomic changes during the replicative senescence of human articular chondrocytes[J]. *bioRxiv*, 2023:2023.11.07.565835.
- [5] SHAHBAZ A, ALZAROONI A, VEERANAGARI V R, et al. Efficacy of platelet-rich plasma intra-articular injections in hip and knee osteoarthritis[J]. *Cureus*, 2024, 16(9):e69656.
- [6] XIONG Y Q, GONG C, PENG X M, et al. Efficacy and safety of platelet-rich plasma injections for the treatment of osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2023, 10:1204144.
- [7] DÓRIO M, PEREIRA R M R, LUZ A G B, et al. Efficacy of platelet-rich plasma and plasma for symptomatic treatment of knee osteoarthritis: a double-blinded placebo-controlled randomized clinical trial[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1):822.
- [8] COLE B J, KARAS V, HUSSEY K, et al. Hyaluronic acid versus platelet-rich plasma: a prospective, double-blind randomized controlled trial comparing clinical outcomes and effects on intra-articular biology for the treatment of knee osteoarthritis[J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45(2):339-346.
- [9] MARIANI E, ROFFI A, CATTINI L, et al. Release kinetic of pro- and anti-inflammatory biomolecules from platelet-rich plasma and functional study on osteoarthritis synovial fibroblasts[J]. *Cytotherapy*, 2020, 22(7):344-353.
- [10] QI Y Y, TANG R F, SHI Z B, et al. Wnt5a/Platelet-rich plasma synergistically inhibits IL-1 β -induced inflammatory activity through NF- κ B signaling pathway and prevents cartilage damage and promotes *Meniscus* regeneration[J]. *J Tissue Eng Regen Med*, 2021, 15(7):612-624.
- [11] BOFFA A, DE MARZIANI L, ANDRIOLO L, et al. Influence of platelet concentration on the clinical outcome of platelet-rich plasma injections in knee osteoarthritis[J]. *Am J Sports Med*, 2024, 52(13):3223-3231.
- [12] ROMANDINI I, BOFFA A, DI MARTINO A, et al. Leukocytes do not influence the safety and efficacy of platelet-rich plasma injections for the treatment of knee osteoarthritis: a double-blind randomized controlled trial[J]. *Am J Sports Med*, 2024, 52(13):3212-3222.
- [13] KON E, DI MATTEO B, DELGADO D, et al. Platelet-rich plasma for the treatment of knee osteoarthritis: an expert opinion and proposal for a novel classification and coding system[J]. *Expert Opin Biol Ther*, 2020, 20(12):1447-1460.
- [14] PATEL S, DHILLON M S, AGGARWAL S, et al. Treatment with platelet-rich plasma is more effective than placebo for knee osteoarthritis: a prospective, double-blind, randomized trial[J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(2):356-364.
- [15] KON E, MANDELBAUM B, BUDA R, et al. Platelet-rich plasma intra-articular injection versus hyaluronic acid viscosupplementation as treatments for cartilage pathology: from early degeneration to osteoarthritis[J]. *Arthroscopy*, 2011, 27(11):1490-1501.
- [16] KON E, BUDA R, FILARDO G, et al. Platelet-rich plasma: intra-articular knee injections produced favorable results on degenerative cartilage lesions[J]. *Knee Surg*

- Sports Traumatol Arthrosc,2010,18(4):472-479.
- [17] FILARDO G,KON E,BUDA R,et al. Platelet-rich plasma intra-articular knee injections for the treatment of degenerative cartilage lesions and osteoarthritis[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2011,19(4):528-535.
- [18] FILARDO G,KON E,PEREIRA RUIZ M T,et al. Platelet-rich plasma intra-articular injections for cartilage degeneration and osteoarthritis:single-versus double-spinning approach[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2012,20(10):2082-2091.
- [19] FILARDO G,KON E,ROFFI A,et al. Platelet-rich plasma:why intra-articular?A systematic review of preclinical studies and clinical evidence on PRP for joint degeneration[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2015,23(9):2459-2474.
- [20] SIMENTAL-MENDÍA M,ORTEGA-MATA D,ACOSTA-OLIVO C A. Platelet-rich plasma for knee osteoarthritis:what does the evidence say?[J]. Drugs Aging,2023,40(7):585-603.
- [21] ZHAO J L,LIANG G H,HAN Y H,et al. Combination of mesenchymal stem cells (MSCs) and platelet-rich plasma (PRP) in the treatment of knee osteoarthritis:a meta-analysis of randomised controlled trials[J]. BMJ Open,2022,12(11):e061008.
- [22] ZENG W P,WANG G Z,LIAO X P,et al. Efficacy of intra-articular injection of platelet-rich plasma combined with mesenchymal stem cells in the treatment of knee osteoarthritis:a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Clin Pract,2022,2022:2192474.
- [23] JENNIFER KLINEDINST N,HUANG W L,NELSON A K,et al. Protein changes after 6 weeks of walking and the relationship to pain in adults with knee osteoarthritis[J]. Biol Res Nurs,2023,25(1):65-75.
- [24] 杨雷,景豆豆,刘明玺,等. 自体富血小板血浆注射治疗膝骨关节炎短期临床疗效观察及分析[J]. 中国输血杂志,2024,37(10):1115-1121.
- [25] XIE X T,ZHANG C Q,TUAN R S. Biology of platelet-rich plasma and its clinical application in cartilage repair[J]. Arthritis Res Ther,2014,16(1):204.
- [26] GUPTA A,MAFFULLI N. Platelet lysate and osteoarthritis of the knee:a review of current clinical evidence[J]. Pain Ther,2024,13(6):1377-1386.
- [27] 黄象艳,张强,钟萍,等. 自体单采富血小板血浆关节腔注射治疗膝骨关节炎的专家共识[J]. 中国输血杂志,2022,35(12):1187-1194.
- [28] 林腾飞,付爱玲,周宇. 温针灸联合PRP治疗膝骨关节炎的临床疗效分析[J]. 实用中西医结合临床,2024,24(18):65-67.
- [29] 杨晓亚,高裕华,刘素蕊,等. 冰冻保存PRP对IL-1 β 诱导的软骨细胞炎症反应的影响[J]. 临床输血与检验,2021,23(4):442-445.
- [30] 汪非凡,黄韦华,查占山. 富血小板血浆在创伤修复中的作用机制及应用研究进展[J]. 临床输血与检验,2025,27(1):127-134.
- [31] 赵子悦,黄韦华,查占山. 富血小板血浆与间充质干细胞的联合应用在再生医学中的前景[J]. 临床输血与检验,2024,26(3):420-426.

(收稿日期: 2024-12-31; 接收日期: 2025-03-25)

(本文编辑: 马超)