

治疗药物监测领域研究现状及趋势的文献计量学分析



张华旭¹, 霍胜霞², 吴春兴²

1. 开封市中医院药学部 (河南开封 475000)
2. 滨州市中心医院药剂科 (山东滨州 251700)

【摘要】目的 基于文献计量学探讨治疗药物监测领域的研究现状, 总结研究成果及热点。**方法** 收集 Web of Science 数据库中 2000—2024 年治疗药物监测的相关文献, 采用 VOSviewer 1.6.20、CiteSpace 6.4.R1 软件对发文量、作者机构合作、共被引文献、关键词等进行可视化分析, 并解读相关知识图谱。**结果** 共纳入 3 113 篇文献, 近年来本领域的学术关注度整体呈上升趋势。来自 565 家机构的 901 位作者参与了治疗药物监测领域的相关研究, 其中美国、中国、荷兰、德国、意大利等国家的发文量较多。高频关键词提示本领域研究内容主要涉及治疗药物监测人群、评价方法、疾病以及药物等, 基于治疗药物监测进行临床用药优化已成为当下的研究热点。**结论** 目前, 治疗药物监测领域研究正处于快速发展期, 其学术关注度持续上升, 且具有多样化、交叉式的特点; 近年来研究热点主要为基于治疗药物监测进行患者用药优化, 但学者、机构间的合作仍有待加强。

【关键词】 治疗药物监测; 文献计量学; CiteSpace; VOSviewer; 用药优化

【中图分类号】 R 95 **【文献标识码】** A

Bibliometric analysis of research status and trends in the field of therapeutic drug monitoring

ZHANG Huaxu¹, HUO Shengxia², WU Chunxing²

1. Department of Pharmacy, Kaifeng Traditional Chinese Medicine Hospital, Kaifeng 475000, Henan Province, China

2. Department of Pharmacy, Binzhou Central Hospital, Binzhou 251700, Shandong Province, China

Corresponding author: ZHANG Huaxu, Email: d2ck1@163.com

【Abstract】Objective To explore the research status in the field of therapeutic drug monitoring based on bibliometrics, and summarize the research results and hotspots. **Methods** Literature related to therapeutic drug monitoring in Web of Science database from 2000 to 2024 was collected. VOSviewer 1.6.20 and CiteSpace 6.4.R1 softwares were applied to conduct the visual analysis through the number of publications, author and institution collaborations, co-cited literature, keywords, etc. The relevant knowledge maps were interpreted. **Results** A total of 3 113 articles were included, the academic attention in this field has shown an overall upward trend in recent years. 901 authors from 565 institutions participated in the research related to therapeutic drug monitoring, and countries such as the USA, the People's Republic of China, Netherlands,

Germany, and Italy had a large number of publications. High-frequency keywords prompted the research content in this field mainly involved monitoring populations for therapeutic drugs, evaluation methods, diseases and drugs, and the optimization of clinical medication based on therapeutic drug monitoring has become the current research hotspot. **Conclusion** At present, the research in the field of therapeutic drug monitoring is in a period of rapid development, and its academic attention continues to rise, showing diverse and cross disciplinary characteristics. In recent years, the research hotspots have mainly focused on the patients' medication optimization based on therapeutic drug monitoring, but collaborations among authors and institutions still need to be strengthened.

【Keywords】 Therapeutic drug monitoring; Bibliometrics; CiteSpace; VOSviewer; Medication optimization

治疗药物监测是指在临床药物治疗过程中, 定时测定患者血液、尿液、唾液等液体中的药物浓度, 探讨药物体内过程, 并以药动学及药效学等基础理论为指导, 使给药方案个体化^[1]。作为临床药理学的重要组成部分, 治疗药物监测将临床用药从传统的经验模式转变为更科学的模式, 有助于达到满意的临床疗效, 避免发生毒副反应, 同时也可作为药物过量中毒诊断及处理提供有价值的数据支撑。治疗药物监测的研究对象为实施药物治疗的人体, 其核心为药物治疗方案的个体化^[2]。数据统计显示, 国外约有 50% 的医疗机构开展治疗药物监测; 中国医院协会药事专业委员会组织编制了《医疗机构药事管理与药学服务》团体标准, 该标准将治疗药物监测定位为临床药学服务的核心内容之一^[3-5]。当前, 治疗药物监测在临床实践中已得到广泛应用, 且其对患者药物治疗的有益作用已被证实, 如虽然抗高血压药物并非治疗药物监测的最佳对象, 但治疗药物监测亦在优化抗高血压药物的临床应用中发挥了积极作用^[6]; 更昔洛韦及其前药缙更昔洛韦是肺移植术后预防巨细胞病毒感染的一线药物, 研究证实, 基于治疗药物监测的更昔洛韦剂量调整可防止巨细胞病毒再激活, 有助于肺移植患者临床预防性用药的优化^[7]。基于文献计量学的分析可探讨并梳理治疗药物监测领域的研究现状及成果, 并进一步总结研究热点。因此, 本研究基于 Web of Science 数据库, 利用 CiteSpace 和 VOSviewer 工具分析治疗药物监测领域的研究现状和热点, 以期为未来研究提供参考。

1 资料与方法

1.1 数据来源

Web of Science 是全球学科收录最全、认可度最高的数据库之一, 并因其及时的文献更新且具有较高的专业性和权威性, 成为文献计量学研究中最常用的文献检索来源^[8]。本研究以 Web of Science Core Collection 为文献来源, 以 (TI= (therapeutic drug monitoring) OR TI= (monitoring of therapeutic drug) OR TI= (TDM) 为检索式, 检索时间设置为 2000—2024 年, 并在 Advanced search 页面勾选 Exact search, 以更全面、准确地检索、收集相关文献。纳入标准: ①研究主题与治疗药物监测相关; ②文献类型为“Article”或“Review”。排除标准: ①非英文文献; ②会议、报纸、短篇报道及非医学类文献等。

1.2 数据整理

文献下载时选择“Full Record and Cited References”, 并保存文献的“Plain text file”及“Tab delimited file”格式以备分析。进行关键词分析时, 在排除无意义的数字、虚词和字母等的同时, 借助 CiteSpace 6.4.R1 软件的相关功能规范文献数据中出现的同义词或近义词, 以排除其对分析的干扰, 如“TDM”“drug monitoring”“therapeutic drug monitoring (tdm)”“monitoring of therapeutic drug”“therapeutic drug monitoring”等统一为“therapeutic drug monitoring”。

1.3 统计分析

利用 Microsoft Office Excel 2021 绘制发文趋势散点图, 借助 VOSviewer 1.6.20 和 CiteSpace 6.4.R1 对治疗药物监测领域的作者机构合作、国家(地区)合作、文献共被引情况、关键词等进行可

视化分析。关键词分析时间跨度为 2000—2024 年，时间切片设置为 1 年；关键词节点 Links 为 PMI，其共现网络裁剪选择最小生成树（minimum spanning tree, MST）算法。其中，合作图谱中的节点大小表示发文量，节点中心性表示合作强度。文献共被引是指两篇或多篇文献同时被后来的文献引用，从而形成共被引关系。通过分析文献间的共引用关系可揭示学科领域的发展情况及演进动态，并反映该领域的知识基础^[9]。聚类分析是依据关键词的内部联系将相似性较高的关键词聚为一组，对研究领域的数据进行归纳分类并发现研究领域的子主题^[10]，其常用的方法为基于对数似然比（log-likelihood rate, LLR）算法的 K 均值聚类。聚类结果的可信度评价指标包括模块结构值（modularity, Q）及聚类轮廓值（Silhouette, S），评判标准为 $Q > 0.3$ 且 $S > 0.5$ ^[11]。而作为一段时间内关注度急速增加的关键词，突现词可反映这一时期的研究热点以及历程演化^[12]。

2 结果

2.1 发文量及学科分布

共纳入文献 3 113 篇，其中研究论文 2 562 篇，综述 551 篇。2000—2024 年，治疗药物监测领域年均发文量约 124 篇，2023 年的发文量最多（288 篇）。该领域的发文如图 1 所示，整体呈上升趋势，大致经历了两个时期，即 2000—2012 年处于缓慢发展期，发文量变化不大；2013—2024 年处于快速发展期，发文量呈爆发式增长。

研究共涉及 89 个学科领域，以药理学 / 药学（Pharmacology Pharmacy, 1 414 篇）、医学实验室技术（Medical Laboratory Technology, 522 篇）、

毒理学（Toxicology, 459 篇）、化学分析（Chemistry Analytical, 367 篇）、传染病（Infectious disease, 282 篇）等为主，见图 2。

2.2 作者及机构共现分析

共有来自 565 家机构的 901 位作者参与了治疗药物监测领域的相关研究，发文量较多的作者及机构间的合作共现网络见图 3、图 4。作者方面，Pea Federico、Roberts Jason A、Alffenaar Jan-Willem C、Huitema Alwin DR、Hiemke Christoph 等的发文量最多；机构方面以格罗宁根大学（University of Groningen）、昆士兰大学

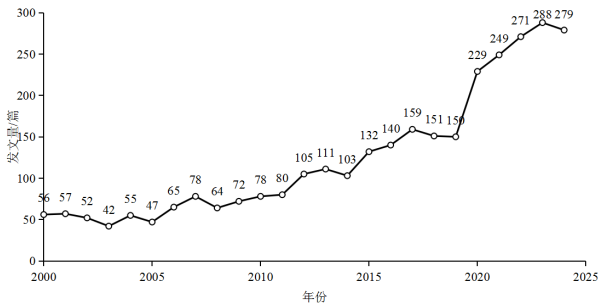


图1 2000—2024年发文趋势
Figure 1. Publication trends from 2000 to 2024

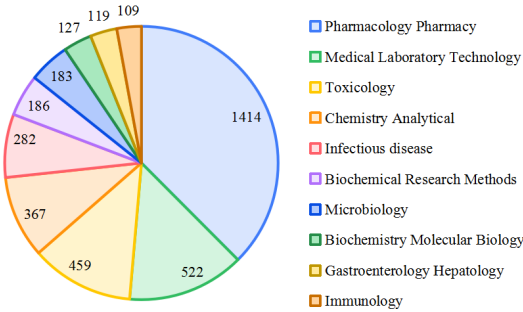


图2 学科领域分布
Figure 2. Distribution of disciplinary fields

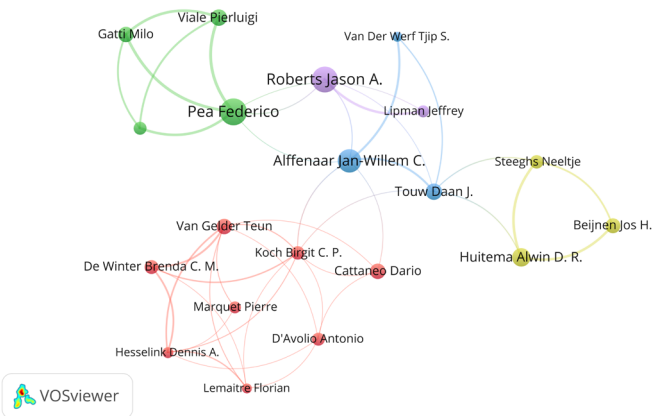


图3 作者合作共现网络
Figure 3. Co-occurrence network of author collaboration

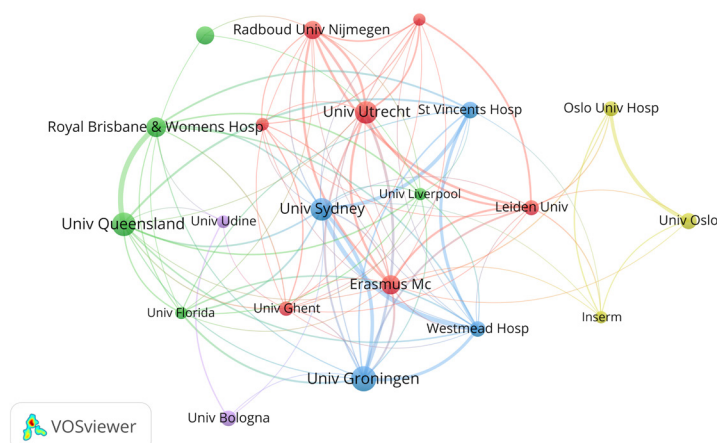


图4 机构合作共现网络

Figure 4. Co-occurrence network of institution collaboration

(University of Queensland)、悉尼大学 (University of Sydney)、乌得勒支大学 (Utrecht University)、皇家布里斯班妇女医院 (Royal Brisbane & Women's Hospital) 等为代表, 见表 1、表 2。

2.3 国家 (地区) 合作分析

统计显示, 全球共有 96 个国家 (地区) 参与了治疗药物监测领域的相关研究, 发文量 ≥ 15 的国家有 34 个, 其合作共现关系见图 5。其中, 美国、中国、荷兰、德国、意大利等国家的发文量较多, 见图 6。另一方面, 总链接强度 (total link strength, TLS) 较高的国家有美国 (TLS=535)、德国 (TLS=379)、荷兰 (TLS=360)、英国 (TLS=313)、法国 (TLS=301), 而中国仅为 72。

2.4 文献共被引分析

治疗药物监测领域文献共被引情况见图 7。共被引频次较高的文献见表 3, 研究内容以治疗药物监测指南为主, 这些指南的制订及实施为临床患者药物使用监测等提供了循证依据, 如 Abdul-Aziz MH 等^[13]明确了危重症患者最常用的抗生素以及抗真菌药物的治疗浓度范围, 并证实对于危重症患者实施这些药物的常规治疗药物监测是有益的。

2.5 关键词共现分析

本研究共涉及 845 个关键词, 累积出现 13 229 次。关键词共现网络由 845 个节点和 1 384 条边组成, 图谱密度为 0.003 8, 见图 8。结合各关键词出现频次可知, 研究内容涉及治疗药物监测的人群、方法评价、疾病以及药物等多方面。人群对象以儿童 (157 次)、危重症病人 (98 次)、老年人 (47 次) 为主; 治疗药物监测评价

方法涉及药代动力学 (pharmacokinetics)、高效液相色谱法 (performance liquid chromatography)、血浆分析 (human plasma)、液质联用 (LC-MS/MS)、质谱法 (mass spectrometry) 等, 见表 4; 实施治疗药物监测的疾病包括克罗恩病 (crohns disease, 150 次)、炎症性肠病 (inflammatory bowel disease, 109 次)、癫痫 (epilepsy, 73 次)、传染病 (infections, 66 次)、癌症 (cancer, 50 次) 等, 见图 9; 实施治疗药物监测的药物涉及万古霉素 (vancomycin, 139 次)、英夫利西单抗 (infliximab, 103 次)、伏立康唑 (voriconazole, 101 次)、他克莫司 (tacrolimus, 95 次)、抗生素 (antibiotics, 90 次) 等, 见图 10。

2.6 聚类分析

利用 LLR 算法对治疗药物监测领域的关键词进行 K 均值聚类分析, 得到 10 个有意义的聚类, 见图 11。本聚类结果 $Q=0.575\ 2$, $S=0.821\ 1$, 表明所得的聚类结果内部结构合理、可信度较高。各聚类及其 LLR 标签词见表 5。结合标签词可知, 药物及疾病的治疗药物监测为本领域的重要研究内容, 其中 #1 vancomycin、#5 protease inhibitors、#6 tyrosine kinase inhibitors、#7 voriconazole、#8 imatinib、#9 serotonin reuptake inhibitors 聚类为药物方面的内容; #2 epilepsy、#4 inflammatory bowel disease 聚类为疾病方面的内容。

2.7 突现分析

治疗药物监测领域的关键词突现结果见图 12, 其中关键词的突现强度与 “Strength” 值有关, 红色区域表示关键词突变开始及结束的时间。强度较高的关键词有 performance liquid

表1 发文量较多的作者

作者	发文量	中心性
Pea Federico	40	0.02
Roberts Jason A	38	0.03
Alffenaar Jan-Willem C	33	0.03
Huitema Alwin DR	25	0.01
Hiemke Christoph	25	0
Viale Pierluigi	22	0
Touw Daan J	22	0.04
Papamichael Konstantinos	21	0.01
Gatti Milo	20	0
Van gelder Teun	20	0

表2 发文量较多的机构

机构	发文量	中心性
University of Groningen	63	0.03
University of Queensland	58	0.01
University of Sydney	54	0
Utrecht University	54	0.01
Royal Brisbane & Women's Hospital	46	0.03
Erasmus MC	45	0.04
Radboud University Nijmegen	42	0.02
University of Lausanne	42	0.01
St Vincents Hospital Sydney	38	0.02
University of Oslo	36	0.01

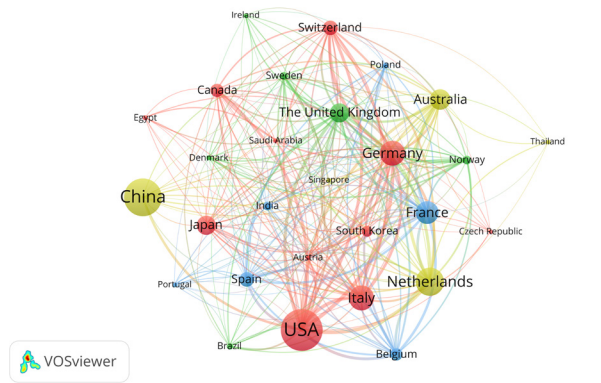


图5 国家（地区）合作网络
Figure 5. Network of national and regional cooperation

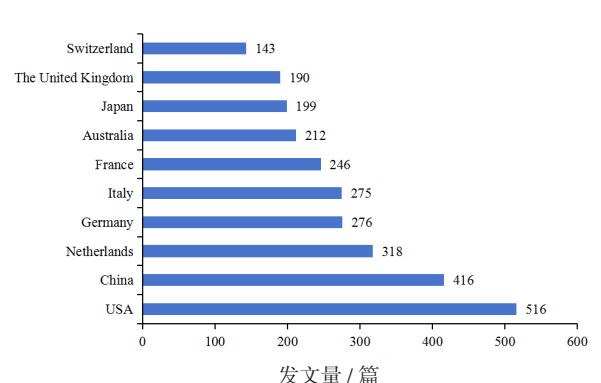


图6 主要国家发文量
Figure 6. The number of publications in major countries

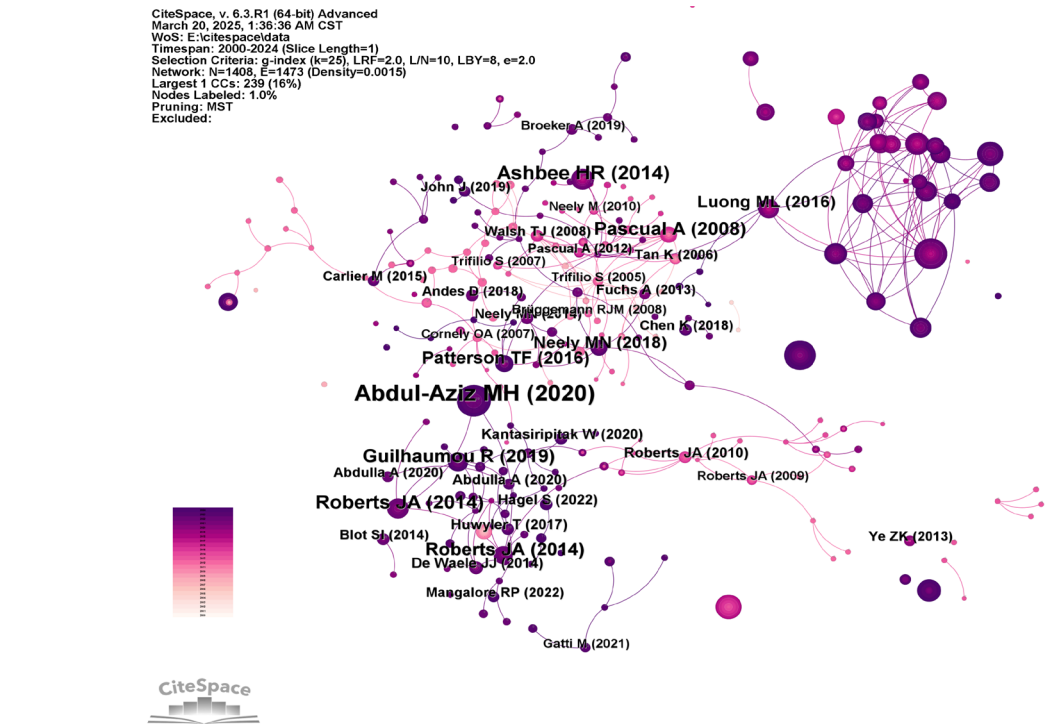


图7 文献共被引可视化图谱
Figure 7. Visualization map of co-cited literature

表3 共被引频次较高的文献
Table 3. Literature with high co-citation frequency

第一作者	发表年份	发表期刊	共被引频次
Abdul-Aziz MH	2020	Intensive Care Medicine	119
Vande Casteele N	2015	Gastroenterology	116
Hiemke C	2018	Pharmacopsychiatry	99
Feuerstein JD	2017	Gastroenterology	84
Hiemke C	2011	Pharmacopsychiatry	78
Ashbee HR	2014	Journal of Antimicrobial Chemotherapy	67
Papamichael K	2017	Clinical Gastroenterology and Hepatology	60
Mitrev N	2017	Alimentary Pharmacology & Therapeutics	58
Capiau S	2019	Therapeutic Drug Monitoring	55
Assa A	2019	Gastroenterology	55

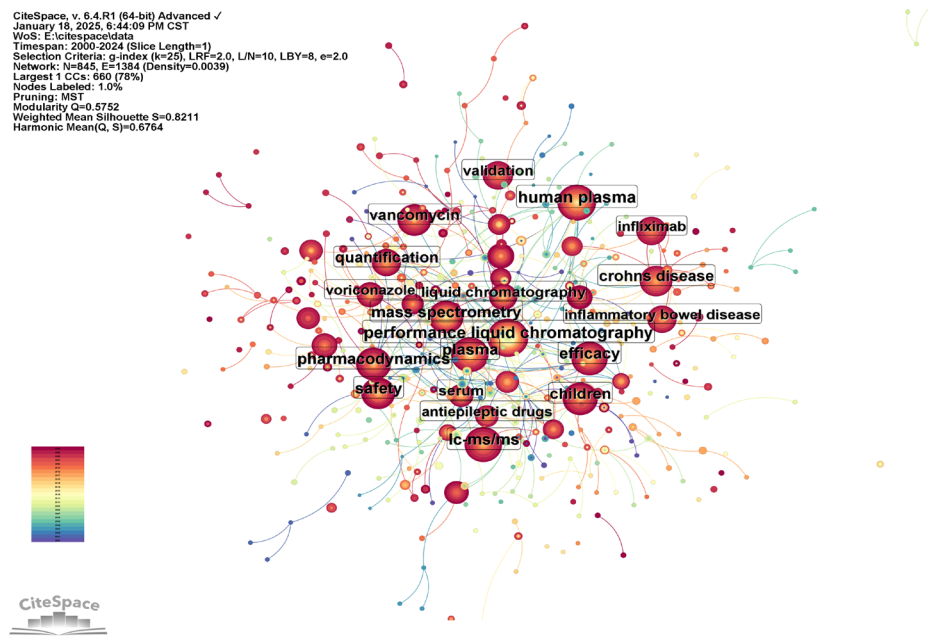


图8 关键词共现网络
Figure 8. Keyword co-occurrence network

表4 治疗药物监测评价方法
Table 4. Evaluation methods for therapeutic drug monitoring

序号	评价方法	频次	序号	评价方法	频次
1	pharmacokinetics	1 086	6	pharmacodynamics	169
2	performance liquid chromatography	218	7	quantification	148
3	human plasma	217	8	liquid chromatography	125
4	LC-MS/MS	181	9	serum	125
5	mass spectrometry	171	10	clinical-response	44

chromatography (18.98) 、 cyclosporine (13.32) 、 ritonavir (12.62) 、 solid phase extraction (7.52) 、 dose intensification (7.1) 、 trough concentrations (6.7) 等；近年来持续突变的关键词有 dose intensification

(2020—2024) 、 trough concentrations (2019—2024) 、 dose optimization (2020—2024) 、 precision medicine (2020—2024) 、 continuous infusion (2019—2024) 等。

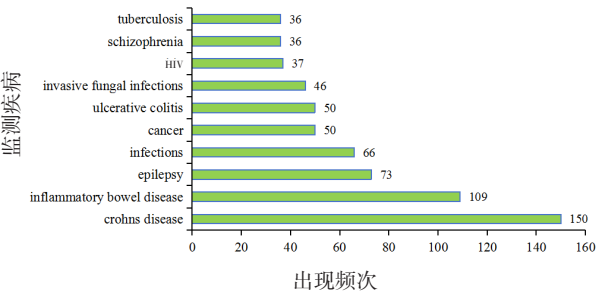


图9 治疗药物监测疾病

Figure 9. Diseases with therapeutic drug monitoring

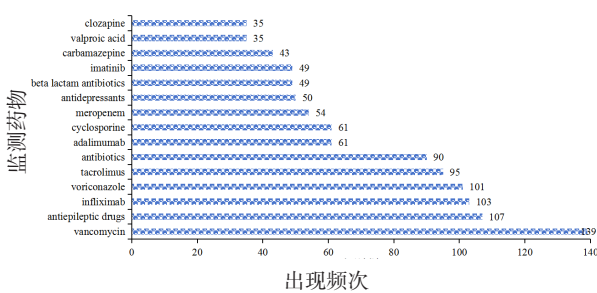


图10 治疗药物监测药物

Figure 10. Drugs with therapeutic drug monitoring

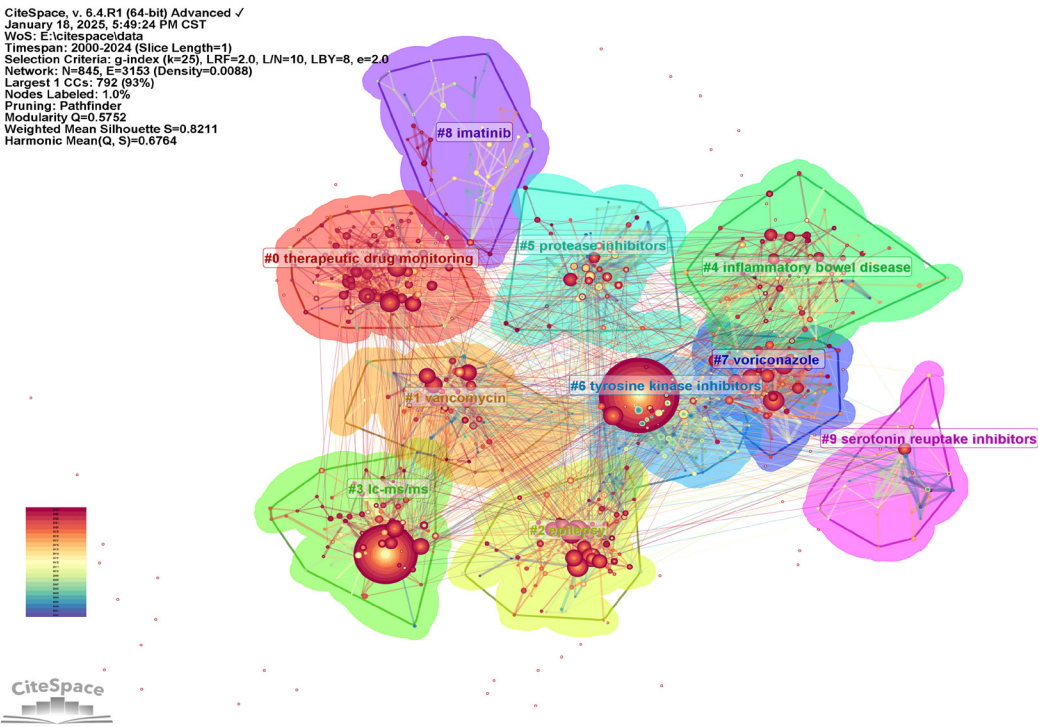


图11 关键词聚类结果可视化

Figure 11. Visualization of keyword clustering results

表5 聚类结果

Table 5. Clustering results

ID	聚类标签	标签词
#0	therapeutic drug monitoring	targeted drug monitoring、transplantation、sensitivity analysis、clinical laboratory techniques、dose adjustment、dosing considerations、proactive TDM
#1	vancomycin	meropenem、antibiotics、antifungal exposure、critically ill patients
#2	epilepsy	antiepileptic drugs、the age、valproic acid、carbamazepine
#3	LC-MS/MS	liquid chromatography、pharmacodynamics、drug optimization、therapeutic reference ranges、tandem mass spectrometry
#4	inflammatory bowel disease	ulcerative colitis、crohns disease、biologic therapy、improve outcomes、rheumatic diseases
#5	protease inhibitors	direct oral anticoagulants、indinavir、hiv、antiretroviral therapy、nucleoside reverse transcriptase inhibitors
#6	tyrosine kinase inhibitors	personalized medicine、chronic myeloid leukemia、gold nanoparticles、therapeutic drug management
#7	voriconazole	posaconazole、tacrolimus、exposure-response、invasive fungal infections、allogeneic hematopoietic cell transplant recipients、antifungal agents
#8	imatinib	chemotherapy、biologics、dose-related reference range、infliximab、afatinib、baricitinib、cancer
#9	serotonin reuptake inhibitors	citalopram、sertraline、antidepressants、clinical setting、therapeutic reference ranges、treatment resistant schizophrenia、neuroprotection

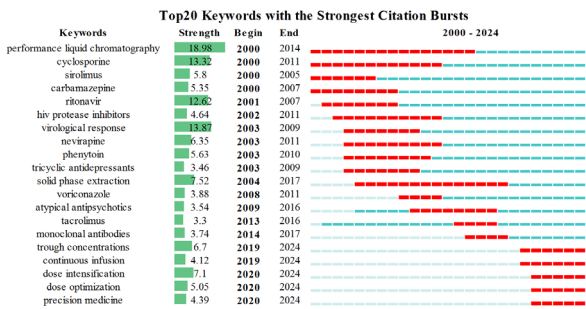


图12 关键词突现分析

Figure 12. Emergence analysis of keywords

3 讨论

作为临床合理用药管理体系中不可或缺的部分，治疗药物监测在个体化用药方案调整中的优势已逐步显现，其对实际临床诊治工作的重要性也被广泛认可。本研究发现，治疗药物监测领域的学术成果十分丰富，2000—2024 年该领域的年度发文量整体呈持续上升趋势，表明该领域研究在具有较高学术意义的同时也保持着一定的关注度。近年来，有关治疗药物监测可行性、监测模型探讨、药物监测实例及相关临床有益作用等的研究报道层出不穷，如 Xavier 等借助多元回归及抽样策略模型的方法，发现抗结核药物具有较大的个体差异性，因此建议在临床实际中对抗结核药物进行基于抽样策略的治疗药物监测，以制定更加个性化的给药方案^[14]；长期的治疗药物监测结果表明，虽然年龄、性别与依维莫司血药浓度/剂量的比值变化无显著相关性，但依维莫司在不同患者间的药动学参数却存在较大差异，说明患者在接受依维莫司治疗时需要进行治疗药物监测，以确保疗效及安全^[15]。学科分布结果提示，治疗药物监测的相关研究涉及众多学科分类，且在药理学/药学、医学实验室技术、毒理学等学科中发展较为迅速和成熟，如在生化研究方法领域，Cafaro 等以阿哌沙班为例开发了更高效、精确的 LC-MS/MS 监测方法，该方法可对阿哌沙班的血浆药物浓度或干血浆斑点药物浓度进行特异性快速定量测定^[16]。由此可见，治疗药物监测领域的学术研究正在发文量较多的学科基础上，向更多相关学科延伸拓展，并呈现出多样化、交叉式的发展格局。

从合作强度上看，治疗药物监测领域的绝大多数学者或机构的合作中心性均小于 0.1，未出现影响力较大的学者，且学者间的学术合作交流多

存在于机构内部，以 Pea Federico、Roberts Jason A、Alffenaar Jan-Willem C、Huitema Alwin DR、Hiemke Christoph 等为代表的学者团队发文量较多。其中 Pea Federico 团队^[17-18] 主要关注抗菌药物的治疗药物监测；Roberts Jason A 等^[19] 则在治疗药物监测的实际临床应用中成果丰硕。从发文量看，本领域发文量较多的科研机构多为大学，这提示治疗药物监测的实际临床开展或存在严重不足。治疗药物监测领域的国际化合作趋势已然形成，我国在该领域的整体研究成果也较多，但在治疗药物监测领域的国际化合作强度并不高，也未出现具有代表性的研究机构。我国在治疗药物监测领域的相关学术成果质量、国际合作与其他国家尚有一定差距，并存在研究重点不突出、发文分散、研究特色不鲜明等短板。

共现结果提示，治疗药物监测领域的研究内容主要涉及治疗药物监测的相关人群、方法评价、疾病及药物等。作为优化患者个体化给药方案的重要方法与保障，治疗药物监测有助于确定测定药物的有效浓度范围，并在此基础上针对性地调整给药方案，以实现更好的治疗效果。对于儿童、老年人、肝肾功能不全等特殊人群，实施治疗药物监测可保障患者在使用监测药物时的安全性及有效性。Hermans 等基于治疗药物监测确定了利培酮在治疗儿童自闭症时的总谷浓度治疗窗口，并证实治疗药物监测可能是优化儿童及青少年自闭症利培酮治疗的有效方法^[20]。聚类分析结果表明，该领域的子研究主题包括药物及疾病的治疗药物监测，这与关键词结果相佐证。治疗药物监测是患者临床用药管理的重要环节，且可通过监测血药浓度改善临床药物治疗效果，减少不良反应^[21]。但并非所有药物均可进行治疗药物监测，需要进行治疗药物监测的药物特点包括治疗窗窄、血药浓度个体化差异较大、非线性药动学特征、药动学差异大等^[22]。突现分析结果表明，本领域前期（2000—2018 年）的研究热点主要集中在相关药物的治疗监测方面，与之相关的关键词包括 performance liquid chromatography、solid phase extraction、cyclosporine、ritonavir、nevirapine、tricyclic antidepressants、phenytoin、voriconazole、tacrolimus 等。治疗窗窄或药动学个体化差异明显的药物在临床使用中存在较大的局限性，在老年人、危重症患者、儿童等特殊人群

中使用这些药物时更需要进行治疗药物监测。目前临床上常见的需要进行治疗药物监测的药物种类包括抗癫痫药、抗精神病药、强心药、三环类抗抑郁药、唑类抗真菌药等^[23]，如在环孢素的临床应用中，针对不同疾病应根据患者的个体化情况制定相应的治疗药物监测方法和维持剂量。同时有研究指出，监测其血药峰浓度（ C_{max} ）及药时曲线下面积比血清谷浓度（ C_0 ）更具临床及药动学意义^[24-25]。近年来，dose intensification、trough concentrations、dose optimization、precision medicine、continuous infusion 等关键词的突现强度持续增加，提示基于治疗药物监测进行临床用药优化已成为当下的研究热点。治疗药物监测在临床用药中具有重要的应用价值，是促进临床合理用药的重要举措之一，可提高患者药物治疗的合理性、安全性及有效性^[26]。如 Zhong 等借助治疗药物监测测定帕罗西汀的血药浓度，并在此基础上预测其临床疗效及不良反应发生率^[27]，这一研究结果为重度抑郁症患者个体化给药方案的优化调整提供了数据支撑。由此可见，治疗药物监测领域的研究热点经历了由药物监测到用药优化的转变，其中特定药物的监测数据是其临床用药方案调整及优化的基础。

综上，本研究基于文献计量学总结了治疗药物监测领域的研究现状及热点，研究发现本主题具有一定的临床意义且当前的整体学术关注度持续上升。虽然该领域并未出现合作中心性较高的学者，但已形成国际化合作趋势。同时，作为药物治疗方案个体化调整的核心，治疗药物监测领域的研究重点主要涉及监测人群、监测药物、评价方法、监测疾病等多方面；当前的研究热点则为基于治疗药物监测优化患者临床用药。然而，由于本研究仅纳入了治疗药物监测领域相关的英文文献，并未探讨梳理国内治疗药物监测的研究现状，存在一定局限性。未来有待扩大文献的纳入范围，以更全面地展示该领域的国内外研究成果及热点趋势。

参考文献

- 1 Mercolini L, Protti M, Mandrioli R. On the benefits of therapeutic drug monitoring for patients undergoing treatment with antipsychotic agents[J]. *Int Clin Psychopharmacol*, 2023, 38(2): 121-122. DOI: [10.1097/Y1C.0000000000000446](https://doi.org/10.1097/Y1C.0000000000000446).
- 2 张相林, 缪丽燕, 陈文倩. 治疗药物监测工作规范专家共识 (2019 版) [J]. *中国医院用药评价与分析*, 2019, 19(8): 897-898, 902. [Zhang XL, Miu LY, Chen WQ. The expert consensus on the standards of therapeutic drug monitoring (2019 edition)[J]. *Evaluation and Analysis of Drug-Use in Hospitals of China*, 2019, 19(8): 897-898, 902.] DOI: [10.14009/j.issn.1672-2124.2019.08.001](https://doi.org/10.14009/j.issn.1672-2124.2019.08.001).
- 3 陈梦婷, 范亚新, 王雨, 等. 抗菌药物治疗药物监测流程的关注点及质量保证研究进展 [J]. *中国感染与化疗杂志*, 2022, 22(5): 619-624. [Chen MT, Fan YX, Wang Y, et al. Issues of concern and quality assurance in therapeutic drug monitoring of antimicrobial agents[J]. *Chinese Journal of Infection and Chemotherapy*, 2022, 22(5): 619-624.] DOI: [10.16718/j.1009-7708.2022.05.018](https://doi.org/10.16718/j.1009-7708.2022.05.018).
- 4 中国医院协会. 中国医院协会关于发布《医疗机构药物管理与药学服务》九项团体标准的通知 [EB/OL]. (2022-12-20) [2025-03-02]. <https://www.cha.org.cn/site/content/a1fa2d1bd90bd19ae2dfa0bc027fbef9.html>
- 5 李芸, 杭永付, 顾继红. 课题达成型品管圈在治疗药物监测多学科团队合作模式构建中的实践和成效 [J]. *药学前沿*, 2025, 29(1): 131-137. [Li Y, Hang YF, Gu JH. Practice and effectiveness of the subject-achieving quality control circle in constructing a multidisciplinary team cooperation model for therapeutic drug monitoring[J]. *Frontiers in Pharmaceutical Sciences*, 2025, 29(1): 131-137.] DOI: [10.12173/j.issn.2097-4922.202406113](https://doi.org/10.12173/j.issn.2097-4922.202406113).
- 6 Versmissen J, van Steenkiste J, Koch BCP, et al. 'Under pressure': the role of therapeutic drug monitoring in the treatment of hypertension[J]. *Br J Clin Pharmacol*, 2024, 90(8): 1884-1891. DOI: [10.1111/BCP.16125](https://doi.org/10.1111/BCP.16125).
- 7 Katada Y, Umemura K, Nakagawa S, et al. A case of successful contribution of therapeutic drug monitoring of valganciclovir as the prophylaxis against cytomegalovirus infection in a lung transplant recipient[J]. *J Pharm Health Care Sci*, 2024, 10(1): 28. DOI: [10.1186/s40780-024-00352-y](https://doi.org/10.1186/s40780-024-00352-y).
- 8 Cheng K, Zhang H, Guo Q, et al. Emerging trends and research foci of oncolytic virotherapy for central nervous system tumors: a bibliometric study[J]. *Front Immunol*, 2022, 13: 975695. DOI: [10.3389/fimmu.2022.975695](https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.975695).
- 9 You Y, Wang D, Liu J, et al. Physical exercise in the context of air pollution: an emerging research topic[J]. *Front Physiol*, 2022, 13: 784705. DOI: [10.3389/fphys.2022.784705](https://doi.org/10.3389/fphys.2022.784705).
- 10 Xu M, Li G, Li J, et al. Pharmacovigilance for rare diseases: a bibliometrics and knowledge-map analysis based on web of science[J]. *Orphanet J Rare Dis*, 2023, 18(1): 303. DOI: [10.1186/s13023-023-02915-y](https://doi.org/10.1186/s13023-023-02915-y).
- 11 吴春兴, 孟梅, 杨杨, 等. 药品质管圈领域研究现状及趋势的文献计量学分析 [J]. *数理医药学杂志*, 2024, 37(9): 657-665. [Wu CX, Meng M, Yang Y, et al. Bibliometric analysis of the research status and trends in the field of pharmaceutical quality control circle[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2024, 37(9): 657-665.] DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202406057](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202406057).
- 12 Xu D, Wang YL, Wang KT, et al. A scientometrics analysis and

- visualization of depressive disorder[J]. *Curr Neuropharmacol*, 2021, 19(6): 766–786. DOI: [10.2174/1570159X18666200905151333](https://doi.org/10.2174/1570159X18666200905151333).
- 13 Abdul-Aziz MH, Alffenaar JC, Bassetti M, et al. Antimicrobial therapeutic drug monitoring in critically ill adult patients: a Position Paper[J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46(6): 1127–1153. DOI: [10.1007/s00134-020-06050-1](https://doi.org/10.1007/s00134-020-06050-1).
- 14 Xavier RM, Sharumathi SM, Parthasarathy AK, et al. Limited sampling strategies for therapeutic drug monitoring of anti-tuberculosis medications: a systematic review of their feasibility and clinical utility[J]. *Tuberculosis (Edinb)*, 2023, 141: 102367. DOI: [10.1016/j.tube.2023.102367](https://doi.org/10.1016/j.tube.2023.102367).
- 15 Kirkeby K, Cockerell I, Christensen J, et al. Pharmacokinetic variability of everolimus and impact of concomitant antiepileptic medications in patients with tuberous sclerosis complex: a retrospective study of therapeutic drug monitoring data in Denmark and Norway[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024, 103(32): e39244. DOI: [10.1097/MD.00000000000039244](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000039244).
- 16 Cafaro A, Stella M, Baiardi G, et al. Dried plasma spot as an innovative approach to therapeutic drug monitoring of apixaban: development and validation of a novel liquid chromatography–tandem mass spectrometry method[J]. *J Mass Spectrom*, 2024, 59(9): e5081. DOI: [10.1002/jms.5081](https://doi.org/10.1002/jms.5081).
- 17 Barone R, Conti M, Cojutti PG, et al. Fast and sensitive analysis of cefiderocol in human plasma microsamples by liquid chromatography–isotope dilution tandem mass spectrometry for therapeutic drug monitoring[J]. *Antibiotics (Basel)*, 2023, 12(2): 213. DOI: [10.3390/antibiotics12020213](https://doi.org/10.3390/antibiotics12020213).
- 18 Barone R, Conti M, Giorgi B, et al. Fast and sensitive analysis of fosfomycin in human plasma microsamples using liquid chromatography–tandem mass spectrometry for therapeutic drug monitoring[J]. *Ther Drug Monit*, 2024, 46(3): 384–390. DOI: [10.1097/FTD.0000000000001158](https://doi.org/10.1097/FTD.0000000000001158).
- 19 Fresán D, Luque S, Benítez-Cano A, et al. Real-world experience of therapeutic drug monitoring and PK/PD achievement of ceftaroline administered by different infusion regimens in patients with confirmed infections caused by Gram-positive bacteria[J]. *J Antimicrob Chemother*, 2023, 78(12): 2810–2815. DOI: [10.1093/jac/dkad296](https://doi.org/10.1093/jac/dkad296).
- 20 Hermans RA, Storm AEM, Kloosterboer SM, et al. Therapeutic drug monitoring to optimize risperidone treatment in children with autism spectrum disorder[J]. *Ther Drug Monit*, 2024, 46(2): 259–264. DOI: [10.1097/FTD.0000000000001161](https://doi.org/10.1097/FTD.0000000000001161).
- 21 Clary RT, Deja E, Rittmann B, et al. Impact of voriconazole therapeutic drug monitoring on adverse effects and clinical outcomes: a literature review[J]. *Current Infect Disease Reports*, 2025, 27(1): 6. DOI: [10.1007/S11908-025-00856-0](https://doi.org/10.1007/S11908-025-00856-0).
- 22 Osorio C, Garzón L, Jaimes D, et al. Impact on antibiotic resistance, therapeutic success, and control of side effects in therapeutic drug monitoring (TDM) of daptomycin: a scoping review[J]. *Antibiotics (Basel)*, 2021, 10(3): 263. DOI: [10.3390/antibiotics10030263](https://doi.org/10.3390/antibiotics10030263).
- 23 管思宇. 治疗药物监测研究概述及进展[J]. *临床合理用药*, 2024, 17(2): 177–180. [Guan SY. Overview and progress of therapeutic drug monitoring research[J]. *Chinese Journal of Clinical Rational Drug Use*, 2024, 17(2): 177–180.] DOI: [10.15887/j.cnki.3-1389/r.2024.02.052](https://doi.org/10.15887/j.cnki.3-1389/r.2024.02.052).
- 24 Liang Y, Wu Z, Zhao L, et al. Therapeutic drug monitoring and pharmacokinetic analysis of cyclosporine in a pediatric patient with hemophagocytic lymphohistiocytosis complicated by diabetes insipidus: a grand round[J]. *Ther Drug Monit*, 2021, 43(3): 303–306. DOI: [10.1097/FTD.0000000000000875](https://doi.org/10.1097/FTD.0000000000000875).
- 25 王晖, 徐晓芳, 李荣. 治疗药物监测在环孢素 A 个体化给药中的应用及研究进展[J]. *中国临床药理学与治疗学*, 2021, 26(6): 707–713. [Wang H, Xu XF, Li R. Therapeutic drug monitoring in the individualized administration of cyclosporin A: application and research progress[J]. *Chinese Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 2021, 26(6): 707–713.] DOI: [10.12092/j.issn.1009-2501.2021.06.015](https://doi.org/10.12092/j.issn.1009-2501.2021.06.015).
- 26 丛严东. 治疗药物监测在临床用药中的应用价值[J]. *中国药物经济学*, 2016, 11(2): 31–32. [Cong YD. The application value of therapeutic drug monitoring in clinical medication[J]. *China Journal of Pharmaceutical Economics*, 2016, 11(2): 31–32.] DOI: [10.12010/j.issn.1673-5846.2016.02.011](https://doi.org/10.12010/j.issn.1673-5846.2016.02.011).
- 27 Zhong L, Hu L, Li Y, et al. Optimizing the individual dosing of paroxetine in major depressive disorder with therapeutic drug monitoring[J]. *J Psychopharmacol*, 2024, 38(12): 1063–1070. DOI: [10.1177/02698811241278779](https://doi.org/10.1177/02698811241278779).

收稿日期: 2025 年 02 月 15 日 修回日期: 2025 年 03 月 24 日

本文编辑: 王雅馨 黄 笛

引用本文: 张华旭, 霍胜霞, 吴春兴. 治疗药物监测领域研究现状及趋势的文献计量学分析[J]. *数理医药学杂志*, 2025, 38(5): 356–365. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202502045](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202502045).
Zhang HX, Huo SX, Wu CX. Bibliometric analysis of research status and trends in the field of therapeutic drug monitoring[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2025, 38(5): 356–365. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202502045](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202502045).