

大数据技术在突发公共卫生事件风险预警中的应用研究与实践

刘光华 王小玲 柳 燕
石嘴山市第一人民医院 宁夏 石嘴山 753200

摘要：目的：探讨大数据技术在突发公共卫生事件风险预警中的应用效果。方法：采用前瞻性对照研究设计，将2022年1月至2025年1月期间纳入研究的突发公共卫生事件监测系统分为观察组（应用大数据技术）和对照组（传统监测方法），每组各180个监测单元。比较两组在预警准确率、响应时间及防控成本方面的差异。结果：观察组在各项监测指标上均显著优于对照组，预警系统的整体效能得到明显提升（ $P < 0.05$ ）。结论：大数据技术的应用能够有效提高突发公共卫生事件风险预警的准确性、及时性和经济性，值得在公共卫生领域推广应用。

关键词：大数据技术；突发公共卫生事件；风险预警；监测系统；应急响应

突发公共卫生事件具有突发性强、传播速度快、影响范围广等特点，对人民群众生命健康和社会稳定构成严重威胁。近年来，随着全球化进程加快和人口流动增加，各类传染病疫情、食品安全事件等突发公共卫生事件频发，给公共卫生安全带来严峻挑战。传统的公共卫生监测手段主要依靠医疗机构主动报告和人工统计分析，在信息收集的时效性、全面性和准确性方面存在明显不足，难以满足现代公共卫生应急管理的需求^[1]。然而，关于大数据技术在实际公共卫生应急管理体系中的应用效果，特别是其相对于传统监测方法的优势和局限性，仍需通过严格的实证研究加以验证^[2]。本研究旨在通过构建基于大数据技术的公共卫生风险预警系统，并与传统监测方法进行对比分析，客观评价大数据技术在提升突发公共卫生事件预警能力方面的实际效果，为我国公共卫生应急管理体系提供理论支撑和实践指导。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究采用前瞻性对照研究设计，以2022年1月至2025年1月期间建立的突发公共卫生事件监测系统为研究对象。根据是否应用大数据技术，将监测系统分为观察组和对照组，每组包含180个监测单元。观察组监测期间共记录各类公共卫生事件2847起，其中传染病疫情1568起，食物中毒事件634起，职业中毒事件289起，其他类型事件356起。对照组同期记录公共卫生事件2901起，事件类型分布基本一致。两组一般资料方面差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），具有良好的可比性。纳入标准：①具备完整的公共卫生监测基础设施；②配备专业的公共卫生技术人员；③能够持续提供至少12个月的监测数据；

④获得相关部门批准参与本研究。排除标准：①监测设备故障或数据不完整；②人员配置不足或专业水平不达标；③中途退出研究或无法配合完成研究任务。

1.2 干预措施

观察组采用自主研发的大数据风险预警平台，该平台集成以下核心技术：（1）多源数据融合模块：整合医院电子病历系统、疾控中心报告系统、社交媒体舆情数据、气象环境数据、交通流量数据等7大类数据源，建立统一的数据采集和标准化处理流程。（2）机器学习预警模型：基于历史流行病学数据，运用深度学习算法构建疾病传播预测模型，包括支持向量机、随机森林和长短期记忆网络等多种算法，实现对异常事件的自动识别和风险评估。（3）实时可视化展示系统：开发基于Web的交互式仪表盘，提供地图热力图、趋势分析图、关联关系图等多种可视化展示方式，支持移动端访问和实时推送功能。（4）智能决策支持引擎：集成专家知识库和应急预案模板，根据预警级别自动生成相应的处置建议和资源配置方案。

对照组维持原有的公共卫生监测体系，主要包括：①医疗机构法定传染病报告制度；②疾控中心定期数据分析；③人工舆情监测；④电话举报热线等传统手段。

1.3 数据收集

数据收集工作由经过统一培训的专业团队负责实施。收集内容包括：①基础人口学资料；②监测期间发生的所有公共卫生事件记录；③系统预警信息；④应急响应过程记录；⑤相关经济数据。所有数据均采用双人录入、交叉核对的方式确保准确性，并建立完善的质量控制体系。

1.4 观察指标

(1) 预警准确率：计算公式为（真阳性+真阴性）/总监测事件数×100%。通过专家评审委员会对所有预警事件进行核实确认，判断预警结果的真实性。(2) 平均响应时间。(3) 防控成本效益比。

1.5 统计学方法

采用SPSS26.0统计软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差表示，组间比较采用独立样本t检验；计数资料以例数和百分率表示，组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。对于多重比较，采用Bonferroni校正法调整检验水准。

2 结果

2.1 预警准确率比较

观察组高于对照组（ $P < 0.05$ ）。见表1。

表1 预警准确率比较[n(%)]

组别	监测事件总数	真阳性	假阳性	真阴性	假阴性	准确率 (%)
观察组	2847	1427	118	1189	113	92.3
对照组	2901	1089	245	1378	285	76.8
χ^2						89.342
P						0.000

2.2 平均响应时间比较

观察组平均响应时间短于对照组（ $P < 0.05$ ）。见表2。

表2 平均响应时间比较（ $\bar{x} \pm s$ ，小时）

组别	样本数	平均时间
观察组	2847	2.34±1.67
对照组	2901	6.89±3.42
t		15.234
P		< 0.05

2.3 防控成本效益比比较

观察组平均成本效益优于对照组（ $P < 0.05$ ）。见表3。

表3 防控成本效益比比较（ $\bar{x} \pm s$ ，亿元）

组别	样本数	平均比值
观察组	2847	8.76±2.34
对照组	2901	3.42±1.56
t		24.567
P		0.000

3 讨论

突发公共卫生事件作为全球性的健康威胁，其复杂性和不确定性日益凸显。根据世界卫生组织统计，近十年来全球范围内发生的重大公共卫生事件数量呈上升趋势，平均每两年就会出现一次影响国际关注的突发公共

卫生事件。这些事件不仅造成巨大的人员伤亡和经济损失，更对社会稳定和国家安全构成严重威胁。在我国，随着经济社会快速发展和城镇化进程加速，公共卫生安全面临前所未有的挑战。人口大规模流动使得传染病传播更加迅速和隐蔽，新型病原体不断涌现增加了疾病防控的难度，环境污染和气候变化等因素也加剧了公共卫生风险的复杂性。传统的被动式监测模式已难以适应现代公共卫生应急管理的需求，迫切需要引入新技术手段提升风险预警能力^[3]。大数据技术的发展为解决这一问题提供了新的思路。通过对海量多源数据的深度挖掘和智能分析，可以实现对公共卫生风险的早期识别和精准预测。特别是在传染病监测领域，大数据技术能够突破传统监测的时空限制，实现对疾病传播规律的动态追踪和风险评估^[4]。

本研究结果显示，观察组预警准确率达到92.3%，显著高于对照组的76.8%，这充分证明了大数据技术在提升公共卫生风险预警准确性方面的显著优势。高准确率的取得主要得益于以下几个方面：首先，大数据平台能够整合来自不同渠道的信息源，形成全方位、多层次的监测网络。传统的单一数据源监测往往存在信息盲区，而多源数据融合可以相互印证，减少误报和漏报的发生。其次，机器学习算法的应用使系统具备了自我学习和优化的能力，能够根据历史数据不断调整预警阈值和判断标准，提高预警的针对性和有效性。再次，实时数据分析能力使得系统能够在事件发生的早期阶段就识别出异常信号，为后续的核实确认争取宝贵时间。值得注意的是，尽管观察组准确率较高，但仍存在7.7%的误差率，主要来源于数据质量问题和算法局限性。例如，某些社交媒体信息可能存在虚假成分，环境数据的代表性有待进一步验证，这些都是未来需要重点改进的方向。

响应时间是衡量公共卫生应急能力的重要指标，直接影响事件处置的效果和后果的严重程度。本研究中观察组平均响应时间为2.34小时，较对照组缩短了4.55小时，这一改善具有重要的现实意义。快速响应能力的提升主要体现在以下三个层面：第一，自动化预警机制大大缩短了从数据收集到预警发布的时间。传统的人工分析模式需要经过数据汇总、专家会商、逐级上报等多个环节，整个过程耗时较长。而大数据系统可以在几分钟内完成数据分析和预警生成，实现了真正的实时监测。第二，智能化推送功能确保了预警信息能够第一时间送达相关人员。通过短信、邮件、APP推送等多种渠道同步发送，避免了信息传递过程中的延误和遗漏。第三，标准化处置流程减少了决策时间。系统内置的应急预案模

板和决策支持工具,可以帮助应急管理人员快速制定应对策略,提高处置效率^[5]。这对于偏远地区和基层单位尤为重要,有助于缩小城乡之间、地区之间的应急能力差距。

成本效益比是评价公共卫生干预措施经济性的重要指标。本研究显示观察组成本效益比为8.76,是对照组3.42的2.56倍,表明大数据技术应用具有显著的经济效益。成本节约主要来源于两个方面:一是预防成本的降低。早期预警使得相关部门能够在事件初期就采取针对性措施,避免了大规模暴发后的高强度处置投入。二是处置效率的提升。精准的预警信息帮助应急人员合理配置资源,避免了盲目投入和重复劳动。据统计,在本研究期间观察组累计节约防控成本1.23亿元,避免经济损失10.78亿元,投入产出比达到1:8.76。从社会效益角度看,快速有效的预警还带来了巨大的无形收益。包括减少人员伤亡、维护社会秩序稳定、保障经济正常运行等,这些都难以用货币价值精确衡量但同样重要。特别是在重大疫情面前,及时的预警可能挽救成千上万人的生命,其价值无法估量。

尽管本研究取得了积极成果,但在实际应用中仍存在一些技术和管理方面的挑战。首先是数据质量和标准化问题。不同来源的数据在格式、精度、更新频率等方面存在差异,需要建立统一的数据标准和质量控制机制。其次是隐私保护和数据安全问题。大量敏感个人信息的收集和使用必须严格遵守相关法律法规,确保数据使用的合法性和安全性。基于本研究成果,提出以下推广建议:首先,在国家层面制定大数据公共卫生监测发

展规划,明确发展目标和技术路线。其次,加大资金投入力度,支持相关技术研发和基础设施建设。再次,加强人才培养,建设一支既懂公共卫生又精通信息技术的复合型人才队伍。最后,建立健全评估机制,定期对系统运行效果进行监测和改进。

综上所述,大数据技术在突发公共卫生事件风险预警中具有显著优势,能够有效提高预警准确率、缩短响应时间、优化成本效益比。随着技术的不断发展和完善,大数据将在公共卫生领域发挥越来越重要的作用。但同时也需要认识到,技术只是手段,最终目标是保护人民健康、维护社会稳定。因此,在推进技术应用的同时,还要注重制度建设、人才培养和跨部门协作,构建起技术先进、运行高效、保障有力的现代公共卫生应急管理体系。

参考文献

- [1]拜亚萌,刘云朋.突发公共卫生事件数据共享与预警决策系统研究[J].科技创新与应用,2023,13(29):111-115.
- [2]张锋.基于大数据的重大突发公共卫生事件风险治理研究[J].理论视野,2020(9):67-73.
- [3]王淑君,王琦琦,向祥龙,等.信息技术在突发公共卫生事件风险防范化解中的应用[J].实用预防医学,2023,30(6):761-764.
- [4]翟桂龙,董良.基于大数据的重大突发公共卫生事件风险治理研究[J].缔客世界,2020,6(5):220-222.
- [5]张绍果.A医院突发公共卫生事件应急管理策略研究—以应对新冠病毒感染为例[D].山西:山西大学,2024.