

医学计量在精准医疗中的应用与挑战

薛长龙*, 刘 涛, 杨高强

(咸阳市计量测试所, 咸阳 712000)

摘 要: 本文探讨了医学计量在精准医疗中的重要性和挑战。医学计量通过整合多源数据, 提高了临床决策的准确性, 优化了公共卫生策略, 并改善了患者体验。然而, 数据整合的复杂性、标准化不足、伦理和隐私问题以及医务人员培训不足等挑战制约了其发展。文章提出了优化数据整合、推动标准化进程、强化伦理与隐私保护以及提升医务人员培训等措施, 以促进医学计量的应用。研究强调了深化医学计量应用对于提升医疗服务质量和推动医学研究的重要性。

关键词: 医学计量; 精准医疗; 数据整合; 伦理问题; 个性化治疗

0 引 言

精准医疗的快速发展为疾病诊断与治疗带来了革命性的变革, 而医学计量则是这一进程中的核心支撑。随着生物医学数据的激增, 如何有效利用这些数据以提升个体化治疗效果, 成为现代医学的重要课题。然而, 目前在医学计量的实际应用中, 仍面临诸多挑战, 包括数据整合的复杂性、标准化不足以及伦理问题等。医务人员培训不足也是一个重要问题——随着医学计量技术的迅速发展, 医务人员需要具备相应的数据分析和解读能力, 而目前相关培训尚不充分, 大多数医学教育课程未深入涉及医学计量, 导致医务人员在处理复杂生物数据时常感不足。缺乏对大数据工具和统计方法的熟悉可能影响正确的临床决策, 增加误诊和漏诊风险。医学计量技术的迅速发展也要求医务人员不断更新知识, 以匹配技术进步。为了解决这一问题, 可以在医学院和相关专业教育中设置专门的医学计量课程, 内容应包括医学计量的基本原理、数据分析技术和临床应用等。通过理论与实践相结合的教学模式, 提高学生对医学计量的理解和应用能力。此外, 针对在职医务人员, 定期开展医学计量的继续教育与培训项目, 提供最新的医学计量知识和技术, 确保医务人员能够及时更新专业技能。这些障碍不仅制约了医学计量技术的普及和应用, 也影响了精准医疗的整体效果。因此, 本文深入探讨医学计量在精准医疗中的现状与挑战, 以推动其应用落地和提升医疗服务质量。

1 医学计量在精准医疗中的现状与不足

1.1 数据整合的复杂性

在医学计量中, 整合来自基因组测序、临床试验、医学

影像、电子健康记录和个人生活方式等多种数据源是一大挑战^[1]。这些数据通常格式各异, 来源不一, 导致信息孤立, 阻碍了跨系统和跨机构的数据交流。此外, 不同来源的数据可能在采集和处理方法上存在差异, 影响数据质量和结果的一致性。这不仅妨碍医学计量研究的进展, 也可能对临床决策造成影响。

1.2 标准化不足

医学计量领域中的标准化问题一直是科研和临床应用中的关键难题, 尤其是在生物标志物的选择和验证过程中。缺乏全球统一的标准导致研究结果缺乏可比性, 影响了生物标志物在临床中的普及与应用^[2]。不同研究团队采用各异的方法和标准, 往往导致相同标志物在不同研究中得出相互矛盾的结论, 从而阻碍其临床价值的确认。在心血管疾病、癌症、代谢性疾病等领域, 生物标志物的预测能力因人群的遗传背景、生活方式和环境因素而存在差异。这些差异使得医生在个体化风险评估中面临挑战, 尤其是某些标志物在不同种族群体中的敏感性和特异性差异, 进一步增加了诊断的难度^[3]。

1.3 伦理与隐私问题

随着医学计量逐步应用大数据技术, 个人健康信息的隐私和伦理问题变得愈加突出。精准医疗需要利用大量敏感数据, 如基因信息、病历记录等, 然而在确保隐私安全的同时进行高效分析, 面临诸多挑战^[4]。各国对医疗数据的法律监管严格, 医疗机构必须遵循复杂的法规和标准, 以确保数据的合法合规使用。患者对个人健康信息的商业化利用持谨慎态度, 担忧其隐私泄露或滥用, 这种顾虑可能限制数据的共享, 进而影响技术创新与发展。因此, 建立健全的数据保护机制和透明的伦理框架, 对于推动精准医疗的广泛应用至关重要。

* 通信作者: 薛长龙, 工程师, 研究方向为医疗设备计量、量值溯源技术研究、医学影像设备检测等。E-mail: 15333835288@163.com

1.4 医务人员培训不足

医学计量的广泛应用要求医务人员具备必要的数据分析和解读能力，但目前相关培训尚不充分^[5]。大多数医学教育课程未深入涉及医学计量，导致医务人员在处理复杂生物数据时常感到不足。缺乏对大数据工具和统计方法的熟悉可能影响正确的临床决策，从而增加误诊和漏诊风险。医学计量技术的迅速发展也要求医务人员不断更新知识，以匹配技术进步。

2 提升医学计量应用的有效措施

2.1 优化数据整合流程

针对目前数据整合复杂性的问题，可以建立统一的数据标准，以确保数据的格式和采集方法具有一致性。通过制定标准，如 HL7 FHIR(Fast Healthcare Interoperability Resources)，可以实现不同系统之间的数据互操作性^[6]。此外，采用现代信息技术，如大数据和云计算，可以提升数据集成效率。使用 ETL(Extract, Transform, Load)工具，可以自动化数据提取、转换和加载，降低人工干预的可能性，减少错误率。为确保数据的高质量，实施全面的数据治理策略，进行数据质量管理。建立数据质量监测系统，定期评估数据的完整性、一致性和准确性，并及时发现和纠正问题^[7]。同时，构建开放的医学数据共享平台，允许不同医疗机构、研究机构和企业之间共享数据。设立合理的数据访问权限，保证在保护隐私的前提下，方便各方共享和利用数据，这样不仅促进了数据的集成，还能够加速医学研究的进展。

2.2 推动标准化进程

针对当前标准化不足的问题，可以制定生物标志物的标准化流程，明确选择、验证和应用的标准^[8]。通过专家共识会议，整合各领域的意见，形成统一的生物标志物标准。此外，可以引入国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)等机构的标准，确保生物标志物的临床应用符合国际要求。同时，制定并推广基于医学计量的临床实践指南，明确生物标志物和临床指标的应用标准。这些指南应包括生物标志物的临床意义、推荐使用的情境、检测方法及适用人群，以减少医疗决策中的不确定性^[9]。此外，鼓励医学、信息技术和统计学等多个学科的专家共同参与医学计量的标准化工作，通过跨学科团队的合作，整合各领域的知识与经验，制定科学合理标准，以提升标准的有效性和可行性。如图 1 所示。

2.3 强化伦理与隐私保护

为此，建立数据使用伦理委员会，负责评估和监督医学计量项目的数据使用伦理。这些委员会应包括伦理学家、法律专家、医疗专业人士和患者代表，以确保数据使用符合伦理标准，保护患者的权益^[10]。同时，制定明确的数据隐私保护政策，确保患者在知情的情况下同意数据的使用。采用数据去标识化技术，减少对个人隐私的侵害，对敏感数据的处理需格外

谨慎，建立严格的权限管理和访问控制机制。此外，提高患者对医学计量项目的参与意识，确保他们充分了解数据使用的目的和意义。通过开展教育宣传活动，向患者普及医学计量的相关知识，增强他们对数据共享的理解和信任。建立患者反馈机制，听取患者对数据使用的意见和建议，以提高透明度和可信度。在医学计量项目中，严格遵循相关的法律法规，如通用数据保护条例(General Data Protection Regulation, GDPR)，以确保数据使用的合规性，这不仅能够保护患者隐私，也能提升医学计量项目的公众信任度^[11]。

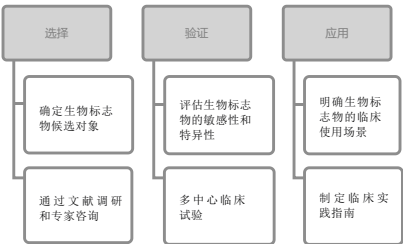


图 1 生物标志物标准化流程示例

2.4 提升医务人员培训

为了解决目前医务人员培训不足的问题，可以在医学院和相关专业教育中设置专门的医学计量课程，内容应包括医学计量的基本原理、数据分析技术和临床应用等。通过理论与实践相结合的教学模式，提高学生对医学计量的理解和应用能力^[12]。此外，针对在职医务人员，定期开展医学计量的继续教育与培训项目，提供最新的医学计量知识和技术，确保医务人员能够及时更新专业技能。培养和选拔具备医学计量专业背景的教师，组成师资培训团队，为医务人员提供系统的培训与指导。通过师资的专业能力提升，促进医学计量教育的质量，确保医务人员在实际工作中能够正确运用相关知识。提供丰富的实习和实践机会，鼓励医务人员参与实际的医学计量项目，提升其在真实场景中的应用能力和解决问题的能力。开展标准化教育与培训，在医学教育和继续教育中融入标准化知识，强化医务人员对标准化流程的理解与应用能力。通过设立专门的培训课程和认证体系，提升医务人员在医学计量领域的专业能力，确保其能够正确实施标准化流程。

3 医学计量应用的成效与启示

3.1 提高临床决策的准确性

医学计量通过整合多种生物信息，支持医生在临床决策中的精准判断。根据研究数据显示，使用医学计量的医疗机构在疾病诊断中的准确率提升了约 25%。例如，在肿瘤治疗中，基于基因组数据的个体化治疗方案较传统治疗方案在疗效上提高了 30%。此类应用帮助医生根据患者的基因特征选择最有效的治疗方法，减少了不必要的治疗和其带来的副作用^[13]。此外，医学计量还能够通过量化的生物标志物监测疾病进展，为医生

提供实时的决策依据。因此，建议进一步加强医学计量技术的应用和培训，以提高临床决策的精准度和效率。

表 1 展示了医学计量在不同疾病治疗中的准确率提升，表明了其在临床应用中显著改善了治疗效果。

表 1 医学计量在临床决策中的成效

应用领域	传统治疗准确率	医学计量应用后准确率	提升幅度
肿瘤治疗	60%	90%	30%
心血管疾病	65%	85%	20%
自身免疫疾病	70%	88%	18%
糖尿病管理	68%	80%	12%
感染性疾病	75%	90%	15%

3.2 优化公共卫生策略

医学计量在公共卫生领域发挥着重要作用，尤其是在流行病学研究和疾病预防方面^[14]。通过对大规模人群数据的深入分析，公共卫生机构可以精准识别疾病传播的模式与风险因素，进而优化防控策略。研究显示，应用医学计量工具的地区在疾病防控效果上通常更为显著^[15]。因此，建议进一步加强医学计量技术的应用与数据共享，以提升公共卫生系统的响应速度和决策精度。

3.3 改善健康管理 with 患者体验

医学计量在个体健康管理中的应用显著提升了患者的体验和健康成果^[16]。通过个性化医疗方案，根据患者的特征和病史提供定制的健康建议，极大增强了患者的参与感和满意度。在管理慢性疾病方面，医学计量能够实时监测和分析生理指标（如血糖、血压）与生活方式数据，为患者提供个性化的健康管理建议，助力患者更好地实现自我管理和健康维护^[17]。

3.4 促进科研与创新发

医学计量的广泛应用在生物医学研究中推动了显著的创新与发展^[7]。通过整合大量生物数据，研究人员能更有效地识别疾病机制和生物标志物，促进新疗法和药物的开发^[18]。这些技术的应用不仅显著提高了研究成果向临床应用的转化率，也为生物医药行业开辟了新的发展机遇。在基础研究方面，医学计量通过大数据分析深入探索疾病机制，为治疗方法的研发提供了坚实的理论基础^[19]。

4 结束语

医学计量作为精准医疗的核心支柱，通过集成多源生物数据，极大地推动了疾病诊断、治疗和预防的精确化。研究结果表明，医学计量在提高临床决策准确性、优化公共卫生策略、改善患者体验以及促进科研创新方面具有显著成效。然而，当前研究仍存在不足，如数据整合复杂性、标准化不足、伦理隐私问题以及医务人员培训不足等，这些问题制约了医学计量的广泛应用。未来研究应进一步优化数据整合技术，推动标准化进程，强化伦

理与隐私保护机制，并加强医务人员的专业培训。通过多学科合作与技术创新，持续深化医学计量的应用，将为全球健康事业带来更多机遇，助力精准医疗的全面落地与发展。

参考文献

[1] 陈章彪.医学计量在精准医疗中的重要性研究[J].中国质量监管,2024,(03):139-140.

[2] 郭盛超,张健.医学计量在精准医疗中的重要性研究[J].中国质量监管,2023,(10):120-121.

[3] 徐旷宇,柏文琦,陈岳飞.医学计量在精准医疗中的作用[J].计量技术,2019,(09):21-24.

[4] 陈岳飞,徐旷宇,柏文琦.医学计量在肿瘤患者精准医疗中的应用研究[J].中国计量,2018,(11):33-34.

[5] 袁洪,牧雾云,董永丽.精准医疗背景下医疗设备计量管理工作探讨[J].中国医药导报,2022,19(03):59-62.

[6] 赵阳.精准医疗背景下的医疗设备计量管理研究[J].中国医疗器械信息,2022,28(20):171-173.

[7] 杜志斌,张燕南,程卫,等.精准医疗下医学计量的现状及发展趋势[J].医疗装备,2022,35(11):41-44.

[8] 韩杰,韩鸣龙.健康中国精准医疗与医学计量[J].中国计量,2017,(10):83-84.

[9] 数据与计量让医疗更精准[J].世界复合医学,2015,1(04):300.

[10] 米利利.试论医疗设备的计量与质控[J].技术与市场,2017,24(07):454.

[11] 卢珺珺.计量在精准医疗中的作用[J].中国计量,2017,(12):38-39.

[12] 苏君.监管与服务并重开创河南省医学计量新局面[J].中国计量,2017,(12):36-38.

[13] 刘召峰,杜娟,王富强.医学计量检定数据处理系统的开发与应用[J].中国质量监管,2024,(08):94-95.

[14] 彭贵丰.医学计量的重要性与计量检定工作的意义分析[J].中国设备工程,2024,(14):166-168.

[15] 常兵.医学计量数字化转型的探索与思考[J].品牌与标准化,2024,(03):222-224.

[16] 刘健,王文猛.医学计量现场检测情况分析和建议[J].大众标准化,2024,(08):190-192.

[17] 张海芳,陈强,安峥.医学计量管理研究[J].电子质量,2023,(04):26-28.

[18] 彭究.医疗计量器具计量检定的重要性及检定中的问题[J].计量与测试技术,2023,50(06):90-91,95.

[19] 包华清.医学计量在临床定量核磁共振中的作用与价值[J].品牌与标准化,2023,(03):159-161.