· 卫生管理 ·

数智化赋能基层医疗机构慢性病防治人才教学改革研究

李展艺，金典，张晓婷，郑思远，金佳梅，付晓颖，王俞盈，严哲安，沈羽昊，杨立，李迎君，景正伟

杭州医学院公共卫生学院，浙江 杭州 311399

摘要：我国人口老龄化加剧与慢性病年轻化趋势不断加重慢性病疾病负担，慢性病防治工作重要性日益突出。全科医生作为慢性病防治工作的主力军，其培养质量直接影响基层慢性病服务质量。数智化可以在数字化的基础上开展数据采集、分析与产品转化，依托人工智能、大数据和机器学习挖掘关键信息，支撑医疗决策、优化慢性病诊疗与管理流程。本文结合基层医疗机构慢性病防治人才特征与新时代数智化背景，系统检索与梳理国内外基层医疗机构慢性病防治人才基本情况、培养路径及数智化教学进展，聚焦当前基层医疗机构慢性病防治人才教学面临的核心挑战，结合基层医学教育领域的教学实践经验，提出以数智化赋能为核心，推动教学供给与基层需求的有效对接，构建基层医疗机构慢性病防治人才培养机制与路径。

关键词：慢性病；人才；培养机制；数智化；基层医疗机构

中图分类号：R197.6 **文献标识码：**A **文章编号：**2096-5087（2026）08-0859-06

Research on teaching reform for chronic disease prevention and control talents in grassroots healthcare institutions empowered by digital intelligence

LI Zhanyi, JIN Dian, ZHANG Xiaoting, ZHENG Siyuan, JIN Jiamei, FU Xiaoying, WANG Yuying, YAN Zhe'an, SHEN Yuhao, YANG Li, LI Yingjun, JING Zhengwei

School of Public Health, Hangzhou Medical University, Hangzhou, Zhejiang 311399, China

Abstract: The accelerating population aging and the rejuvenation trend of chronic diseases in China have continuously aggravated the chronic disease burden, making chronic disease prevention and control increasingly essential. General practitioners are the core workforce for chronic disease prevention and control, and their training quality directly determines the performance of grassroots healthcare services. Digital intelligence, built on digital infrastructure, enables standardized data collection, analysis, and product transformation adapted to clinical scenarios. Leveraging artificial intelligence, big data, and machine learning, it mines high-value clinical and public health key information to support evidence-based medical decision-making and optimize the diagnosis, treatment, and management processes for chronic diseases. On the basis of the characteristics of chronic disease prevention and control talents in grassroots healthcare institutions and the background of digital intelligence development in the new era, this study systematically retrieves and reviews domestic and foreign research on the profile, training paths and digital intelligence-enabled teaching progress of grassroots medical talents engaged in chronic disease prevention and control. Focusing on the core challenges existing in current teaching and training for such talents, and combining practical experience in grassroots medical education, this study proposes a digital intelligence empowerment-oriented strategy to effectively align the supply of training resources with the actual demands of grassroots settings, so as to construct a context-adapted systematic training mecha-

DOI：10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.08.023

基金项目：四大慢病重大专项项目（2023ZD0509800，2023ZD0509804）

作者简介：李展艺，硕士研究生在读，公共卫生专业

通信作者：景正伟，E-mail：jingzhengwei@hmc.edu.cn

nism and optimized development path for chronic disease prevention and control talents in grassroots healthcare institutions.

Keywords: chronic disease; talent; training mechanism; digital intelligence; grassroots healthcare institution

随着老龄化程度不断加深，我国慢性病的发病率和死亡率呈上升趋势[1-2]。近年来，我国积极探索数智技术在医学教学中的应用。然而，面对人工智能、大数据等新技术快速发展的现状及基层医学教育模式转型升级的需求，现有培养体系在课程建设、教学实施和师资能力等方面仍面临诸多挑战。本文通过检索国内外基层医疗机构慢性病人才教学培养模式相关文献及政策文本，梳理基层医疗机构慢性病防治人才培养模式及数智化教学进展，分析数智化背景下基层医疗机构慢性病防治人才培养面临的现实挑战，探讨数智化赋能基层医疗机构慢性病防治人才培养机制与路径。

1 基层医疗机构慢性病防治人才基本情况

我国基层医疗机构包括社区卫生服务中心（站）、乡镇（街道）卫生院、村卫生室、门诊部和诊所（医务室）[3]。在基层医疗机构慢性病防治体系中，承担慢性病防控工作的群体是在基层医疗机构中从事慢性病预防、筛查、随访管理、健康教育和康复指导等工作的专业技术人员[4]。目前我国基层医疗机构慢性病防治人才主要包括执业医师、注册护士和药师（士）[5]。根据《2024年中国卫生健康统计年鉴》[3]，截至2023年，我国共有基层医疗机构执业医师129.5万人，注册护士141.0万人，药师（士）19.6万人，3类人员数量均逐年上升。见图1。

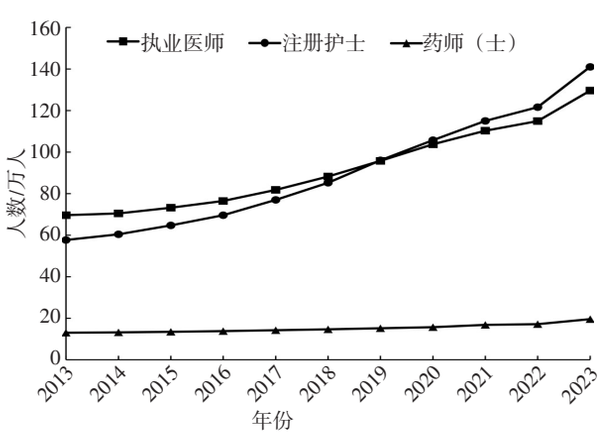


图1 2013—2023年我国基层医疗机构人员数量

Figure 1 Number of personnel in grassroots healthcare institutions in China from 2013 to 2023

2 基层医疗机构慢性病防治人才教学培养模式

2.1 培养路径

2015年起，我国全面推广家庭医生签约制度，全科医生成为基层医疗机构慢性病防治人才的主力军。我国全科医生培养实行“院校教育-毕业后教育-继续教育”3个阶段。主要有2种培养路径：一是面向本科生的“5+3”模式，即5年临床医学本科教育后再接受3年全科专业住院医师规范化培训，成为全科医生；二是面向专科生的“3+2”模式，即3年临床医学专科教育后再接受2年助理全科专业住院医师规范化培训，成为助理全科医生。由于“3+2”模式生源质量与培养效果存在局限，目前国家正在逐步推广“5+3”模式[6]。

毕业后教育的内容包括在综合医院的临床科室进行轮转，学习和掌握临床相关学科的知识和技能；或者在基层医疗机构实践，掌握社区相关知识和技能并积累社区工作经验[7]。

2.2 课程内容与授课形式

全科医学相关教育的课程体系与教学形式处于发展阶段，仅基本满足基层慢性病管理工作需要。课程设置多参照传统临床专科课程框架，核心内容聚焦高血压、糖尿病等高发慢性病的诊疗知识，涵盖慢性病诊断标准、用药规范和病情监测等基础内容，能够为全科医生开展基层慢性病日常管理提供核心知识支撑[8]。教学形式以传统课堂授课为主，案例教学、模拟诊疗和情景演练等实践课程为辅，教学模式较为单一[8]。

继续教育机制不断完善，形成“线上为主、线下补充”的常态化培训模式。线上依托国家级、省级平台整合慢性病管理课程资源，线下通过区域集中实训、基层带教进修等形式开展实操培训。基层培训内容侧重慢性病预防、康复指导与健康教育等模块，整体能够满足在岗人员知识更新与技能巩固的基本需求[9]。

全科医学师资数量稳步增长，处于结构优化与质量提升的发展阶段，形成“三级医院专科医生+基层实践师资+专职全科医学教师”的多元模式[10]。

2.3 数智化赋能医学教学探索与进展

医学教学经历了从资源数字化到数智化的转型。早期在线课程与学习管理系统将教学内容转化为数字化形态，初步实现了大规模覆盖并部分缓解工作与学

习同时兼顾的矛盾，但其本质仍是单向知识传递，难以回应个体差异。在此背景下，教学领域开始迈向数智化阶段。

国际实践已有数智化教学的多元应用。在糖尿病管理培训中，融入交互式多媒体与自适应反馈机制的数智化教育，能有效提升基层医疗机构人员的知识水平[11]。人工智能和虚拟现实技术用于外科技能模拟训练，算法和机器学习辅助放射影像解读教学，开展医学文本解读与分析，交互式学习平台可提升教学互动效果，为数智化赋能慢性病人才培养提供了多样化的实践参考[12]。

国内数智化赋能医学教学的探索同步推进。2019年起，国内学者开始研究人工智能赋能全科医生培养，肯定其在批量培养合格全科医生及推动继续教育改革中的积极作用[13-14]。《智能全科医生中国专家共识》提出全科医生人工智能大模型（general practitioner AI large model，GPAI），模拟全科医生诊疗思维，通过数据分析与医学推理，提供个性化健康教育、疾病预防、初步诊断与转诊建议的智能系统，可满足全科医生岗位培训与继续教育需求，该系统具备自主学习能力，并可通过持续分析新数据优化诊疗方案[15]。

3 数智化赋能基层医疗机构慢性病防治人才教学培养挑战

3.1 基层医疗机构人员数智化学习适应性障碍

基层医疗机构人员对数智化教学模式适应性较差。基层医疗机构的卫生技术人员学历多为专科及以下，初级及以下职称人员比例超过60%[3]，一定程度上限制了知识储备深度及对新兴医疗技术、前沿诊疗理念的学习与应用能力。面对海量数字医学资源，难以精准定位符合自身需求的内容[16]。长期以来，基层的继续教育以线下集中授课和临床带教等传统模式为主，学员习惯于被动听讲、现场观摩和即时互动，对远程学习、虚拟仿真操作等新型教学方式较为陌生，阻碍了数智化培训的推进[17]。数智化培训体系尚在探索阶段，培训内容和基层真实工作场景贴合不足，教学形式单一，学员学习积极性不高，仅有少部分学员在培训后能够熟练运用数智化技能[17]。多重适应性障碍叠加导致数智化教学在基层难以有效推广，教学供给与实际需求之间存在落差。

3.2 数智化课程体系建设滞后

医学课程数智化转型滞后于医疗实践发展。电子健康档案、智能检测系统、远程医疗、可穿戴设备及人工智能等数智化医疗工具已广泛应用于临床[18]，但医学课程针对数智化转型开展的教学仍存在滞后。受数智健康教育相应的基础设施和技术资源缺乏、课程容量饱和等因素制约，大多数医学院校未将数智健康教育纳入课程体系，缺乏针对数智化技能提升的实操课程[19-20]。即便部分院校尝试引入“人工智能+医学”相关内容，现有新兴交叉专业的人才培养尚处于发展完善阶段，普遍存在课程体系整合不深入、人才培养定位不明确、教学模式创新不足及教学资源配置不均等问题[21]。这导致高校向基层输送的人才虽具备扎实的理论基础，但在数字技术应用、数据分析等实践技能上存在明显短板。在职培训侧重于医学专业理论与技术，针对慢性病防治所需的新技术方法，如远程医疗、AI辅助决策和健康大数据等数智化工具尚未充分纳入基层继续教育体系[22]，使基层人才能力结构与数字化背景下行业及单位所需的复合型能力培养要求脱节。

3.3 师资数智化能力短板

开展数智化教学对带教师资的能力提出要求：具备扎实慢性病防治专业知识的同时，熟练掌握信息技术应用能力[23]。

我国全科医师培训师资主要来源于三级医院专科医生，基层全科医生多由专科医生转岗而来[10]，这类师资虽具备扎实的临床功底，但普遍未参与过数智化教学培训课程，掌握“数智化+医学”跨学科知识的师资欠缺。《医学教师的人工智能素养专家共识（2025年版）》指出，教师队伍AI能力发展不均衡，多数仅停留在工具浅层使用，且缺乏复合型素养评价标准[24]。教师数智素养的研究进一步发现，医学教师参与数智化改革的情况并不理想，数字教学资源应用意向偏低，整体数智素养水平不高[25-26]。多数教师使用数智化教学工具能力欠缺，而现有教师数智化培训建设迟缓，课程、教材和教学方法的数智化体系尚未建立[20]，难以实现教师数智化能力的高质量提升。

4 数智化赋能基层医疗机构慢性病防治人才教学培养实现路径

数智化指在数字化的基础上对数据进行收集、分析和产品化，通过人工智能、大数据分析和机器学习等方式提取关键信息，并利用这些信息做出更科学合理的决策以改善业务流程[27]。据此提出以数智化赋能为核心的基层医疗机构慢性病防治人才教学优化路径，

依托人工智能、大数据等技术推动教学从标准化向个性化、从单一化向融合化转变，提升基层医疗机构慢性病防治人才数智化素养与临床应用能力。见图2。

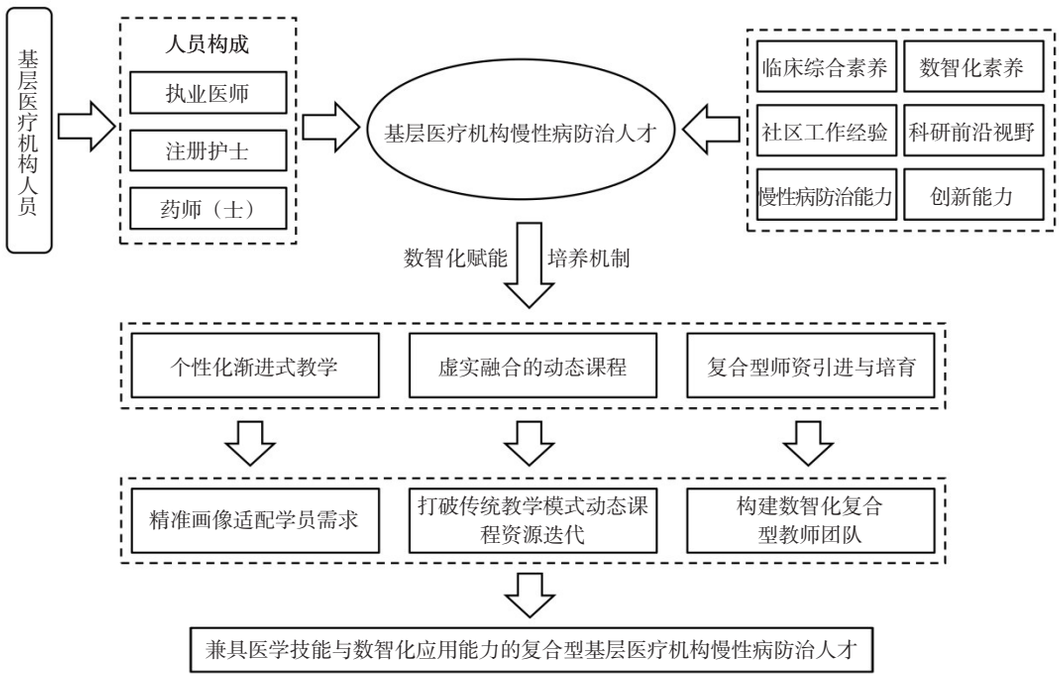


图2　基层医疗机构慢性病防治人才创新培养机制

Figure 2　Innovative training mechanism for chronic disease prevention and control talents in grassroots healthcare institutions

4.1　数智化驱动个性化与渐进式教学

大数据与人工智能可通过整合多源数据、分析学习行为与岗位胜任力差距，推动医学教育从标准化向个性化转型[28]。搭建学员“数字画像”，依据其教育背景、学习轨迹、能力测评结果及岗位需求，推送适配的个性化学习资源与偏好的教学形式；根据学习进度动态调整内容，定制适配个人节奏的学习路径[29-30]，提升教学的精准性与适应性，同时给予情感支持与个性化建议，增强学习动力与自信心。实时数据支持和个性化培养方案，有助于基层医疗机构慢性病防治人才掌握岗位所需知识与技能，并在实践中更高效地转化为工作能力。

针对基层医疗机构人员对传统模式依赖与数智化焦虑，可设计分层递进数智化教学策略。初期可延续线下集中授课、临床带教等传统形式，辅助嵌入数智化元素；中期逐步增加线上学习与虚拟实训的比重，形成线上线下相互补充的混合式教学；后期根据个体情况差异，允许部分学员进入全程数智化的学习阶段。对数字素养偏低的学员，可通过同伴互助、小组协作等方式带动学习，帮助其逐步建立技术信心。

4.2　虚实融合教学与动态资源迭代

基层医疗机构慢性病防治人才的培养需要打破传统单一化课程模式，构建以虚实融合与动态迭代相结合的数智化课程体系。

课程内容层面，借助数智化技术打造虚拟仿真平台，在预防、诊疗和随访等慢性病管理全过程中进行操作与决策演练，将电子健康档案、远程医疗和可穿戴设备等已广泛应用于临床的数字医疗工具纳入教学场景。引入基于大语言模型的智能虚拟病人系统，通过自定义、循证化的病历生成、人格化对话交互，为全科医生临床思维训练提供标准化、个性化场景[31]。

课程结构层面，需突破传统课程体系的局限，实现由传统单一学科向跨学科方向的转型，深化医工融合课程体系整合。《医疗卫生强基工程实施方案》明确指出，要提高基层医疗卫生人才数智化服务水平，探索医学人工智能辅助诊疗基层应用[32]。国际层面，韩国首尔大学医学院通过设立医学人工智能微学位项目，将医学、数据科学与生物工程课程交叉整合，形成“医学-数智”一体化的课程结构[33]。该模式避免知识简单叠加，使学员在掌握诊疗与防治知识的同时，培养跨学科思维与数智化技术应用能力。

此外，建立动态课程资源库，保持课程的适应性，根据基层实际需求和技术发展不断调整教学内

容，将远程医疗、AI 辅助决策和健康大数据等数智化工具充分纳入基层继续教育体系，引入真实应用案例和典型场景，增加课程的实践导向[34]。通过融合性和动态性的课程体系，有效地提升基层医务人员的数智化素养与临床应用能力。

4.3 构建复合型师资与数智化教学支持系统

针对当前基层医疗机构师资队伍数智化能力短板、“数智化+医学”跨学科教师较少及系统化培训机制缺失的困境，可探索“引育结合”的复合型师资发展路径。

师资引进方面，面向社会公开引进兼具医学素养与数智化、信息化能力的复合型教师，鼓励具有先进经验的临床医生、数字化医学教育管理人员及数字技术企业人员担任兼职教师，缓解“数智化+医学”跨学科教师稀缺问题。

师资培育方面，参照《医学教师的人工智能素养专家共识（2025 年版）》[24] 提出的 CAIP-ME 能力框架，将基层师资的数智化能力区分为基础能力与发展能力 2 个层级：基础能力聚焦价值认同、伦理安全、核心概念、工具规范操作及基本教学应用；发展能力涵盖工具选型、跨学科协作、教学创新及生态共建等进阶素养。设计分层分类的培训路径：针对全体教师，开设标准化入门课程，确保基础能力达标；针对骨干教师，组织专项研修课程，实施 1~2 项能力提升专项；针对学科带头人，支持其开展教学改革研究与跨机构协作。建立数字素养持续学习平台，支持教师利用在线知识库、虚拟仿真系统和案例教学进行自我提升。鼓励教师深入医院实地培训，掌握人工智能、医疗大数据及信息化工具的实际操作与教学融合方法[35]。

同步建立教师数字素养分级认证机制，设计认证标准，配套量化考核要点。教师通过培训、教学实践证据及同行评议获得对应等级认证，认证结果与职称评聘、教学评优和专项奖励挂钩。形成“培训-考核-认证-提升”的完整闭环，确保基层师资数智化能力建设路径清晰、措施可落地。

5 结　论

数智化赋能基层医疗机构慢性病防治人才教学是适应基层医疗卫生工作数智化转型需求的有效路径，也是基于人工智能与大数据时代创新的教学改革机制。通过构建虚实融合与动态迭代的课程体系、精准画像与分层递进的个性化教学、复合型师资培育与智能教学支持等路径，旨在培养既掌握医学技能又具备数智化技术应用能力的慢性病防治人才。未来需继续优化和完善该人才培养机制，以适应基层慢性病防治工作的新形势和新要求。

参考文献

[1] 徐喆，李胜，李书，等 .1990—2023 年中国癌症、心血管疾病、慢性呼吸系统疾病和糖尿病的疾病负担趋势、预测与风险因素分析［J］. 中国慢性病预防与控制，2026，34（3）：201-212.

[2] 夏翠翠，李建新 . 健康老龄化还是病痛老龄化——健康中国战略视角下老年人口的慢性病问题［J］. 探索与争鸣，2018，（10）：115-121，144.

[3] 中华人民共和国国家卫生健康委员会 .2024 中国卫生健康统计年鉴［EB/OL］.［2026-06-22］.https://www.nhc.gov.cn/mohwsbwstjxxzx/tjtjnj/202601/4c453cf4278941ab8465846d1dc90e08.shtml.

[4] 王鑫，施培武，沈群红，等 . 我国慢性病防治人员素质分析［J］. 中国卫生资源，2021，24（3）：293-297.

[5] 中华人民共和国国家卫生健康委办公厅 . 国家卫生健康委办公厅关于印发基层慢性病健康管理服务能力建设指引的通知［EB/OL］.［2026-06-22］. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202511/content_7049144.htm.

[6] 万晓文，曾程，李宗友，等 . 中国全科医生培养和使用发展报告（2022）［J］. 中国全科医学，2024，27（10）：1153-1161.

[7] 线福华，路孝琴，吕兆丰 . 全科医生培养模式及其实施中相关问题的思考［J］. 中国全科医学，2012，15（22）：2498-2501.

[8] 齐殿君，江南，于晓松 . 我国本科生全科医学教育教学情况调查研究［J］. 中国全科医学，2024，27（7）：789-793.

[9] 侯姝羽，曾欣，王婷婷，等 . 近十年中国全科医生继续教育研究的系统评价［J］. 中国全科医学，2024，27（28）：3476-3482.

[10] 赵稳稳，王荣英，张金佳，等 . 全科医学师资质量评价体系建设研究进展［J］. 中国全科医学，2024，27（7）：784-788，800.

[11] Huang Z L，Semwal M，Lee S Y，et al.Digital health professions education on diabetes management：systematic review by the digital health education collaboration［J/OL］.J Med Internet Res，2019，21（2）［2026-06-22］.https://doi.org/10.2196/12997.

[12] Shaw K，Henning M A，Webster C S.Artificial intelligence in medical education：a scoping review of the evidence for efficacy and future directions［J］.Med Sci Educ，2025，35（3）：1803-1816.

[13] 陈国湘，李俊，韦华，等 . 基于人工智能技术的全科医生培养模式探索［J］. 中华全科医学，2021，19（2）：167-170.

[14] 张璇，陈琦，王佳贺 . 人工智能赋能全科医生继续教育改革的研究［J］. 中国继续医学教育，2024，16（14）：18-21.

[15] 清华大学万科公共卫生与健康学院，北京大学公共卫生学院，中国医师协会全科医师分会，等 . 智能全科医生中国专家共识［J］. 中国全科医学，2025，28（2）：135-142.

[16] 张先庚，梁小利，周佳丽，等 . 民族地区卫生人才数智化培养：现状、挑战与未来趋势［J］. 医药高职教育与现代护理，2026，9（3）：204-208.

[17] 于芮晴 . 依托数字化，探索卫生事业管理人才培养新路径［J］. 人力资源，2025（12）：62-63.

[18] 李小勇，段蕾蕾，武轶群，等 . 鄞州区伤害智能监测系统介绍及应用［J］. 预防医学，2023，35（11）：1009-1012.

[19] Tudor Car L, Kyaw B M, Nannan Panday R S, et al. Digital health training programs for medical students: scoping review [J/OL].JMIR Med Educ, 2021, 7 (3) [2026-06-22].https://doi.org/10.2196/28275.
[20] Car J, Ong Q C, Erlikh Fox T, et al.The digital health competencies in medical education framework: an international consensus statement based on a Delphi study [J/OL].JAMA Netw Open, 2025 [2026-06-22]. https://doi. org / 10.1001 / jamanetworkopen.2024.53131.
[21] 李建周，汪丽燕．新医科背景下智能医学工程专业人才培养现状与问题分析［J］．医学信息学杂志，2025，46（5）：98-102.
[22] 陈玲，吴颖敏，李家伟，等．民族地区基层医疗卫生机构信息化建设现状与效能研究［J］．中国全科医学，2022，25（16）：2003-2007，2020.
[23] 王启帆．数字化赋能医学教育：应用、困境与路径［J］．医学与哲学，2024，45（10）：65-68.
[24] 潘慧，弓孟春，卢景辉，等．医学教师的人工智能素养专家共识（2025年版）［J］．中国医学科学院学报，2026，48（1）：1-12.
[25] 胡艳蓓．数字化转型赋能区域教师高质量发展的逻辑与进路［J］．教学与管理，2024（10）：32-35.
[26] 杨阳，李雯宇，王婷，等.AGIL模型视域下数智化医学师资队伍建设的研究［J］．中国病案，2025，26（3）：96-99.
[27] 林梓，顾海．数智赋能视域下医共体医防融合的创新机制与实现路径［J］．南京社会科学，2024（6）：47-54.
[28] 孙宝志．医学精准教育概念的提出及启示［J］．医学与哲学，2024，45（19）：63-67.
[29] 郑晓博，张中伟．人工智能在重症医学教学中的应用展望［J］．西南医科大学学报，2023，46（6）：468-472.
[30] 蔡虹，胡西厚，李建昌．人工智能时代医学院校教学改革的坚守与创新［J］．中国继续医学教育，2021，13（29）：4-8.
[31] Maicher K R, Stiff A, Scholl M, et al. Artificial intelligence in virtual standardized patients: combining natural language understanding and rule based dialogue management to improve conversational fidelity [J].Med Teach, 2023, 45 (3): 279-285.
[32] 中华人民共和国国务院．医疗卫生强基工程实施方案［EB/OL］．［2026-06-22］. https://www. gov. cn / zhengce / zhengceku / 202509/content_7039981.htm.
[33] Park T I, Seo J, Yoon H J, et al. Institutionalizing convergence education for medical artificial intelligence [J].Biomed Eng Lett, 2025, 15 (6): 1073-1083.
[34] 石蕊．“智汇AI+”时代医学人才培养模式变革及实践［J］．陕西教育（高教），2025（8）：64-66.
[35] 韩标，刘文静，孙立元，等．“多中心”协同构建“医工融合”人才培养模式［J］．华夏医学，2025，38（5）：182-187.

收稿日期：2026-04-09 **修回日期**：2026-06-22 **本文编辑**：刘颖颖

（上接第858页）

profiling with tandem mass spectrometry [J]. J Mass Spectrom Adv Clin Lab, 2023, (27): 40-48.
[9] Desai R, Harwood D T, Handelsman D J.Simultaneous measurement of 18 steroids in human and mouse serum by liquid chromatography-mass spectrometry without derivatization to profile the classical and alternate pathways of androgen synthesis and metabolism [J].Clin Mass Spectrom, 2019, (11): 42-51.
[10] 朱传新，郑艳容．超高效液相色谱-串联三重四极杆质谱法同时分析尿中4种内源性雄激素和孕激素［J］．中国卫生检验杂志，2014，24（7）：927-929.
[11] 夏冰洋，马亚萍，李楠楠，等．超高效液相色谱-串联质谱法同时测定人尿中5种甾体激素［J］．扬州大学学报（农业与生命科学版），2016，37（3）：30-36.
[12] Jia Y J, Liu X L, Xu L, et al. Liquid chromatography-tandem mass spectrometry measurement of 26 steroid hormones in human serum and plasma samples [J]. J Sep Sci, 2021, 44 (12): 2358-2370.
[13] 冯媛媛，田冶，尹利辉，等．液质联用分析技术中的基质效应［J］．中国新药杂志，2024，33（10）：1009-1020.
[14] Food and Drug Administration.Bioanalytical method validation guidance for industry [EB/OL]. [2026-06-01].https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/bioanalytical-method-validation-guidance-industry.
[15] Marcos J, Renau N, Casals G, et al. Investigation of endogenous corticosteroids profiles in human urine based on liquid chromatography tandem mass spectrometry [J].Anal Chim Acta, 2014, 812: 92-104.
[16] Bain J T, Shaheen F, Prete A, et al. Comprehensive quantitative urinary steroid profiling of 29 steroids using liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J/OL].Anal Sci Adv, 2026, 7 (1) [2026-06-01].http://doi.org/10.1002/ansa.70087.

收稿日期：2026-03-30 **修回日期**：2026-06-01 **本文编辑**：刘颖颖