DOI:10. 19834/j. cnki. yjsjy2011. 2026. 04. 08　　CSTR:32289. 14. yjsjy2011. 2026. 04. 08

人工智能领域医学研究生培养模式的国际比较研究

司家瑞[a,b],汤蕊菱[a,b],赵　申[c]

(天津医科大学　a. 基础医学院;b. 公共卫生学院;c. 药学院,天津 300070)

摘　要: 当前人工智能正深度重塑医学研究生教育形态,在人才培养模式转型的关键期,亟需通过全球视野审视各国探索经验以找准我国培养路径的优化坐标 ,但目前还缺乏针对该领域的系统性国际比较研究。本文通过对国内外医学院校人工智能教育的文献计量分析与典型教学案例比较,深度剖析中外人工智能医学研究生培养模式的异同。研究发现,中外在教学内容定位、教学形式与教学评价逻辑上均呈现出显著差异。基于此,本文提出构建本土化课程体系,推动能力生成导向的教学范式转型以及完善多方协同动态评价机制的课程建设建议,旨在为我国构建契合国际趋势且具有中国特色的人工智能医学研究生培养模式提供参考。

关键词: 人工智能;医学研究生;培养模式;国际比较

中图分类号: G643　　**文献标识码:** A　　**文章编号:** 2095-1663(2026)04-0064-09

在全球新一轮科技革命与产业变革的交汇点上,人工智能(AI)技术正在以前所未有的深度重塑医学研究生教育形态[1]。2020 年,教育部、国家发展改革委、财政部联合印发《关于“双一流”建设高校促进学科融合 加快人工智能领域研究生培养的若干意见》,强调要构建基础理论人才与“人工智能 + X”复合型人才并重的培养体系[2]。2025 年国家卫生健康委等多部门印发的《关于促进和规范“人工智能+医疗卫生”应用发展的实施意见》明确了人工智能在未来医疗卫生领域的 8 个方向 24 项重点应用,也对人工智能领域医学研究生的能力培养提出更高要求[3]。在这一背景下,医学研究生人工智能教学重点已从早期的工具认知转向深度模型应用,旨在通过算法逻辑解决复杂的诊断、用药及科研。

然而,在教学目标从“知识传授”向“能力提升”转化的过程中,人才培养的应然目标和实然的教学现状之间仍存在鸿沟。现有改革探索多聚焦于技术应用的宏观描述或单一院校的个案总结[4],缺乏针对医学研究生这一特定群体的人工智能教学模式的系统构建。目前国内医学研究生人工智能教学依然面临“医工难融合”的困境[5],跨学科模块整合松散、实践场景不足等问题尤为突出,解决这一矛盾的关键,在于探索如何实现 AI 逻辑与医学逻辑的实质性融合,而国际比较研究正是破解这一难题的必由路径。国际比较教育旨在通过对比识别出共性规律与本土化短板[6-7],为本国提供“他山之石”,但学界针对医学 AI 教育改革的国际比较研究较为匮乏。基于此,本研究以人工智能驱动的医学研究生培养模式为核心议题,开展系统性国际比较研究。通过揭示共性规律与个性差异,助力我国构建既符合国际趋势又彰显中国特色的人工智能医学研究生培养模式。

收稿日期: 2026-02-09

作者简介: 司家瑞(1977—),男,天津人,天津医科大学基础医学院教授,研究生导师。
汤蕊菱(2002—),女,四川人,天津医科大学基础医学院硕士研究生。
赵　申(1984—),男,天津人,天津医科大学药学院讲师,通讯作者。

基金项目: 国家社会科学基金教育学:人工智能领域医学研究生培养模式的国际比较研究(BIA230221)

一、研究思路与数据来源

本研究采用文献计量分析和案例内容分析两种方法，通过“宏观—微观”互证的视角展开研究。一方面，通过文献计量分析从宏观层面梳理领域研究脉络，量化呈现国内外人工智能医学研究生教育的整体发展差距，包括研究热点分布、研究重点差异等核心维度；另一方面，聚焦国内外排名靠前的医学院校，选取典型教学案例进行深度内容分析，剖析人工智能领域医学研究生培养模式的差异化特征。其中，文献计量分析并非仅局限于学术热点的追踪，而是承担着双重功能，一是呈现国内外人工智能医学研究生教育的整体发展差距，二是挖掘文献中的部分教学实证案例[8-10]。这与基于典型院校案例的结构化分析形成互补，最终形成兼具整体性与针对性的研究结论，为优化我国相关领域人才培养体系提供参考依据。

文献计量学研究需要从公认的数据库中收集可靠的数据，有研究表明文献计量分析的结果可能因所使用的数据库而异[11]，为确保分析和输入数据的可靠性，本研究使用国际权威数据库 Web of Science（WOS）和国内权威数据库中国知网进行文献检索，检索表达式参考前人研究并结合本研究目标[12]，以“人工智能”“研究生”“医学教育”等关键词进行检索，时限选定为“2015—2025.6”，共检索有效英文文献 284 篇、中文文献 158 篇，考虑到不同研究阶段的分析目的有所区别，研究现状分析以 WOS 文献为统一数据来源，以呈现国际研究的整体发展格局，在后续中外比较分析中进一步纳入中国知网文献，以补充中国本土研究信息，提高比较分析的全面性。对收集到的文献材料进行抽样分析，并将文献划分为显性教学实证、隐性科研训练及教学理论探讨三类，为比较研究提供多维证据与视角。典型教学案例主要来源于中美国家，通过学校官网、新闻报道以及授课教师访谈等渠道进行资料收集。

二、国际人工智能领域医学研究生教育的研究现状

（一）发文时序统计和趋势

对 WOS 的 284 篇文献进行统计，可以发现国际人工智能医学研究生教育研究呈现出显著的增长趋势。2015-2018 年处于起步期，年均发文仅 5 篇；2019 年后进入爆发期，2024 年激增至 85 篇，2025 年还在持续增长，显示出该领域极高的学术关注度与发展潜力。

（二）发文机构、国家统计和研究热点

表 1 显示了文献数量排名前十的机构和国家。从国家层面来看，美国在人工智能医学研究生教育研究领域处于领先地位，拥有 170 篇相关文献，超过本次检索文献的 1/2。英国和中国紧随其后，分别有 44 篇和 33 篇文献。从发文机构来看，哈佛大学、哈佛大学医学联盟、伦敦大学和加利福尼亚大学系统等机构在该领域表现突出，分别有 26 篇、25 篇、23 篇和 21 篇文献。值得注意的是，在前 10 名发文机构中，美国的高校和医疗机构数量最多，共计 7 家，为人工智能领域医学研究生教育发展作出巨大贡献。

表 1　发文机构和国家统计

国家	数量	机构	频次
美国	170	Harvard University（哈佛大学）	26
英国	44	Harvard University Medical Affiliates（哈佛大学医学联盟）	25
中国	33	University Of London（伦敦大学）	23
德国	23	University Of California System（加利福尼亚大学系统）	21
加拿大	23	Harvard Medical School（哈佛医学院）	20
意大利	18	King’s College London（伦敦国王学院）	15
澳大利亚	15	Mayo Clinic（梅奥诊所）	15
印度	11	Brigham Women’s Hospital（布莱根妇女医院）	14
日本	11	Johns Hopkins University（约翰霍普金斯大学）	14
荷兰	10	University College London（伦敦大学学院）	14

通过 VOSviewer 和 Pajek 对 WOS 的 284 篇文献的关键词进行聚类，结果显示，国际人工智能领域医学研究生教育研究热点主要涵盖教学实践中的 AI 工具应用、胜任力导向的技能训练、临床决策支持教学、数据处理与模拟技术应用、教育伦理与学生支持、健康公平与制度议题以及教学效果与评估机制七个方面。这表明当前研究正推动医学教育向技术驱动、多维融合的方向发展。

三、国内外人工智能领域医学研究生培养模式的比较分析

（一）文献关键词计量分析

关键词是文章核心内容的提炼和总结，具有重要的信息价值[13]。它们具备两个基本功能，一是反映文献的研究主题，二是获取文献蕴含的潜在信息。本研究选取发文量排名前四的国家（美、中、英、德）进行关键词计量分析，以探测不同背景下教学模式的布局差异。数据涵盖 WOS 及中国知网的相关文献，采用大语言模型辅助人工评判。

对关键词所映射的学科领域与教学内容两个方面展开分析。其中，学科分布体现了人工智能在医学体系中的渗透范围，而教学内容则直接反映培养模式的具体差异。根据教学经验、关键词特征以及医学专业三级学科标准专业库最终确定分类标准，将关键词按照基础医学类和临床医学类进行划分，难以分类的特色领域（如中医药）则归入其他类别。教学内容则根据关键词的特征制定分类标准：（1）AI 教学内容：聚焦于 AI 知识与技能传授，将其分类为教学研究和算法教学；（2）AI 辅助教学：用于增进学习或提升教学效率的 AI 工具系统，进一步将其划分为四大类：个性化教学、自动化评估、交互式辅导以及教学支持。

根据统计结果绘制图 1，以直观呈现不同国家在学科领域与教学内容上的分布差异。为便于比较同一类别在不同国家间的相对水平，以各类别中四国的最高频次设为 100，其余国家按照与最高频次的比例进行标准化处理。图中数值主要用于比较同一类别在不同国家间的相对水平，不用于不同类别之间绝对频次的直接比较。

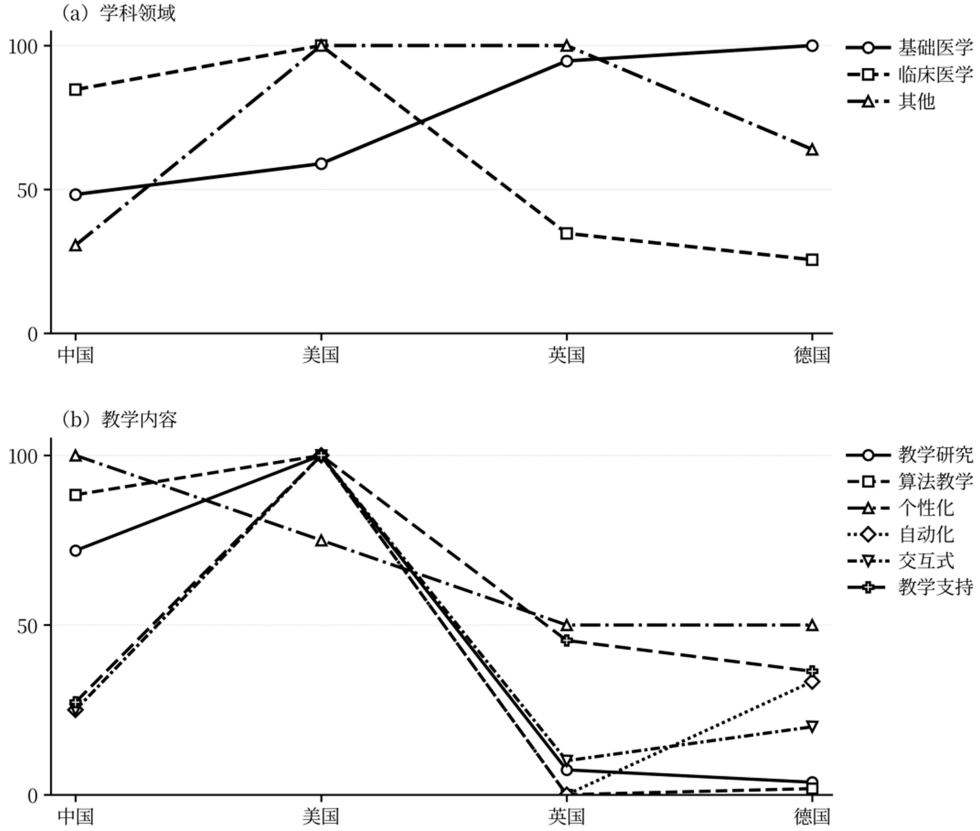

图 1 人工智能医学研究教学内容、学科领域与国家的共现关系

结合关键词统计情况及图 1 所示的相对分布特征可以发现，在学科分布上，国内外人工智能领域医学研究生培养相关研究广泛覆盖了基础医学与临床医学的核心领域。我国相关研究表现出显著的本土

特色，关键词集中于“中医药”“中西医结合”以及“医学＋X”跨学科方向，而美国、英国和德国在“精神心理”“公共卫生”以及“医学伦理”领域的关键词频次更高，反映出国外在人工智能医药学应用研究上具有更广泛的社会与伦理视角。

在教学内容相关关键词的分布上，国内外均高度重视机器学习、深度学习及计算机视觉等核心算法的教学。但在内容侧重点上存在分化，我国的教学研究关键词更多聚焦于“研究生培养模式”“教学改革”等宏观体系的顶层设计；而国外院校，尤其是美国，在“住院医师培训”以及“临床教学指南”等微观执行层面产出了更为丰富的研究成果。这表明国内目前的教学研究重心在于人才培养体系的搭建，而国外则深入到职业教育与标准化操作的实战阶段。

在辅助教学应用层面，相关关键词分布反映了智能化工具对教学形式与教学评价方式的改变。具体表现为个性化教学（如“自适应学习”“学习轨迹追踪”）、自动化评价（如“反馈系统”“绩效自动评估”）、交互式辅导（如“ChatGPT”“虚拟实境 VR”“模拟教学”）以及教学支持（如“科研助手”“知识图谱”）四个维度。其中，“ChatGPT”“生成式 AI”“模拟教学”等高频词的出现，进一步揭示出智能工具正在重塑教学的互动模式与评估手段 。

（二）院校案例分析

文献计量显示，无论是在研究数量还是在研究内容的覆盖度上，中美都处于领先位置，因此选择中美的顶尖院校案例进行对比。鉴于美国医学教育采用“4＋4＋X”模式且无独立医学硕士学位，本研究将其医学博士（MD）临床前阶段与国内研究生阶段人工智能课程进行对标。案例选取参考 CNUR2025 年中国大学临床医学学科排名与 QS2025 医学排名，皆具有广泛的认可度和影响力[14]，国内选取北京协和医学院与上海交通大学医学院，国外选取哈佛大学医学院与斯坦福大学医学院。

北京协和医学院和上海交通大学作为国内医学院校的学科领头羊，其临床医学均入选国家“双一流”建设学科且位列评估最高等级。他们也是国内最早在人工智能赋能研究生教育领域开展探索的院校。哈佛医学院将 MD 培养分为“HST”与“Pathways”两个轨道，系统化的 AI 课程目前主要集中于侧重医师工程师培养的 HST 轨道。斯坦福大学则强调“灵活的 MD 课程”，通过医师科学家培训计划（PSTP）等路径，根据学生研究方向提供定制化的人工智能资源。这些院校代表了国家医学教育的最高水平，其在 AI 课程建设上的探索具有显著的风向标意义，案例对比总结如表 2 所示。

本研究引入课程与教学论中的泰勒原理作为国际比较的理论透镜。依据泰勒关于课程编制的“确定教育目标、选择学习经验、组织学习经验及评价教学结果”四个基本问题[15]，本研究构建出“教学内容—教学形式—教学评价”的三维比较分析框架，在分析过程中，我们发现“教学目标”已内化并贯穿于教学内容、教学形式以及教学评价三个可观测的环节。

案例分析发现，国内代表性院校（如北京协和医学院与上海交通大学医学院）在内容设计上普遍采取融合式策略，人工智能课程多为选修课，内容上多在原有专业课程中融入人工智能相关内容，作为知识的延伸和拓展，这种设置高度贴合专业需求，直接指向解决实际问题，体现出较强的实用性与工具性特征。相比之下，哈佛医学院与斯坦福大学医学院则建立了更为独立且系统化的教学体系，哈佛医学院将人工智能教育纳入医学 MD 培养体系，斯坦福大学设立了专门的人工智能医学教育应用指导委员会和课程开发团队[17]。两所院校均设置了专门的医学人工智能课程，内容上不仅涵盖底层算法，还深度整合了医疗伦理、工作流优化等前沿动态，并根据学生职业路径实施分层教学。

在教学形式上，北京协和医学院与上海交通大学医学院目前主要采取传统线下授课模式，且教学活动以理论讲授为主，课堂互动与实践学时相对有限。相比之下，哈佛医学院与斯坦福大学医学院广泛采用项目制教学，学生以项目实践或者路演形式参与课堂，实现了从知识传递向职业能力生成的跨越，这种模式通过赋予学生自主探索权，有效提升其在复杂医疗场景下的实际问题解决能力。教学评价维度的案例对比显示，国内院校的评价机制多依赖平时成绩、期末考核或论文判定，其评价重心倾向于测量学生对理论知识的记忆与掌握。国外院校则更注重对学习过程与核心素养的动态追踪，哈佛医学院利用智能化系统实现了精准的学情评价，斯坦福大学则用临床胜任力作为学生评价标准。这种强调过程质量与胜任力的评价机制，不仅提高了反馈的即时性，也为衡量数智时代医学人才的综合素质提供科学的参考维度。

表 2 国内外医学院校人工智能医学课程案例对比

院校	代表性课程	课程人工智能相关内容	授课方式	评价方式
北京协和医学院	临床大数据与人工智能	基础理论：机器学习算法基础、轻量/极端梯度提升机 技术实践：人工神经网络、随机森林实战 临床结合：临床科研思路与 AI 应用	传统线下授课：以理论授课为主，部分课程包含少量实践，如“临床生物样本管理与生物信息处理”包含 1 学时实践内容	平时成绩＋期末成绩：平时成绩由考勤、课堂互动构成；期末成绩为期末考试或期末汇报
	医院信息化建设与医学人工智能	理论前沿：如智慧医院、智慧物流、区域医疗信息化 安全与伦理：医疗 AI 安全、风险管理		
	临床生物样本管理与生物信息处理	临床结合：AI 在基因测序解读、蛋白结构预测的应用		
	医学信息学（群医学及公共卫生）	理论前沿：智慧公共卫生、数据驱动的卫生决策 临床结合：文本挖掘、多模态电子病历数据融合		
上海交通大学医学院	医学图像人工智能分析理论和实践	理论前沿：AI 在放射、病理影像中的现状与前景 临床结合：呼吸介入图像 AI 技术应用、智能导航实践	传统线下授课：以理论授课为主，但课程基本会包含实践内容，如“医学图像人工智能分析理论和实践”含 6 学时实验，涉及智能导航和图像 AI 分析实践	平时成绩＋期末成绩：平时成绩由考勤、实践操作、小作业构成；期末成绩为期末考试或专题报告或课程论文
	真实世界证据及数据挖掘系统	理论前沿：大数据与人工智能。 技术实践：大数据与人工智能算法应用案例		
	医学工程技术前沿及应用	理论前沿：大数据与生物信息学 临床结合：人工智能技术、智能手术导航技术在医学中的应用		
	颅颌面正畸诊疗的创新与实践	理论前沿：数字化技术研究与人工智能研究进展 临床结合：颅颌面正畸诊疗实践，如数字化正畸设计		
哈佛大学医学院	医疗保健中的人工智能 Ⅰ	课程主题内容：用于临床风险分层的深度学习、复杂机器学习模型的解释、临床机器学习中的偏差与公平性、大型语言模型以及生成式预训练转换器	传统线下授课	考核＋课程论文：综合判定学生成绩，最终决定课程是否通过 AI 辅助评价：哈佛医学院的 Pathways 课程接入 AI 评价系统，能够批量自动评分，分析学情并提出定制的教学策略[16]
	医疗保健中的人工智能 Ⅱ	临床科研项目：学生小组会与机器学习专家配对，针对具体的临床问题开展研究	项目制：采用小组项目形式，模拟真实的跨学科科研环境。 AI 模拟实战：多数课程直接将 AI 用于授课，颠覆传统教学形式[16]	

续表 2　国内外医学院校人工智能医学课程案例对比

院校	代表性课程	课程人工智能相关内容	授课方式	评价方式
斯坦福大学医学院	临床实践中的人工智能：医学生课程	基础理论：AI 概论、数据科学与统计 技术实践：临床工作流、人机判断平衡 安全与伦理：伦理基础、法律监管 综合素养：性能评估、质量改进	在线课程：教学内容由公开的在线资源构成	部分课程并未有明确的评价考核方式，基于能力的评估不强调考试分数 根据学生项目汇报情况进行评分
	生成式人工智能与医学	临床结合：生成式 AI 在医学和医疗保健中的具体应用 行业洞察：讨论该领域正在萌芽的商业项目和研究项目	研讨会＋讲座：邀请行业杰出讲者，学生以路演形式参与	
	医疗加速：人工智能	临床结合：涵盖 AI 驱动的诊断、患者预后预测分析、智能工作流优化 行业洞察：学习在医疗领域建立可行 AI 公司的全过程，邀请 Google、Meta 工程师以及风投分享	项目制学习 ：课程以开发一个真实产品为主线，强调临床导师与跨学科团队的合作	

目前国内医学院校正逐渐与国际接轨，北京协和医学院在 2026 年春季开设专门的医学人工智能课程“人工智能原理”“人工智能教育应用”和“人工智能”，上海交通大学医学院在 2025 级临床医学八年制培养方案中将“人工智能基础”设置为学生的必修课程，也积极探索出新医科背景下“AI＋医学教育”的临床教育新模式[18]。

（三）结果分析

1. 教学内容的定位差异：医学背景下的工具补缺与多元背景下的系统增量

在人工智能医学研究生培养的教学内容维度，国内外呈现出的差异反映了教育背景与资源生态的差异。结合文献计量与院校案例的对比发现，我国当前的教学研究重心仍集中于培养模式与教学改革等宏观体系的构建，在课程内容设置上表现出显著的实用化与工具化特征。这种模式倾向于在既有的医学专业课程中融入人工智能技术模块，其核心目标是辅助解决特定的临床科研问题，本质上属于一种基于医学专业背景的补缺式培养。

从制度层面分析差异产生的原因可以发现，我国主流“5＋3”模式下的医学生本科阶段专注于繁重的医学专业学习，计算机知识储备普遍偏弱。这导致研究生阶段的人工智能教育必须在有限的学时内作出取舍，以满足基本的临床科研需求。因此，国内院校的内容设计多呈现出导论性或工具性特征，较难直接进入涉及复杂底层算法的高阶领域。如要对齐国外课程内容设置，学校可以从本科生人工智能素养培养入手，加强本硕衔接课程建设以及通识课程的建设。

相比之下，国外的医学院校基于学生已有的多元本科背景，学生在本科阶段往往已具备多样化的专业背景及较强的数字素养，加之 AI 工具的普及，多数医学生已具备自主运用人工智能技术辅助科研与学习的能力，因此课程内容设置展现出一种系统化与高阶扩展的增量式培养逻辑。通过与美国弗吉尼亚大学医学院教师的访谈也能验证这一观点。此外，国外院校在教学内容深度上的跨越，还得益于其成熟的知识溢出机制，哈佛医学院和斯坦福医学院的课程大量引入 Google、Meta 工程师参与授课，反映出硅谷生态对医学教育的直接赋能，这种“学校—医院—产业”三方资源主体的深度结合，不仅优化了教学内容的实战性，也为医学人工智能教育向专业化与前瞻性方向演进提供了支撑。

2. 教学形式的范式分歧：线性知识传递与非线性能力生成

教学实施是培养医学人才的重要组成部分，结合文献关键词统计与院校案例分析发现，智能化工具的应用重心正在重塑教学场景。在人工智能医学研究生教育的实施路径上，国内外教学形式的差异体现了以教师为中心的线性知识传递和以学生为中心非线性能力生成的范式分歧。国内院校在教学形式上呈现出较强的路径依赖，主要采取基于学科划分的传统线下授课模式。在这种线性教学结构下，知识的传递往往遵循从理论到应用的固定程序，以老师集中讲授、学生听讲的教学形式为主，师生间缺乏互动性和参与性，学生积极性不高[18]。同时案例

数据显示，由于课程集中在线下课堂且实践学时相对有限，学生的教学互动在空间与时间上受到一定限制，学生在跨学科应用方面的自主探索空间仍有待拓展。这种模式虽然保证了知识传授的系统性，但在应对人工智能领域快速迭代的实战需求时，往往面临灵活性与互动性不足的挑战。

相比之下，国外医学院校则普遍采用模块化、跨学科与项目制的非线性教学形式，以学生为中心，注重能力导向和实际问题解决能力的培养。这种差异的形成具有深刻的教育历史渊源，哈佛医学院自1985年起实施“New Pathway”课程改革，确立了以跨学科模块、PBL及小组讨论为核心的教学传统[19]。英国医学总会（GMC）也早在1993年就推荐全国医学院实施PBL、CBL、EBL等以学生为中心的教学方法，并鼓励多学科联合教学与项目制实践[20]。与美国太平洋大学保健与药学院教师的访谈结果表明，国外医学院校的人工智能教学常以学术活动和实践活动的方式出现，如AI in Oral Health Care Symposium等学术活动，探索AI在健康护理中的应用教育。教学形式不再局限于校园和书本，而是通过引入行业专家、模拟路演以及跨学科团队协作构建出一种动态育人生态系统，此形式能够赋予学生自主权，使其在解决复杂临床科研问题的过程中完成知识的主动建构与能力的自然生成。

人工智能技术的介入进一步加速了这种教学形式转型的进程。文献计量统计中的“ChatGPT”“模拟教学”“虚拟教研室”“科研助手”等高频关键词表明，智能化工具正在打破传统教学的时空边界。人工智能不仅为国内外医学院校现有教学提供技术支撑，也为其教学形式的改革探索开辟出全新路径，这已成为人工智能驱动下全球医学研究生培养模式变革的核心特征之一。

3. 教学评价的目标转移：从结果向胜任力测量的演进

在人工智能领域的研究生教育中，教学评价体系是衡量课程质量与教学成效的重要环节。结合文献计量结果与院校案例分析发现，人工智能不仅改变了评价的技术手段，更推动评价逻辑从单纯的知识维度向综合能力维度的深度转型。

国内院校在教学评价上表现出较强的结果导向特征。受人均教育资源分布以及标准化评价路径的影响，评价机制仍高度依赖平时成绩与期末考核或课程论文，其核心逻辑在于通过总结性评价来测量学生对理论知识的掌握程度。这种模式虽然在保证评价公平性与规模化实施方面具有优势，但往往难以对协作能力、创新能力等动态能力进行全过程追踪。随着人工智能赋能教学评价改革的深入，国内部分院校（如南方医科大学）通过搭建OSCE智能考核平台，既实现了考核分析的集成，也实现成长轨迹追踪，关注学生的能力培养。

相比之下，国外代表性院校的评价体系分析则反映出其教学评价目标从知识导向向能力导向的彻底转变。这种转向的深层动因在于对学生未来职业身份的重新定义。在这些体系中，考试成绩不再是评价的唯一标准，将项目汇报和路演作为多数课程考核形式，本身就是在考核学生以专业标准有效完成任务的综合能力。哈佛医学院引入智能化评价，实际上也是利用技术手段实现对学生思维、技术以及素养的实时监测。这种以胜任力为核心的评价逻辑，旨在确保学生不仅掌握理论知识，更能将其转化为解决复杂临床问题的职业效能。

评价主体的技术化转型也带来了关于教学效度与技术异化的深度思考。从文献关键词计量分析可以发现，人工智能在教学评价中的多元应用，也显示其正从辅助工具向深度参与评价体系构建发展。但文献计量中关于医学伦理及风险感知的关键词涌现，也揭示全球范围内对人工智能深度参与评价的审慎态度。具体而言，智能化工具能有效提升评价效率和质量，但由于医疗活动的复杂性与人文属性，技术工具在评估医患沟通及伦理判断等软技能方面仍存在局限。这种技术标准化与医疗人文个性化之间的矛盾，预示着未来全球医学人工智能教育评价的演进方向将是如何构建兼具精准度与人文温度的协同评价机制。

四、启示与建议

《中国智慧教育白皮书（2025）》系统梳理了中国教育数字化发展的脉络，集中展现我国教育数字化战略行动实施以来取得的新进展、新成效，彰显了中国教育国际影响力持续扩大；《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》在重点任务中明确提出“完善教育对外开放战略策略，建设具有全球影响力的重要教育中心”。人工智能作为教育数字化发展的关键驱动力，是医学研究生素养与能力提升的核心动能，也是国际医学教育竞争的重要领域。通过文献

计量和案例分析探寻国际医学院校研究生人工智能课程建设的重心和方向，可为我国医学院校研究生人工智能课程的建设、调整与完善提供参考。

（一）突出专业导向，构建本土化的课程体系

医学专业的特殊性要求其更加关注学生实践能力的培养。因此，应以医学专业实践为导向，以学术性与职业性结合为根基，凸显实践与应用的地位[21]，推动课程体系朝着本土化方向改革。第一，课程设置应突破仅将人工智能作为医学专业课补充的局限，构建基础、进阶与创新的分层教学内容。基础层强调医学与计算机科学交叉的基础核心原理；进阶层从单纯的算法操作扩展到相关临床项目实践应用，确保教学目标与职业需求的高度契合；创新层深入人机协作伦理及临床决策沟通等深层维度。第二，应重视医学生本科阶段人工智能素养的培养，通过本硕衔接课程弥补医学生在“5＋3”培养模式下的技术断层，为研究生阶段开展人工智能教育奠定数字素养基础[22]。第三，教学内容应融合我国本土医学特色，鼓励探索中医中药主题人工智能教学案例，在吸收国际前沿算法的同时，构建扎根本土临床实践的差异化研究方向。第四，应依托学校、医院与产业三方资源[23]，借鉴国际院校的先进产学研经验，让专家进入校园分享行业前沿，让学生走出校园锻炼实践本领。

（二）重视教学实践，丰富能力生成的实践路径

教学实施的形式是医学人工智能人才培养的关键载体。应借鉴国际先进的项目制经验，丰富实践路径，推动教学模式从单纯的知识传递向综合能力生成转变。一方面，针对传统线性模式中互动性、参与性不足的挑战，采用项目制教学形式。院校建立跨学科教学联盟，联合计算机学院、附属医院组建教学团队，以临床真实问题为锚点设计项目，通过推行学生小组与专家教师配对的协作机制，引导学生在合作、探索并解决复杂问题的过程中完成知识的主动建构。另一方面，应充分利用数智化技术的驱动作用。依托虚拟教研室、VR 模拟诊疗场景及临床决策训练场景等工具重塑教学空间。通过打破传统线下授课的时空边界，强化理论学习到模拟训练再到临床实践的闭环连接，提升知识的实际迁移能力，从而构建起理论、实践与职业深度融合的动态育人生态。

（三）审视社会需求，完善多方协同的动态评价体系

人才培养的评价逻辑应契合行业需求[24]，医学人工智能教育的核心目标在于培养能够解决复杂临床问题的复合型人才，而简单考试或课程论文无法全面反映学生的真实情况，因此评价重心必须从传统的测量知识储备向测量实际问题解决能力的胜任力方向转型。第一，可以利用人工智能技术对评价系统优化升级，在教学关键节点进行数据采集，包括在线测试成绩与实践操作等过程数据。这种多阶段的动态评估不仅规避了全时段监控的技术难点，更能通过即时生成阶段性诊断报告，引导学生针对性地查漏补缺，及时调整学习状态。第二，完善多方协同的胜任力评价机制，以回应医学人工智能评价与行业脱节的问题。针对项目制课程，建立由授课教师、临床专家甚至医疗行业代表组成的联合评价主体，可以参考斯坦福大学医学院将临床胜任力和人工智能内容学习相结合设定衡量指标，确保评价维度与行业需求高度对齐。此外，还需关注评价的“温度”，避免技术异化，在借助人工智能工具进行评价时要人工复核评价结果，确保对软技能的准确评估，实现标准化与个性化的平衡。

参考文献：

[1] 张媛，吴博涵，唐彬，等. 生成式人工智能驱动医学教育数字化转型的挑战与实现路径[J]. 中华医学教育杂志，2025，45(10)：754-759.

[2] 教育部，国家发展改革委，财政部. 教育部、国家发展改革委、财政部印发《关于“双一流”建设高校促进学科融合 加快人工智能领域研究生培养的若干意见》：教研〔2020〕4 号[EB/OL]. (2020-02-24)[2026-02-01]. http://www. moe. gov. cn/srcsite/A22/moe _ 826/202003/t20200303_426801. html.

[3] 国家卫生健康委，国家发展改革委，工业和信息化部，国家中医药局，国家疾控局. 关于促进和规范“人工智能＋医疗卫生”应用发展的实施意见：国卫办规划发〔2025〕30 号[EB/OL]. (2025-11-04)[2026-02-01]. https://www. nhc. gov. cn/guihuaxxs/c100133/202511/d1a42ae835c743b9b3e83ac0253c3e9f. shtml.

[4] 李艳君，黄德生，关鹏，等. 虚拟仿真技术在我国医学教育领域相关研究中应用的科学知识图谱分析[J]. 中华医学教育杂志，2020，40(12)：992-996.

[5] 余夏夏，应颖，陈思，等. 大数据时代下基于医工融合的医疗人工智能创新研究短课的探索与实践[J]. 中国高等医学教育，2024(3)：13-15.

[6] 张云. 国际比较教育当前的问题及发展的趋势[J]. 比较教育研究，1996，(03)：47-51

[7] 孙启林，周世厚. 比较教育学与高级人才培养——历史检视与现实反思[J]. 外国教育研究，2010，37(02)：4-9.

[8] Lu Q . Development of generative artificial intelligence

in medical education: a bibliometric profiling[J]. Frontiers in Education,2025,10:1613067.
[9] Wang Y ,Chang C ,Shi W , et al. How AI Is Transforming Medical Education: Bibliometric Analysis. [J]. JMIR medical education,2025,11:e75911.
[10] LuK ,Sun S ,Liu W , et al. Mapping Key Nodes and Global Trends in AI and Large Language Models for Medical Education: A Bibliometric Study. [J]. Advances in medical education and practice, 2025, 16: 1421-1438.
[11] MongeonP ,Paul-Hus A . The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis[J]. Scientometrics, 2016, 106 (1): 213-228. DOI: 10. 1007/s11192-015-1765-5.
[12] 陈峰,黄国祯,诸葛晶,俞林伟,余新国. 人工智能医学教育应用研究的国际图景与趋势[J]. 医学与哲学,2024,45(2):67-71
[13] Sifatullah S ,Aditi S . Keyword and Keyphrase Extraction Techniques: A Literature Review[J]. International Journal of Computer Applications, 2015, 109 (2): 18-23.
[14] 崔育宝,李金龙,张淑林. "双一流"建设中的第三方评价——从"评价崇拜"到"评价赋能"[J]. 研究生教育研究, 2023, (01): 63-71. DOI: 10. 19834/j. cnki. yjsjy2011. 2023. 01. 09.
[15] 罗明东. 拉尔夫·W·泰勒与"泰勒原理"[J]. 教育研究与实验,1988,(04):67-69.
[16] Gehrman E. How Generative AI Is Transforming MedicalEducation[EB/OL]. (2024-10-01)[2026-01-22]. https://magazine. hms. harvard. edu/articles/how-generative-ai-transforming-medical-education.
[17] Stanford Medicine. Explore Stanford's AI in Medical EducationResources[EB/OL]. (2026-01-26)[2026-01-28]. https://med. stanford. edu/ai-in-meded/about. html.
[18] 上海交通大学医学院教务处,上海交通大学医学院. "AI+医学教育", 交医探索新医科背景下医学创新人才培养新模式[EB/OL]. (2025-01-08)[2026-02-01]. https://news. sjtu. edu. cn/jdyw/20250108/206413. html.
[19] 孙宝志. 世界医学课程模式改革百年历程与借鉴[J]. 中华医学教育杂志,2012,32(1):1-7.
[20] 田蕾,孙宝志. 医学教育办学体制机制的国际比较、差距及思考[J]. 医学与哲学, 2022, 43 (09): 7-12.
[21] 赵洋,陈云奔. 法国硕士专业学位研究生教育的现状及启示[J]. 研究生教育研究,2024,(04):113-117.
[22] 赵翔,朱显峰. 拔尖创新人才培养视域下本硕衔接教育的价值意蕴、内容定位和实施策略[J]. 中国大学教学, 2022, (Z1): 20-25.
[23] 李侃,王战军. AI 赋能的研究生教育资源配置模式研究[J]. 学位与研究生教育,2025,(09):34-40.
[24] 刘云,赵珂,郭栋,等. 科技人才评价改革的"加法"与"减法"——基于不同创新主体的调查研究[J]. 科学学与科学技术管理,2025,46(10):16-25.

International Comparative Study on Training Models for Medical Postgraduates in the Field of Artificial Intelligence

SI Jiarui[a,b], TANG Ruiling[a,b], ZHAO Shen[c]

(*a. School of Basic Medical Sciences; b. School of Public Health; c. School of Pharmacy, Tianjin Medical University, Tianjin* 300070, *China*)

Abstract: Currently, artificial intelligence is profoundly reshaping the landscape of medical postgraduate education. At this critical juncture of transforming talent cultivation models, we urgently need to examine exploratory experiences of various countries from a global perspective to pinpoint the optimal direction for improving China's cultivation pathway. However, there is presently a lack of systematic international comparative research in this field. Through bibliometric analysis of AI education in medical institutions both domestically and abroad, anda comparative study of typical teaching cases, this paper thoroughly analyzes the similarities and differences in AI medical postgraduate cultivation modes between China and other countries. This study reveals that significant differences exist between China and foreign countries in terms of teaching content positioning, teaching formats, and teaching evaluation logic. Based on the findings, this paper proposes suggestions for curriculum development, including constructing a localized curriculum system, promoting the transformation of a capacity building-oriented teaching paradigm, and improving a dynamic multi-stakeholder collaborative evaluation mechanism, aiming to providea reference for China to develop an AI medical postgraduate cultivation model in alignment with international trends while embodying Chinese characteristics.

Keywords: artificial intelligence; medical postgraduates; trainingmodel; international comparison