

人工智能驱动儿科医学教育全方面智能化转型研究

高芳芳¹, 阚璇^{1,*}

1. 天津医科大学总医院儿科, 天津, 300052

摘要: 因儿童生理与病理特征的特殊性, 儿科医学教育长期面临三大核心挑战: 临床操作风险居高不下, 儿童机体脆弱性增加了穿刺、急救等操作的难度与失误后果; 疾病表现具有强异质性, 同病异症、异病同症现象普遍, 加大诊断教学复杂度; 医患沟通涉及患儿、家长等多方, 情绪疏导与信息传递的复杂性远超成人科室。随着人工智能(AI)技术的飞速发展, 为破解这些难题提供了创新路径。本文通过系统检索与梳理国内外相关文献, 构建AI驱动儿科医学教育智能化的理论框架, 剖析虚拟仿真训练、智能诊断辅助、医患沟通模拟等技术应用路径, 探讨在实践培养中如何借助AI提升医学生的临床操作熟练度、疾病鉴别能力与人文沟通素养, 进而展望未来发展趋势, 旨在挖掘AI提升儿科医学生综合能力的潜在价值, 为培养掌握先进技术、兼具人文温度, 适应新时代需求的儿科医生提供理论与实践参考。

关键词: 人工智能; 儿科医学教育; 智能化; 虚拟患者; 疾病知识图谱; 临床决策树

Research on Comprehensive Intelligent Transformation in Pediatric Medical Education Driven by Artificial Intelligence

Fangfang Gao¹, Xuan Kan^{1,*}

1. Department of Pediatrics, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin , China, 300052

Abstract: Due to the particularity of children's physiological and pathological characteristics, pediatric medical education has long been faced with three core challenges: the high risk of clinical operations, as the fragility of children's bodies increases the difficulty and consequences of errors in operations such as puncture and first aid; the strong heterogeneity of disease manifestations, with the common phenomena of the same disease presenting different symptoms and different diseases presenting the same symptoms, which increases the complexity of diagnostic teaching; and the complexity of doctor-patient communication involving children, parents and other parties, where emotional counseling and information transmission are far more complex than in adult departments. With the rapid development of artificial intelligence technology, it provides an innovative path to solve these problems. By systematically searching and sorting out relevant domestic and foreign literature, this paper constructs a theoretical framework for artificial intelligence-driven intelligent pediatric medical education, analyzes the technical application paths such as virtual simulation training, intelligent diagnostic assistance, and doctor-patient communication simulation, explores how to use AI to improve medical students' clinical operation proficiency, disease identification ability and humanistic communication literacy in practical training, and further looks forward to the future development trends. It aims to explore the potential value of AI in enhancing the comprehensive ability of pediatric medical

students, and provide theoretical and practical references for cultivating pediatricians who master advanced technologies, have humanistic warmth, and meet the needs of the new era.

Keywords: Artificial intelligence; Pediatric medical education; Intellectualization; Virtual patients; Disease knowledge graph; Clinical decision tree

长期以来,由于儿童生理发育特点、疾病谱的复杂性、诊断的非典型性以及与患儿及家属沟通的特殊性,中国社会面临着儿科医生数量不足的挑战。但现有的儿科医学教育资源缺乏,教学模式传统,培养一名优秀的儿科医生花费时间长^[1]。因此,儿科医学教育改革迫在眉睫。随着人工智能技术(Artificial Intelligence, AI)的迅猛发展,为破解儿科医学教育困境提供了新的解决方案。AI通过其强大的数据处理能力、模式识别功能和自适应学习特性,正在重塑医学教育的传统范式。特别是在儿科医学教育领域,AI驱动的智能化转型呈现出独特优势:虚拟现实技术(Virtual Reality, VR)可以安全模拟高风险临床操作,知识图谱技术能够系统整合异质性疾病表现,自然语言处理技术有助于训练复杂医患沟通技能。2023年,国家卫生健康委员会发布的《“十四五”医疗装备产业发展规划》中特别强调,要加快人工智能技术在医学教育和临床培训中的应用推广。

本研究旨在系统探讨AI驱动下儿科医学教育的全方面智能化转型路径。通过分析国内外最新研究成果和实践案例,我们试图回答三个核心问题:AI如何创新儿科医学教育的教学模式?哪些关键技术能够支持儿科医学教育的智能化转型?在实践层面如何培养适应智能医疗时代需求的儿科医师?对这些问题的深入探讨,不仅有助于丰富医学教育理论,更能为儿科医学人才培养提供实践指导,对缓解我国儿科医师短缺问题具有重要现实意义。

1 AI 驱动儿科医学教育教学模式转型

1.1 教学内容可视化

儿科教学中常包含许多晦涩难懂的生理病理机制、复杂的解剖结构、诊疗实践流程,通过人工智能技术赋能,可以让解剖结构、神经信号传递过程、炎症发展过程等以动态视频形式跃然纸上。借助VR、增强现实(Augmented Reality, AR)和混合现实等AI技术,足以高度还原教学内容。VR技术可以创建完全虚拟的儿科病房、手术室或急诊场景,学生可以在安全可控的环境中反复练习高风险的临床操作,如新生儿插管、骨髓穿刺、腰椎穿刺等^[2]。AR技术则可以将虚拟信息叠加到真实世界中,例如,在模拟患儿模型上显示血管走向、器官位置,指导学生进行精准操作。这对儿科医学的历史性场景、危险性场景、稀缺性场景进行了深度还原^[3]。此外, AI能够根据学生的学习进度、认知水平、兴趣偏好和理解能力生成个性化的教学视频和动画。将复杂的医学概念转化为易于理解的图文、音频、视频、三维模型等多模态形式,这样“可视化”的呈现形式,能满足不同的学习需求,显著提高学生学习效率与热衷度。

1.2 个性化教学

AI通过检测学生学习情况、作业完成度、考试成绩等,针对性分析学生情况,识别学生的知识盲区和薄弱环节,构建个性化学习模型,对每个学生进行精准教学,从而实现真正的“因材施教”,极大程度的弥补了传统“一刀切”教学模式的不足。如澳大利亚莫纳什大学的AI分析系统,检测到学生在电子病历书写中的关键词和关键内容的缺失,自动相关学习模块、文献及临床案例,帮助学生快速弥补知识缺陷^[4]。其次, AI可以智能推荐定制化的学习资源,如儿科相关教材章节、学术论

文、临床指南、病例讨论等，确保学生获取最相关、最有效的学习内容。这种自适应学习系统能够根据学生的实时反馈调整教学策略，最大化学习效果。最后，AI不仅能评估学生的知识掌握程度，还能评估其临床技能和决策能力。通过对模拟操作视频的分析，AI可以提供即时、详细的反馈，指出操作中的错误，并建议改进方法。这种精细化的反馈机制远超传统的人工评估，有助于学生快速提升。

1.3 混合式教学

随着AI技术愈发成熟，线上教学与线下教学相结合逐渐成为教学新的模式。线上，基于大型语言模型的AI助手可以根据学生提出的问题，从海量医学知识库中提取信息并整合，提供准确、全面的回答，学生可以随时随地解答疑问，打破了传统教学中时间和空间的限制。线下课堂则聚焦于案例讨论、实践操作等互动环节，AI辅助教师进行课堂管理和教学反馈收集，显著提升了教学效率和学生参与度。如上海交通大学医学院“微专业建设”开设《AI+儿童影像诊断》课程，利用AI技术实现了对医学生从“影像识别-临床决策”全流程的训练，是混合式教学的典型案例，展示了AI在专业课程中的深度应用，堪称人工智能时代儿科医学教育混合式教学的一大卓越式进步^[5]。混合式教学实现了线上理论学习和线下互动实践的有机结合，AI的介入使其更加高效和灵活。

2 AI 驱动儿科医学教育技术创新

2.1 疾病知识谱构建

儿科疾病种类繁多，症状复杂，构建全面的疾病知识图谱是提升医学生疾病认知能力的关键。多模态数据融合技术，整合多源异构数据构建庞大的儿科疾病谱，这包括疾病的病因、病理、临床表现、诊断标准、治疗方案、预后等全方位信息。基于知识图谱，医学生可以进行高效的智能检索，快速获取特定疾病的全面信息。这不仅帮助儿科医学生提高学习效率，快速实现从基础性疾病到罕见病的掌握，而且可有效提升医学生的临床诊断能力，拓展知识视野。美国斯坦福大学开发的PediaNet系统，利用15万例儿科病例训练模型，可自动标注胸片中肺炎与哮喘的差异特征，为教学提供可视化解析工具，帮助学生理解影像学特征与疾病的关联^[6]。随着AI的快速发展，疾病知识图谱的构建也愈发成熟，还可以根据最新的医学研究进展和临床指南进行动态更新，现已成为儿科医学教育全面智能化转型的核心基础设施。

2.2 虚拟患者应用

虚拟患者是AI在医学教育中最重要的应用之一，它能够模拟真实的临床情境，提供安全、可重复的实践机会。在儿科医学教育过程中AI生成高度仿真的虚拟患者，自主生成个性化病程演进，包括症状变化、体征发展、实验室检查结果等。学生可以在虚拟患者上练习问诊、查体、开具检查、制定治疗方案，并观察治疗效果。这种模拟实践能够让学生在不涉及真实患儿的情况下，积累丰富的临床经验，并从错误中学习。这对于训练临床实践技能，并应对疾病异质性（如不同年龄、不同病程的患儿表现）至关重要。虚拟患者还可以根据疾病的复杂程度（如疾病罕见性、症状重叠性、多系统受累）进行分类，提供渐进式训练。从简单的常见病到复杂的罕见病，学生可以逐步提升自己的诊疗能力。此外，虚拟患者平台可以模拟多学科会诊场景，让学生们学习如何在不同专科医生之间进行沟通协作，共同制定诊疗方案。这对于儿科中常见的复杂病例（如肿瘤、遗传代谢病）尤为重要^[7]。

2.3 智能评估与反馈系统创建

在儿科医学教育中临床操作训练常受限于环境条件、安全性等，使得医学生难以得到有效训练。且传统临床操作训练的评估存在主观性强、效率低下等问题。智能评估系统能很好的解决临床操作训练评估的这一局限性，为评估提供客观、量化的反馈。例如，上海新华医院利用计算机视觉技术（OpenPose 框架）创建智能穿刺系统，可捕捉学员的插管角度、缝合手法等动作参数，对比专家数据库生成改进建议，帮助医学生有效进行临床技能训练，提高专业水平。同时，智能评估与反馈系统的建立，可以帮助医学生找到短处，从而进行针对性提升。华西二院的诊断决策分析树利用计算机智能技术，通过分析鉴别诊断覆盖率、关键检查遗漏率、诊断时长等指标，生成思维导图，清晰标示出逻辑断裂处或知识盲点，帮助学生找到学习痛点并快速提升临床思维能力^[8]。这些系统将模糊的能力评估转化为可量化的数据，为学生提供了精准的学习方向。智能评估与反馈系统建立不仅是技术创新，更是驱动儿科医学教育全面智能转型的底层支撑，使模糊的能力评价得以转化为可量化的数据支撑。

3 AI 驱动儿科医学教育实践创新

3.1 临床沟通能力培养

儿科所面对最大的问题就是医患沟通复杂，难度高，需要同时兼顾家属与患儿。这要求儿科医生具备高超的沟通技巧和深厚的人文关怀精神。但是刚毕业的儿科医学生临床经验不足，对疾病不能感同身受，缺乏同理心，人工智能可以提供不一样的临床沟通训练，通过模拟儿科诊疗场景，患者可以根据自己的症状和体征，描述描绘自己的躯体症状，让隐藏在身体内的症状通过“数字人”演绎表达，帮助医学生快速找到疾病的病因、病位、明白疾病的核心症状，这有助于临床沟通，继而培养医学生的同理心，对医学生的感知能力也有着积极的影响。基于 Transformer 架构的自然语言处理模型（如 BERT、GPT-3、GPT-4 等）能够模拟真实的医患对话，并对对话内容进行深度分析^[9]。通过计算机算法解析患儿和家属情感倾向（积极、消极、中性、焦虑、愤怒等），评估学生的沟通策略是否有效，并提供即时反馈以辅助医患沟通。通过模拟不同情境下的医患沟通，学生能够更好地理解患儿和家长的心理需求，这有助于学生培养同理心，学习如何应对复杂情绪。冯文华等对 ChatGPT 在儿科医患沟通中的应用进行了初步探索，为 AI 在这一领域的实践提供了案例支持，展示了 AI 在提升医学生人文素养方面的潜力^[10]。AI 驱动儿科医学全面智能转型不仅有助于提升人文素养能力，更是重塑医患关系认知的基础，将模糊的“共情能力”转化为可量化，可培养的数字素养，为培养“仁心仁术”的新时代儿科医师提供关键支撑。

3.2 临床决策能力提升

在传统的儿科医学教育中，依赖于“大班授课”，经验教学，导致学生诊断思维局限，对罕见病漏诊率高，而 AI 驱动的医学儿科教育快速更新病例系统可以整合患儿的临床数据、医学知识和最新指南，动态化生成临床决策树，形成思维轨迹热力图，引导医学生按照“症状——鉴别诊断——关键检查——确诊”这个逻辑分析病例，逐步排除干扰因素，最终做出准确的诊断和治疗方案。这实现了人机协同共同诊断疾病，培养了儿科医学生的临床思维能力^[11]。研究发现，利用临床决策树中高绩效学员能更早识别疾病关键节点，决策延迟时间短于低分组 3.2 分钟，极大地提升了临床效率^[12]。学生可以通过与临床决策系统的交互，学习如何系统地分析病例，如何权衡不同诊疗方案的利弊，以及如何在不确定性下做出最佳决策。AI 系统通过整合海量的临床数据和最新指南，能够为学生提供全面的决策依据。而学生也可以通过 AI 系统查询相关疾病的最新研究进展、治疗方案和预

后信息，从而使临床决策能力得到极大提升。

4 挑战与展望

4.1 建设导向缺失，赋能深度不足

AI 驱动儿科医学教育是一项多维度、综合性的任务，亟需从人才培养方案的科学规划、课程体系的精心构建以及评价体系的全面革新等层面进行建设，明确建设导向，以确保 AI 驱动儿科医学教育全面智能转型进程的协调与高效。近几年，随着国家开展“数字中国”、“新医科”及“人工智能技术应用”等战略，细致描绘了人工智能医学、医疗装备智能化及医疗大数据应用的蓝图，但具体标准与指导原则上仍显空白。这一空白导致各地在推进儿科医学教育全面智能化转型过程中，易受地域、文化环境等因素影响，出现“地方特色”过浓、硬件建设重复、资金分配盲目等问题，进而陷入“碎片化”发展的困境^[13]。此外，政策制定者与一线教育工作者之间存在信息壁垒，导致政策难以精准对接实际需求，实践中的创新经验也难以有效反馈到政策层面。因此，AI 推动儿科医学教育全面智能化转型需要有明确的建设导向，其全面推广和深度应用面临的诸多挑战也需要多方共同努力加以克服。

4.2 技术局限

儿科疾病的特殊性决定了 AI 在儿科医学教育中面临独特的技术挑战。儿科数据稀缺与异质性：儿科罕见病、危重病和长期追踪数据相对不足，且儿童处于快速生长发育阶段，生理病理特点复杂多变，这些特点导致数据异质性强，这使得高质量、大规模的儿科疾病数据集难以获取，从而限制了 AI 模型的训练效果和泛化能力^[14]。其次，儿童生理特异性：儿童并非缩小版的成人，其生理、病理、药理特点与成人存在显著差异。现有 AI 模型多基于成人数据训练，难以准确捕捉儿童的生理特异性，如生长发育曲线、器官功能不成熟、药物代谢特点等，导致模型在儿科应用中可能存在偏差。再次，中医儿科智能化壁垒：中医儿科的诊断方法如“小儿指纹诊法”、脉象浮沉、舌苔厚腻等，具有高度的主观性和经验性，其数字化和量化面临更大的技术壁垒。如何将中医的“望闻问切”与 AI 技术结合，实现辩证论治的智能化，仍是亟待解决的难题。

4.3 资源分配不均，师资力量不足

AI 在儿科医学教育中的推广，需要大量的硬件投入、软件开发和专业人才支持，但目前存在资源分配不均和师资力量不足的问题。由于经济发展差距，发展中国家和地区的基层医院及医学院校普遍缺乏 AI 设备和专业人员。高昂的 AI 平台建设和维护成本，更是使得这些地区难以享受到 AI 带来的教育红利，加剧了教育资源的不均衡^[15]。与此同时，许多院校教师对数字化教学工具和 AI 了解不足，缺乏将 AI 融入教学的经验和能力，这导致数字智能平台教学趋于同质化，未能充分发挥 AI 的优势。部分教师对元宇宙、云计算、大数据等前沿技术认知有限，人工智能化教育技术有待加强^[16]。培养既懂医学又懂 AI 的复合型人才，以及能够将 AI 应用于医学教育的教育技术专家，是当前面临的一大挑战。

4.4 教育伦理风险

AI 在医学教育中的应用，必须高度重视伦理问题，确保技术发展不偏离医学人文的本质。首当其冲的数据安全与隐私保护问题不可忽视，儿科医疗数据涉及患儿的敏感信息，其收集、存储、处理和使用必须严格遵守数据安全和隐私保护法规。AI 系统在训练和应用过程中，如何确保数据匿名化、去标识化，防止数据泄露和滥用，是重中之重^[17]。其次，医学生训练数据存在局限性^[18]，可能

导致 AI 系统对一些疾病的诊断存在误差，影响医生判断。一旦发生医疗事故，AI 的责任归属问题也尚无明确界定。最后，过度依赖技术可能导致学生临床思维的惰性，削弱其独立分析和解决问题的能力。同时，如果 AI 模拟过于逼真，学生可能将虚拟患者视为纯粹的数据对象，而不是一个有情感的人，从而导致对患儿同理心过低，忽视了医学人文关怀。

5 结论

儿科医学教育全面智能化是未来趋势，不可避免。AI 能实现教学可视化、个性化学习、混合式教学，并借助知识图谱、虚拟患者和智能评估提升教学质量，增强医学生的临床沟通和决策能力，有望造就适应智能医疗时代的新型儿科医师。然而，儿科医学教育智能化转型仍然面临诸多挑战，包括政策标准缺失、技术局限、资源分配不均等。未来发展需构建以人为本的智能教育生态，强调人机协同与医学人文融合，加强数据治理和伦理规范，推动多模态 AI 等技术创新，并不断优化资源配置、深化国际合作。如此，方能培养出兼具前沿技术与人文情怀的儿科医学人才，助力儿童健康事业发展。

参考文献

- [1] 一 鸣, 李一卿. 浅析儿科医疗行业现状及医患沟通存在的主要问题 [J]. 中国城乡企业卫生, 2025, 40 (06): 238-240.
- [2] RIZZETTO F, BERNAREGGI A, RANTAS S, et al. Immersive Virtual Reality in surgery and medical education: Diving into the future [J]. American journal of surgery, 2020, 220(4): 856-857.
- [3] Rajkomar A. et al. Machine Learning in Medicine. NEJM, 2019, 380(14): 1347-1358.
- [4] EL ARAB R A, AL MOOSA O A, SAGBAKKEN M, et al. Integrative review of artificial intelligence applications in nursing: education, clinical practice, workload management, and professional perceptions [J]. Frontiers in public health, 2025, 13: 1619378.
- [5] 袁 娟, 翟雪松, 吴 飞, 等. 基于虚拟教研室的高校人工智能专业(AI+X 方向)建设——以浙江大学为例[J]. 现代教育技术, 2024, 34(05): 123-133.
- [6] Chen JH. et al. AI-Driven Virtual Patients for Pediatric Training. JAMA Pediatrics, 2021, 175(6): 612-619.
- [7] ATEFEH S. Barriers and facilitators of pain management in children: a scoping review [J]. BMC anesthesiology, 2025, 25(1): 148.
- [8] GHOLAMZADEH M, ABTAHI H, SAFDARI R. The Application of Knowledge-Based Clinical Decision Support Systems to Enhance Adherence to Evidence-Based Medicine in Chronic Disease [J]. Journal of healthcare engineering, 2023, 2023: 8550905.
- [9] 许美琳, 全 锐, 欧阳欢, 等. 基于 NLP 模型的医学实践育人模式研究[J]. 医学教育管理, 2024, 10(05): 609-613.
- [10] 冯文华, 任朝楠, 罗 平, 等. ChatGPT 辅助儿科诊疗与医患沟通的初步探索[J]. 华西医学, 2024, 39(08): 1273-1276.
- [11] CHEN Z, LIANG N, ZHANG H, et al. Harnessing the power of clinical decision support systems: challenges and opportunities [J]. Open heart, 2023, 10(2).136.
- [12] VO V, CHEN G, AQUINO Y S J, et al. Multi-stakeholder preferences for the use of artificial intelligence in healthcare: A systematic review and thematic analysis [J]. Social science & medicine (1982), 2023, 338: 116357.
- [13] 王茹俊, 王 丹. ChatGPT 介入医学教育的伦理风险及应对策略 [J]. 医学与哲学, 2024, 45 (02): 76-81.
- [14] BEAM A L, KOHANE I S. Big Data and Machine Learning in Health Care [J]. Jama, 2018, 319(13): 1317-1318.
- [15] YANG Y, CUI Y U, WANG Y T, et al. Interpretation of the WHO's "Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: Guidance on Large Multi-Modal Models" and its implications for China [J]. Zhonghua yu fang yi xue za zhi [Chinese journal of preventive medicine], 2025, 59(6): 960-969.
- [16] 陈 宏, 宋倩男, 李 锐, 等. 人工智能视阈下中医药高等院校中医儿科学专业型硕士“五术”培养策略研究 [J].

- 医学研究杂志, 2025, 54 (03): 198-202.
- [17] PRICE W N, 2ND, COHEN I G. Privacy in the age of medical big data [J]. Nature medicine, 2019, 25(1): 37-43.
- [18] 魏国辉, 闵巍巍, 马志庆. 中医药院校“人工智能+”交叉学科群建设探索与实践 [J]. 中国医药导报, 2023, 20 (28): 84-87.

¹ 第1作者简介: 高芳芳 (1984-), 女, 硕士, 主治医师, 研究方向: 小儿糖尿病、儿童呼吸系统及消化系统疾病。 E-mail: tiantangniao098@163.com。

* 通讯作者简介: 阚璇 (1968-), 女, 硕士, 主任医师, 研究方向: 儿童呼吸系统及消化系统疾病。 E-mail: 15193256192@163.com。