

“新医科”背景下课程思政与AI赋能的双螺旋教学模式构建研究

刘娟¹, 金超², 陈慧芸³, 逯笛言³, 阴继凯²

¹中国人民解放军空军军医大学基础医学院, 陕西 西安

²中国人民解放军空军军医大学第二附属医院普通外科, 陕西 西安

³中国人民解放军空军军医大学第二附属医院外科学教研室, 陕西 西安

收稿日期: 2025年11月17日; 录用日期: 2026年1月19日; 发布日期: 2026年1月26日

摘要

在“健康中国”战略与“新医科”建设背景下, 对医学教育质量提出了更高要求, 教育过程融合“价值塑造、知识传授、能力培养与创新引领”四个维度。当前医学教育存在课程思政元素碎片化、AI应用浅表化的突出问题, 导致人才培养出现人文素养与技术能力割裂的“断腿”现象。为此, 本研究基于建构主义理论、TPACK框架与形成性评价理念, 创新性提出“思政-技术”双螺旋教学模式。该模型以医学专业知识为骨架, “思政链”与“技术链”为双螺旋, 通过具体教学环节紧密连接, 形成闭环培养机制。“思政链”采用“四级挖掘法”系统提取思政元素, 借助AI实现精准匹配与场景模拟; “技术链”通过个性化知识管理、核心技能模拟训练、高阶思维决策支持三层级赋能, 并融入思政浸润。该模型突破传统教育割裂困境, 为医学教育改革提供可操作路径, 助力培养德才兼备的新时代医学人才。

关键词

新医科, 课程思政, 人工智能, 医学教育

Constructing a Double-Helix Teaching Model Integrating Curriculum Ideology and Politics with AI Empowerment under the Background of “New Medicine”

Juan Liu¹, Chao Jin², Huiyun Chen³, Diyan Lu³, Jikai Yin²

¹The Basic Medical College of the Air Force Medical University of the People's Liberation Army of China, Xi'an Shaanxi

²The General Surgery Department of the Second Affiliated Hospital of the Air Force Medical University of the People's Liberation Army of China, Xi'an Shaanxi

文章引用: 刘娟, 金超, 陈慧芸, 逯笛言, 阴继凯. “新医科”背景下课程思政与 AI 赋能的双螺旋教学模式构建研究[J]. 职业教育发展, 2026, 15(2): 68-74. DOI: 10.12677/ve.2026.152068

³Department of Surgery, The Second Affiliated Hospital of the Air Force Medical University of the People's Liberation Army of China, Xi'an Shaanxi

Received: November 17, 2025; accepted: January 19, 2026; published: January 26, 2026

Abstract

Against the backdrop of the “Healthy China” strategy and the “New Medicine” construction, higher requirements are placed on the quality of medical education, which necessitates the integration of “value shaping, knowledge imparting, capability cultivation, and innovation leadership” into the educational process. Currently, medical education faces prominent issues such as the fragmentation of ideological and political elements in the curriculum and the superficial application of artificial intelligence (AI), leading to a disconnection between the cultivation of humanistic literacy and technical skills among students, manifesting as an “unbalanced development” phenomenon. To address these challenges, this study, based on constructivist theory, the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework, and formative assessment concepts, innovatively proposes a “Ideology-Technology” double-helix teaching model. This model uses professional medical knowledge as its backbone, with the “Ideology Chain” and the “Technology Chain” forming the double helix, closely interconnected through specific teaching links to establish a closed-loop training mechanism. The “Ideology Chain” adopts a “Four-Level Mining Method” to systematically extract ideological and political elements, leveraging AI for precise matching and scenario simulation. The “Technology Chain” empowers education through three tiers: personalized knowledge management, simulation training of core skills, and support for higher-order thinking decision-making, all while integrating ideological and political infiltration. This model breaks through the dilemma of disconnection in traditional education, provides an operable path for the reform of medical education, and contributes to cultivating medical talents with both professional competence and moral integrity for the new era.

Keywords

New Medicine, Curriculum Ideological and Political Education, Artificial Intelligence, Medical Education

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

“健康中国”战略是国家战略的核心支柱，而卓越医学人才则是实现这一宏伟目标的关键引擎。在习近平新时代中国特色社会主义思想指导下，为进一步优化重塑医学教育体系，“新医科”的建设对于服务健康中国具有重要意义。2025 年，国家五部门联合印发的《关于促进和规范“人工智能 + 医疗卫生”应用发展的实施意见》明确提出，要推动人工智能在科研教学等八大方向的深度融合与应用[1]，伴随“新医科”建设对我国的医学人才培养方案提出了“价值塑造、知识传授、能力培养与创新引领”四维交叉的育人体系，在多重挑战与推动下，“新医科”建设已经成为医学教育改革的必然方向。

在培养过程优化过程中，医学教育实践在人才塑造中仍存在两个突出矛盾。一方面，对于塑造医学人才价值方向的课程思政建设不仅有助于实现“三全育人”目标，还能塑造医学生医者仁心的素养及德

能兼备的能力,然而目前仍处于“元素碎片化”与“嵌入机械化”的泥潭,部分教师添加思政模块目的在于完善课堂教学元素,却未达到思政启迪的本质作用,形象的描述为物理叠加而非化学反应,无法将思政案例与学生的专业知识相互融合贯通[2];另一方面,随着人工智能(AI)驱动社会各领域的高效运转,使用好 AI 助手可以极大地提高成效做到事半功倍。然而 AI 技术的教育应用却仍处于获取知识、虚拟仿真等浅表功能,尚未形成“技术赋能-价值引领”的共生机制[3]。这种割裂导致医学人才培养出现结构性断层,即所谓的“断腿”,学生虽可能掌握先进诊疗技术,拥有较高的医学诊治能力,然而在人文素养方面却有医患共情缺失[4];教师虽引入智能教学工具,却易陷入为“技术而技术”的形式主义陷阱。

针对上述问题,本研究创新性地提出“双螺旋”教学模型,其理论根基源于建构主义学习理论与 TPACK (整合技术的学科教学知识)框架的深度融合。借鉴部分高校在该领域的实践,为本研究构建“思政-技术”双螺旋教学模式提供了重要参考。例如上海交通大学医学院 AI 微专业与数智课程,北京大学第三医院利用 AI 技术构建虚拟病例库与胜任力评价体系等[5]。该模型通过构建“思政链”与“技术链”的双螺旋结构,形成“价值锚定-智能导航-情境淬炼-反思升华”的闭环培养机制,从而达到相互促进螺旋式上升的创新目的。这不仅是对《“十四五”数字经济发展规划》关于“推进人工智能与医学教育深度融合”战略要求的具体回应,也为破解“医学人文精神空心化”与“智能技术工具化”的双重困境提供了创新的系统性解决方案。

2. 理论基石与核心概念

在“新医科”的实践框架下,针对思政与技术加之 AI 应用,我们提出了医学人才培养的“双螺旋”教学模型,其结构灵感来源于 DNA 双螺旋,形象地隐喻了培养医学人才的结构化方案。

骨架:医学专业知识体系是医学人才技能的根基,从而作为整个模型的核心支撑。

链一(思政链):承载价值引领、医德塑造与人文浸润的功能,确保培养出的医学人才有温度有能力有格局的关键因素。有研究通过“螺旋进阶”模式,在纵向的“基础-过渡-临床”三阶段中,系统融入伦理认知、共情实践与社会责任等主题,实现人文素养的渐进式内化[6],从而达到根植于心的人文关怀。

链二(技术链):承载智能导航、个性化支持与情境创设的功能。充分将人工智能、虚拟仿真等前沿技术融入教学,有效发挥其功能,助力人才培养方案。早有团队将 DSISudio 纤维束成像技术引入神经解剖学的教学当中,通过三维动态重建,解决了该领域长期存在的“结构隐匿性”与“空间复杂性”教学挑战[7]。

碱基对:模型中连接“思政链”与“技术链”的每一个具体教学环节(如虚拟病例讨论、VR 手术模拟等)。它们确保价值塑造与技术赋能能在每一个教学节点上同步攀升,紧密结合。

该模型的构建离不开三大教育理论的支撑,各理论从不同维度为其提供了核心思路与实践指引:

作为核心支撑之一,建构主义理论倡导学生在直面真实、复杂的医学问题时,主动完成知识体系与职业价值观的构建[8]。以局部解剖教学为例,通过模型搭建等实践化教学手段,已被实践证实可显著增强学生的课堂参与度与认知自信,这正是建构主义“做中学”核心理念的生动落地。

TPACK 框架则为模型搭建了关键的方法论基础,其核心在于实现技术、学科专业内容与教学方法的深度融合。具体到医学教育场景中,生成式人工智能技术的引入效果并非取决于技术本身,更关键的是要找到其与特定医学课程内容、适配教学方法的系统性结合点,才能充分发挥技术的辅助教学价值[9]。

形成性评价理念聚焦于学习过程的动态优化,主张借助 AI 等技术手段,对学生的学习状态进行持续追踪与个性化反馈,进而助力其全面发展。相关研究显示, AI 技术能够提供及时、精准的个性化反馈,为学生的自主学习提供有效支持,但要确保反馈的有效性与责任边界,持续的技术优化与人工监督仍然不可或缺[10]。

3. “思政链”的系统化构建：从元素挖掘到 AI 赋能

在大力建设“新医科”的背景之下，医学课程的思政建设不能只停留在挖掘和补充思政元素，更要把这些元素实实在在转化到教学实践中。针对此类问题，我们团队设计了思政元素“四级挖掘法”，结合人工智能技术，使整个“思政链”更能落实到学生的真实思考当中。

3.1. 思政元素“四级挖掘法”

“四级挖掘法”是搭建一套由浅入深、从历史到实操的思政元素体系，并非元素模块的生硬堆砌，而是伴随教学逻辑慢慢渗透于教学质量当中^[11]。

一级挖掘：充分挖掘学科史里的大师精神和工匠精神。核心是从学科发展的关键节点、代表性人物身上提取精神养分。在讲解胰岛素作用机理时，不只局限于其生物化学属性的授课，更要着重讲述发现过程中科学家所展现的科学执着与无私奉献，将知识传授与科学精神培养融为一体。

二级挖掘：延伸专业知识里的哲学思考。引导学生进行专业知识学习的过程中进一步思考“背后的逻辑”。例如在病理机制学习中，渗透进有关“对立统一”的哲学规律；在制定治疗方案时，权衡“个体化适配”和“标准化规范”的尺度，逐步培养学生的批判性思维和系统性思维的能力。

三级挖掘：情景再现临床实践中的伦理与法制底线。情景再现内容聚焦临床决策中面临的现实挑战，如知情同意、隐私保护，以及在有限医疗资源下如何实现公平正义。在掌握过硬的专业知识之后，更需要理解医疗行为的社会责任与法律和伦理的边界。

四级挖掘：培养职业素养与医患沟通能力。医疗里的“软技能”其实是硬支撑，比如共情能力、团队协作能力，还有扛压力的韧性。例如，通过专门的沟通训练，培养学生感知患者情绪并有效回应的能力，这是构建和谐医患关系的核心。

在进行课程设计时首先要锚定教学目标，基于课程教学大纲，明确该课程在医学人才培养体系中的定位，确定思政育人重点维度。随后将课程知识点按教学进度拆解，逐一对标四级挖掘层级进行映射，形成“知识点—思政层级—素材类型”三维映射表。明确课程所需之后，利用课程知识图谱与思政语料库进行语义关联，并由 AI 推荐适配素材。将思政内容通过课堂讨论、虚拟仿真或反思日志等方式嵌入，并收集学生反馈用于迭代优化未来课程的深度与维度^[12]。

以生物化学和外科学的跨课程案例细化挖掘方向。在讲授“蛋白质激素作用机制”时，不仅解析胰岛素受体信号通路，更引入 Banting 与 Best 在资源匮乏条件下坚持动物实验、无偿转让专利的真实史料。通过 AI 生成的历史时间轴与人物对话模拟，引导学生体会“科研为民”的初心。此环节呼应建构主义中“真实历史情境激发意义建构”的理念为一级挖掘。在无菌术实训中，VR 手术模拟器不仅评估操作规范性，还嵌入“主刀医生情绪失控”、“护士发现器械遗漏但不敢发声”等非技术性压力场景。系统记录学生应对方式，并结合沟通量表自动评分，引导其理解“安全文化”背后的人文支撑，此为第四层级挖掘。

3.2. AI 为“思政链”增赋新能

将人工智能技术作为赋能工具，可以充分挖掘出思政元素动态并精准地融入教学全过程。依靠知识图谱技术，AI 算法自动将课程知识点和海量思政素材(比如经典文献、真实感人事迹、伦理案例)精准匹配，同时实时推送给学生端^[13]。比如广西医科大学的课程团队，开发了临床沟通知识图谱，把上千小时的真实案例进行模块化，学生能顺着交互式学习路径，自己搭建起既有专业知识又有人文温度的知识框架。用生成式 AI 营造伦理性困境的数字化病例，创造一个安全性且具有尝试性的价值抉择训练环境^[14]。充分地让学生在模拟场景里权衡价值最终做出判断选择，逐步塑造出人生观和价值观。

实现思政素材的智能匹配在实现融合过程中至关重要。将教材、课件及习题文本进行整合并构建动

态更新的医学知识图谱，同时对伦理案例库、医学史文献、政策文件等思政主题进行主题建模与情感分析，标记其价值维度。两方面内容进行跨域对齐，计算知识点与思政素材间的语义相似度，从而实现精准推送[9] [15]。例如，当学生学习“基因编辑”相关内容时，系统可自动关联贺建奎事件的伦理争议文本、《赫尔辛基宣言》相关条款及科学家访谈视频，形成多模态思政学习包。

4. “技术链”的智能化设计：从工具应用到思政升华

人工智能技术通过“三层级赋能架构”深度融入临床医学的教学过程，同时在教学的各个环节点实现思政元素的有机浸润，从而构建出智能技术与价值引领同频共振的教育新模式。

4.1. AI 技术的“三层级”赋能路径

底层：个性化知识管理

这一层级的核心在于搭建灵活自适应的基础知识设施。依托 AI 驱动的学习路径规划系统与智能知识图谱，持续追踪分析学生的学习行为数据，动态匹配并推送最为契合学生当前学习进度的资源及学习序列[12]。这种以算法为支撑的个性化管理模式，核心目标是提升知识获取效率，为后续核心能力的培育筑牢根基。

中层：核心技能模拟训练

该层级聚焦搭建理论与临床实践之间的能力桥梁。借助智能虚拟病人、手术及操作模拟器等技术，为学生打造高度虚拟真实且无实际风险的安全临床实训环境。以 GLARE-Edu 系统为例，它通过还原临床指南中的标准操作流程，引导学生循序渐进地处理虚拟病例，成功实现了理论知识与临床实操的有效衔接[16]。这种沉浸式训练不仅能提升学生临床技能的熟练度，更能锤炼其在复杂情境下的判断能力与应急处置素养。

顶层：高阶思维与决策支持

处于架构顶端的这一层级，旨在培养学生应对复杂医疗场景的综合决策素养。AI 在此充当高级认知合作伙伴，通过大数据诊疗决策分析模块与临床思维训练体系[15]，协助学生拆解非结构化临床难题，复刻专家级的诊断与治疗决策逻辑[17]。这一过程推动学生从被动的知识接收者，逐步转变为具备批判性思维与自主决策能力的准医疗从业者。

4.2. 思政元素在“技术链”中的无缝浸润

技术赋能的过程中，思政教育借助精细化的教学设计，无缝融入前述三个层级，达成“润物细无声”的价值引领效果。

1) 在技能模拟中深化职业素养

在中层虚拟病人问诊训练环节，教学设计中可专门设置与焦虑患者家属的沟通场景，并将沟通表现纳入核心考核维度。这一设计直接回应了现有研究中提及的非技术技能(如医患沟通)训练薄弱的痛点，让学生在掌握临床技能的同时，深刻体悟医患沟通与人文关怀在临床实践中的核心意义。

2) 在技术应用中激发主体责任反思

顶层高阶思维训练中，学生借助 AI 完成诊断分析后，系统会自动触发反思环节，引导他们深入思考：若 AI 的诊断建议存在偏差，最终造成误诊的归责问题。这一设计目的在于进一步地强化学生的批判性思维，帮助他们清醒认识先进技术终究是辅助手段，医生的主体责任与专业判断始终不可替代。

3) 在学习分析中引导全面成长

底层针对基础知识层级生成查漏补缺的知识漏洞推送至学生，引导他们关注自身韧性、协作意识等

非认知技能的发展状态,进而展开自我反思。这一设计将学生的关注点从单一学术成绩,延伸至支撑未来职业发展的多元素养维度。

5. 模型应用的伦理风险与治理机制

尽管“双螺旋”模型在提升教学效能方面具有显著潜力,但因其深度融合 AI 与价值引导的特性同时也带来了多重伦理挑战,亟需建立前瞻性治理框架。

1) 防止价值灌输,保障批判性思维空间

在使用本模型时间过程中,要坚决反对单向度的教学价值输出。为此,所有 AI 生成的思政情境均应设计为“开放式困境”,不预设标准答案[17]。例如,在资源分配模拟中,系统会同时呈现功利主义与罗尔斯正义论两种立场的专家观点,并要求学生撰写立场声明与反驳论证。

2) 确保算法公平性与可解释性

为避免 AI 推荐系统因训练数据偏差导致价值偏颇(如过度强调西方医学伦理而忽视中医“仁心仁术”传统),应采用“多元文化校准”策略,即在思政语料库中均衡纳入中外医学伦理经典、少数民族地区医疗实践案例及基层医生事迹。同时,所有 AI 匹配结果附带“可解释性报告”,可视化展示推荐依据,确保决策过程透明[10]。

3) 严格保护学生数据隐私

模型运行过程中涉及了学生的大量学习行为与情感表达数据,因此需要遵循“最小必要”原则,仅针对学生反馈采集教学必需数据(如答题记录、模拟操作轨迹),禁止采集生物特征或私人社交信息,访问权限也仅仅限于课程教师与授权研究人员。

6. 讨论与展望

“双螺旋”教学模式的核心创新之处,正在于实现了教学要素的系统性整合。这一结构隐喻蕴含深刻的理论意涵,跳出了传统医学教育将价值塑造与技术赋能割裂对立的固有框架,让二者形成彼此赋能、协同发展的有机联结。它不仅为理解课程思政与人工智能的深度融合提供了具象化认知视角,更重要的是,开拓出一条可操作性极强的实践路径。从思政元素“四级挖掘法”的系统铺陈,到教学流程各环节的精细化设计,整个模式构建起闭环完整的方法论体系,模块化设计使其具备良好的专业适配性,能够灵活回应不同医学专业的个性化教学需求。

需要正视的是,传统医学教学评价体系难以适配这种“价值-技术”双驱动的新型教学模式,尤其在价值塑造成效与技术应用能力的综合评估上存在明显短板。单一的知识考核与技能评分,很难精准衡量学生的临床伦理抉择能力、医患沟通共情水平等软指标。因此,必须引入多元化评价工具,打破单一试卷考核的局限:通过标准化病人模拟真实临床场景,检验学生在复杂情境中的伦理决策与实践应用能力;借助案例分析报告,评估学生对专业知识与思政元素的融理解深度;依托项目实施档案,完整追溯学生在实践过程中的思考轨迹与成长脉络。同时,可运用学习分析技术对教学全过程进行动态监测,捕捉学生在虚拟情境中的选择倾向、互动表达中的情感反馈等多维度数据,为学生综合素养的客观全面评估提供支撑。

站在更宏观的教育发展视角来看,这一模式的深远意义在于推动医学教育生态的系统性重塑。它跳出了思政教育单向灌输的传统框架,引导学生在专业学习与实践探索中,主动建构契合习近平新时代中国特色社会主义思想的人生观与价值观,让价值塑造与职业追求实现深度耦合。这一探索并非局限于教学方法的局部优化,而是致力于搭建以学生全面发展为核心的新型教育生态——在这一生态中,专业知识、临床技能、人文素养与价值追求不再是孤立的培养维度,而是相互滋养、有机统一的整体。

随着扩展现实(XR)、脑机接口等前沿技术日趋成熟,未来医学教育有望迈入更为逼真的沉浸式虚拟教学场景。学生能够在模拟临床环境中,同步锤炼精细操作技能、应对突发伦理困境,同时感知患者情绪反馈,真正实现专业知识、临床技能与职业价值的深度融合,为德才兼备的新时代医学人才培养拓展更多可能。这一探索既是对“新医科”建设战略要求的具体回应,也是对医学教育未来发展方向的前瞻性思考。当然,“双螺旋”教育模式仍处于探索实践阶段,实际应用效果还需在不同院校、不同专业的教学实践中持续验证。后续还需针对模块适配的精细化打磨、AI技术应用的伦理边界把控、评价体系的动态优化等现实挑战,结合教学反馈进行针对性调整完善。但不可否认的是,其“价值塑造+技术赋能”的整合创新思路,打破了传统医学教育的固有桎梏,为“新医科”背景下的医学教育改革,提供了极具参考价值的实践范式。

参考文献

- [1] 杨鹤. 关于促进和规范“人工智能+医疗卫生”应用发展的实施意见[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202511/content_7047018.htm, 2025-10-20.
- [2] 龚言红, 梁渊, 卢祖洵, 殷晓旭. 健康中国战略背景下医学院校健康教育课程教学改革实践研究[J]. 中国社会医学杂志, 2025, 42(3): 301-304.
- [3] 张晖, 刘继海. 人工智能在医学教育中的应用发展及思考[J]. 今日科苑, 2025(3): 15-22.
- [4] 张峰源, 牛启超, 刘艳华, 周明珠, 宋安琪, 姜泓伯, 张玉环. “新医科”背景下医学专业本科生人文素养培育路径探析[J]. 卫生职业教育, 2025, 43(14): 41-44.
- [5] 汪恒, 王妍, 沈宁, 韩江莉. 人工智能教学病例库在住院医师临床思维培训中的应用[J]. 医院管理论坛, 2024, 41(1): 60-63.
- [6] 殷悦, 宋汉君, 史文哲, 孟庆媛, 卞德强, 张雪. 以螺旋进阶模式重构医学人文衔接路径[J]. 医学与哲学, 2025, 46(13): 62-67.
- [7] Zeng, J., Shi, L., Liu, Y., Yang, J., Zhang, L., Song, H., et al. (2025) Enhancing Neuroanatomy Teaching with DSI Studio's Fiber Reconstruction Technology. *Advances in Medical Education and Practice*, **16**, 875-889. <https://doi.org/10.2147/amep.s522454>
- [8] Chun, S.Y.Q., Salim, N.D., Jarrell, L.Y., Yuan, J.K.Z., Ang, E. and Lomanto, D. (2025) How to Teach the Anatomy of the Inguinal Canal? A Multimodal Approach. *Heliyon*, **11**, e42434. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42434>
- [9] Lan, G., Feng, X., Du, S., Song, F. and Xiao, Q. (2025) Integrating Ethical Knowledge in Generative AI Education: Constructing the GenAI-TPACK Framework for University Teachers' Professional Development. *Education and Information Technologies*, **30**, 15621-15644. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13427-6>
- [10] Krumsvik, R.J. (2025) GPT-4's Capabilities for Formative and Summative Assessments in Norwegian Medicine Exams—An Intrinsic Case Study in the Early Phase of Intervention. *Frontiers in Medicine*, **12**, Article 1441747. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1441747>
- [11] 朱建芳, 邹光华, 宋富美, 李楠. 高校专业课程挖掘思政元素方法探讨[J]. 华北科技学院学报, 2023, 20(3): 113-118.
- [12] Ouyang, Y., Gao, W., Wang, H., Chen, L., Wang, J. and Zeng, Y. (2025) MEDSQ: Towards Personalized Medical Education via Multi-Form Interaction Guidance. *Expert Systems with Applications*, **267**, Article 126138. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.126138>
- [13] 王允, 何晓红, 梁亦龙, 谢永芳, 曾垂省, 武巍峰. 基于生物医学知识图谱的课程思政智能融合体系构建[J]. 教育进展, 2025, 15(5): 1533-1539.
- [14] Janumpally, R., Nanua, S., Ngo, A. and Youens, K. (2025) Generative Artificial Intelligence in Graduate Medical Education. *Frontiers in Medicine*, **11**, Article 1525064. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1525064>
- [15] Qiu, P., Wu, C., Liu, S., Fan, Y., Zhao, W., Chen, Z., et al. (2025) Quantifying the Reasoning Abilities of LLMs on Clinical Cases. *Nature Communications*, **16**, Article No. 9799. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-64769-1>
- [16] Bottrighi, A., Grosso, F., Ghiglione, M., Maconi, A., Nera, S., Piovesan, L., et al. (2025) A Symbolic AI Approach to Medical Training. *Journal of Medical Systems*, **49**, Article No. 2. <https://doi.org/10.1007/s10916-024-02139-y>
- [17] Szydlak, R., Kiyak, Y.S., Hege, I., Górski, S., Linglart, L., Shchudrova, T., et al. (2025) ChatGPT versus Human Authors: A Comparative Study of Concept Maps for Clinical Reasoning Training with Virtual Patients. *Medical Teacher*, 1-9. <https://doi.org/10.1080/0142159x.2025.2583403>