

基于三阶递进的临床教学模式创新探索与实践

袁湘蕾¹, 曾宪晖², 牟 一¹, 王 贯^{1*}

¹ 四川大学华西临床医学院、华西医院, 消化内镜医工研究室, 消化内科, 党委学生工作部 四川成都

² 四川大学华西公共卫生学院、华西第四医院消化内科 四川成都

【摘要】近年来,随着医学教育从知识传授向胜任力培养的提升转型,传统师徒制在临床带教中存在资源分配不均、评价标准主观、反馈滞后等问题,难以满足学生的技能和能力学习需求。本文基于新医科人才需求,从“需求牵引-教学支撑-实践贯通”的三阶递进教学模式出发,以消化内科的胆胰超声内镜教学为切入点,探索临床技能学习的标准化、规模化育人路径。本文围绕消化内科代表性胆胰超声内镜临床教学中的关键挑战,探讨临床教学模式的创新与实践,尤其注重使用模拟训练设备、建立规范化培训流程与模块化课程、应用人工智能辅助技术以及特定场景下的教学实践,并分析这些方法如何缩短临床学员的培训周期并显著增强效果的一致性。本文提出的创新教学模式,不仅有望解决临床教学中资源需求与质量不均的问题,更探索出一条可复制、可推广的复杂临床教学育人的新路径。通过将人工智能技术转化为教育赋能工具,将模拟训练转化为能力建构平台,实现了从工匠式传帮带向科学化、体系化育人的范式转型,为医学拔尖创新人才培养提供了重要基础。

【关键词】三阶递进; 临床教学; 教学模式; 人工智能

【基金项目】四川大学高等教育教学改革工程(第十一期)研究项目(编号: SCU11201); 四川大学华西临床医学院 2025 医学人文学术创新研究项目(编号: HXYXRW2025B006); 四川大学华西临床医学院研究生教育教学改革研究项目(编号: HXYJS202433)

【收稿日期】2026 年 6 月 10 日

【出刊日期】2026 年 7 月 13 日

【DOI】10.12208/j.ijcr.20260320

Innovation and practice of a three-stage progressive clinical teaching model

Xianglei Yuan¹, Xianhui Zeng², Yi Mu¹, Guan Wang^{1*}

¹Digestive Endoscopy Medical Engineering Research Laboratory, Department of Gastroenterology, Department of Student Affairs of the Party Committee, West China School of Medicine and West China Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan

²Department of Gastroenterology, West China School of Public Health and West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan

【Abstract】In recent years, as medical education has shifted from knowledge-based instruction toward competency development, the traditional apprenticeship model in clinical teaching has shown clear limitations. These include uneven resource allocation, subjective evaluation criteria, and delayed feedback-issues that make it difficult to meet students' actual needs for skill and ability acquisition. To address these challenges, this study introduces a three-stage progressive teaching model based on the logic of “demand-driven, teaching-supported, and practice-integrated”. Taking biliary and pancreatic endoscopic ultrasound (EUS) training in gastroenterology as a case study, we explore a standardized and scalable pathway for learning clinical skills. Our approach focuses on key challenges in EUS instruction and innovates clinical teaching practices in several ways: by using simulation equipment, establishing standardized training procedures and modular curricula, applying AI-assisted technologies, and implementing teaching strategies tailored to specific clinical scenarios. We then analyze how these methods shorten training cycles and improve the consistency of training outcomes. The proposed teaching model not only alleviates the problems of uneven resource distribution and variable teaching quality but also provides a replicable and scalable pathway for complex clinical education. By turning AI into a tool for educational

*通讯作者: 王贯

empowerment and simulation into a platform for competency building, we have achieved a paradigm shift-from craft-style mentoring toward a scientific, systematic approach to clinical training. This transformation lays an important foundation for cultivating outstanding medical innovation talents.

【Keywords】Three-stage progressive; Clinical teaching; Teaching model; Artificial intelligence

临床医学是实践性极强的专业, 学员的培养质量直接关系到患者的医疗安全及服务质量。临床医学教育正处于从单纯传授专业知识向培养综合素质转变的时代转型期。然而, 传统师承带教模式在高难度技术的教学中暴露出诸多弊端: 如教学资源受限、评价过程主观性强、反馈滞后等, 无法适应新形势下对医学拔尖创新人才培养的要求。因此, 本文提出“需求牵引-教学支撑-实践贯通”的三阶递进临床教学模式, 以形成标准化的适用于各类型复杂技术的培养模式。“需求牵引”从发现学生的薄弱环节及教师的授课难点出发, 精准设定教学目标; “教学支撑”是整合模拟训练、结构化课程、人工智能 (artificial intelligence, AI) 辅助等各种形式的教学资源形成多层次、即时性的学习辅导体系; “实践贯通”是在确保安全的基础上, 将技能训练融入真实临床环境。为证明该模式的有效性 & 推广价值, 本文以消化内科具有代表性的胆胰超声内镜 (endoscopic ultrasound, EUS) 教学为例进行说明。胆胰 EUS 操作难度大、复杂性高, 其疗效受术者的知识、经验影响^[1,2], 需要具备良好的内镜操控技能、精湛的图像解读水平和丰富的介入手术经验, 因此被喻为临床教学的“硬骨头”。而常规的跟台带教模式缺乏对学习者的能力量化评估体系, 难以保证规范化训练流程, 已不能适应实践需求^[3,4]。因此, 寻求更加有效、统一的教学方式对缩短学习时间、提升工作效率、保障患者安全具有重要的意义。本文将三阶递进教学模式与模拟训练、AI 辅助技术及特殊场景教学策略深度融合, 形成从“匠人式带教”转变为“科学性、规范化”的临床教学新路径, 以期能为其他医学高难技术的培训提供可借鉴的理念体系及实证范例。

1 胆胰 EUS 教学面临的核心挑战

从“需求牵引”视角出发, 胆胰 EUS 教学面临的三重挑战, 反映了传统师徒制教学模式在复杂技能培养中的结构性缺陷。

1.1 学习曲线漫长

EUS 诊疗技术涉及内镜操控、超声探头定位、解剖结构辨析、图像解读及介入操作[如细针穿刺抽吸术 fine needle aspiration (FNA), 基于 EUS 的胃肠吻合、肝肾吻合及止血等]等多维度技能, 其学习曲线漫长且

高度依赖个人经验。从认知负荷理论看^[1], 传统教学未对复杂任务进行有效的技能分解与渐进整合, 导致学员在真实操作中需同时处理大量信息, 形成认知过载。研究表明, 学员至少需完成 150 例有监督的操作病例 (其中 75 例针对胆胰疾病扫查, 50 例针对 FNA)^[2]才能达到独立水平。这种漫长的学习曲线意味着学员在独立操作前需要大量的实践积累。

1.2 培训资源短缺及标准化培训体系缺失

尽管 EUS 在大型胆胰中心的技术成功率较高^[3,4], 但现有的消化疾病与消化内镜通科培训体系, 往往难以支撑 EUS 专科胜任力的系统形成^[4-6]。从课程设计角度看, 当前教学缺乏明确的能力目标分解、模块化教学内容安排以及客观的形成性评价工具。从 EUS 在食管癌检查中的应用研究看, 随着经验的积累, EUS 对食管癌 T 分期的准确率可显著提升, 但对 N 分期的改善有限, 提示即使学习时间有一定积累, 不同技能模块的掌握难度仍存在差异^[2]。国内外虽有少数规范化培训项目 (如法国推行的两年制强化训练项目), 但整体上仍存在地域差异大、课程结构松散、同质化程度低等问题^[2,4,5]。这要求我们从“教学支撑”维度出发, 着眼于构建标准化的课程体系与可复制的教学资源。

1.3 反馈滞后与主观性强

在传统的教学模式下, 学员通常是在专家监督下直接参与临床操作^[7]。然而, 带教老师自身往往承担着繁重的临床任务, 很难抽出足够的时间对每一位学员的操作细节进行持续跟踪、反复观察, 并及时给出反馈。缺少了实时的指导, 学员容易在不知不觉中养成一些不规范的操作习惯。尤其是在 EUS 这一图像解读带有较强主观性的领域, 诊断偏差若不断累积, 最终会导致误诊, 甚至直接威胁患者的生命安全。因此, 如何在不断增加临床风险的前提下, 实现即时、客观、个性化的反馈, 成为教学模式创新的关键突破口, 也为后续“实践贯通”环节的设计提出了直接需求。

2 基于“三阶递进”的胆胰 EUS 教学模式创新与实践

围绕“需求牵引-教学支撑-实践贯通”的递进逻辑, 本部分系统阐述各项教学策略的理论基础与实践路径。

2.1 离体动物模型作为体验式学习的操作基石

体验式学习强调“具体体验-反思观察-抽象概括-主动实验”的循环^[8]。在学员接触真实患者前,安排充分的模拟训练,既是保障操作安全的重要环节,也有助于缩短学习曲线。在胆胰 EUS 教学中采用离体猪消化道模型(含食管、胃、十二指肠及邻近脏器),结合人工模拟病变^[9],使学员在真实内镜视角、超声成像及触觉反馈中完成基础技能训练。该模型凭借其解剖结构与人体相似、可反复使用且不涉及伦理争议等优势,适用于标准化操作单元的反复练习。该模块实现了从“看师傅做”到“自己动手做”的平滑过渡,有效降低了临床首次操作的焦虑感受,是构建分层递进技能训练体系的基石。

2.2 计算机模拟器充当认知建构的过渡桥梁

认知建构主义认为,学习是学习者在旧经验之间建立联系的过程^[10]。计算机模拟器作为“认知支架”,帮助学员在无风险环境中建立对解剖结构和操作路径的心理模型。在胆胰 EUS 教学中应用结合计算机模拟器与活体动物模型的混合教学策略,法国的一项研究表明,在使用模拟器训练后,学生能够更容易地识别重要的解剖结构如下腔静脉、肠系膜静脉、脾静脉、腹腔干、胰管及胆管,并且能缩短介入操作时间并提高 FNA 穿刺的精确度^[2]。从经济角度而言,模拟器的成本较低,便于统一培训;但从解剖真实性方面来说,活体模型更具优势。模拟器并非替代真实操作,而是作为“从理论到实践”的过渡桥梁,其标准化、可量化的特点为形成性评价提供了数据基础,体现了“教学支撑”环节中工具与方法的协同优化。

2.3 结构化理论教学与手把手实践促进知识内化与技能融合

基于加涅的教学事件理论^[11],结构化课程为学员提供系统的知识框架(解剖、病理、内科、外科多维度),手把手教学属于“guided practice”,促进技能的内化与自动化。胆胰 EUS 并不能只靠扎实的理论功底就可掌握,还需要熟练的技术技巧。我们在理论部分采用模块化专题讲座+病例导向学习,每个模块对应一项核心技能(如胆胰解剖识别、FNA 操作流程);手把手教学包含专家示范、模型操作、录像复盘及小组互评。部分高强度短期培训还引入专家录像讲解与模拟训练相结合的方式,已证实可有效提升综合能力^[2,7,12]。这一组合打破了“理论-实践”二元割裂的传统模式,实现了知识传授与技能训练的有机融合,为“实践贯通”阶段提供了必要的认知与操作准备。

2.4 AI 赋能的智能化教学

在“三阶递进”教学模式中,AI 的核心价值并非局限于辅助诊断,而是作为贯穿“教学支撑”与“实践贯通”两大环节的智能导师,系统回应了传统带教中反馈滞后、评价主观、路径单一等“需求牵引”层面的痛点,实现了从经验导向的工匠式传承向数据驱动的科学化育人的跨越。

针对识别解剖结构这一 EUS 教学瓶颈,AI 回应了学员“看图像难识结构”的认知需求。通过集成高精度分割模型(如 U-Net v2),在模拟训练中实时以伪彩色叠加和文字提示胰管、胆总管、腹腔干等关键结构,并提供错误热点图与操作回放,支持教师精准讲评与学员自主复盘^[13,14]。同时设计“AI 全引导-部分标注自主定位-无标注 AI 评价”三级递进任务,形成渐进式脱敏训练。这一教学支撑手段将隐性的“感觉不对”转化为显性的“错在何处”,显著缩短了从图像感知到结构识别的认知过渡时间,体现了 AI 作为形成性评价工具的强大潜力。

胆胰 EUS 教学的另一个瓶颈在于操作技能的主观评估。传统带教多依赖“手感不错”“扫查不够系统”等定性描述,缺乏客观量化指标且反馈延迟。引入 AI 技术进行全流程数据化管理是破局的关键。正如 Giovannini 等人^[15]所述,AI 在内镜超声中的应用不仅限于辅助诊断,其减少操作可变性的潜力能够实现更一致的诊断和治疗结果,这对于标准化培训至关重要。AI 构建了全流程数据化教学闭环:实时采集内镜深度、角度及扫查轨迹,与专家标准路径动态比对并即时提示;训练后生成涵盖结构识别度、路径规范性、操作精度的多维评分报告,辅以游戏化进度条直观呈现薄弱环节;利用机器学习实现预测性教学干预,在错误发生前主动推送针对性训练。该体系将带教教师从重复性纠错中解放出来,使其聚焦于高阶临床决策与疑难处理,同时激发学员的自我驱动与纠错能力,为技能认证提供了客观依据,真正实现了从“教学支撑”向“实践贯通”的平滑过渡。

针对对比增强 EUS、弹性成像等先进技术带来的解读难度^[16-18],未来 AI 可通过量化专家判读标准建立“专家共识-标签”数据集,集成于模拟软件构建涵盖典型及罕见病例的虚拟病例库,并实施“AI 引导-人机比对-AI 考评”阶梯式教学。这使得学员无需在大量真实患者身上试错,即可系统掌握功能学成像的解读要领。AI 由此从辅助诊断工具升级为贯穿全程的标准化导师。

2.5 特殊人群与特殊技术的教学要点

因为儿童解剖结构较成人相对小、操作风险高、临床病例数量有限,所以儿童 EUS 的教学面临着一系列特殊挑战。我们认为,其培训路径需要遵循一条层层递进的逻辑链条,大致可概括为“理论先行-模拟实操-临床进阶-指南规范”。该路径体现了“需求牵引”对教学设计的导向作用,并通过分层授权确保风险可控,是复杂场景下教学标准化的范例。在理论阶段,可借助专题讲座与小班讨论的形式,帮助学员掌握儿童 EUS 的适应证、禁忌证以及与成人患者的主要差异。理论教学的重点应放在正确选择内镜种类、镇静和麻醉的管理方法、基本放射防护原则等方面^[19,20]。在操作培训时,利用离体动物模型或者三维打印模型,让学员练习精细操控技巧、轻柔扫查及测量技术,并且及时纠正任何不安全的行为(如过度充气或强行推进内镜)。当学员进入高级别临床培训后,应在大型儿童胆胰疾病治疗中心现场观摩 EUS 的治疗操作。最后,在专家的全程监督下,学员逐步参与实际的临床工作。另外,我们必须将欧洲及北美儿童胃肠、肝脏及营养学会及其他学会发布的指南等相关知识纳入考核体系中^[21-24],才能确保学员不仅在细微的操作上得心应手,而且能够按照标准做出规范化的诊断。

EUS 与内镜逆行胰胆管造影术(endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ERCP)的联合操作(如 EUS 引导的会师技术等)对操作者综合能力要求极高^[25],教学实施应严格遵循“分项突破-整合模拟-临床过渡”的阶梯式路径。首先,进行至少 75 次 EUS 基本操作以及至少 50 次的选择性 ERCP 插管后,学员在虚拟装置上进行考核;通过测试的学员开始在离体模型上进行 EUS+ERCP 联合操作的培训,重点练习导丝及支架置入技术。其次,根据真实案例举办多学科讨论会,聚焦于不同良性及恶性表现对手术方案选择的影响(如 EUS 引导的会师技术在恶性疾病中结局较差^[26]可作为教学案例);还可利用虚拟现实模拟机生成复杂胆胰疾病场景,让学员在一定时间内完成从 EUS 定位穿刺到 ERCP 支架置入的全流程操作,并基于系统生成的客观数据报告进行复盘。最后,实施严格的逐级授权制度,学员需在老师带领下,在实际操作中循序渐进完成助手牵引导丝的帮助性阶段、半独立性的阶段以及完全独立操作的阶段,每一环节均经过视频考核及并发症分析,确保学生在相对安全的前提下逐步掌握综合手术的重要技术,避免因经验不足而造成严重并发症。该模式将复杂危险动作分解为可量化的小单元,体现了“实践贯通”环节中循序渐进、风险

可控的教学原则。

3 小结与展望

本文基于“需求牵引-教学支撑-实践贯通”的三阶递进教学模型,以胆胰 EUS 教学为实践载体,系统阐述了从体验式模拟训练、结构化课程、AI 赋能评价到特殊场景分层教学的一体化教学模式。该模式的核心贡献在于将原本依赖个人经验的“工匠式传帮带”转化为可复制、可推广的科学化育人体系。未来有几个值得关注的方向:一是建设标准化培训课程与客观评估工具;二是将 AI 常态化地融入日常培训环节;三是搭建区域之间协同联动的远程教学网络;四是进一步完善面向儿童 EUS、介入性 EUS 以及先进成像技术等领域的亚专科培训体系。通过融合理论教学、模拟训练、AI 辅助与临床实践的四位一体综合教学模式,我们有望实现临床带教从“经验导向”向“证据导向”、从“统一进度”向“个性化路径”的根本转型,最终为医学人才培养提供坚实的教育理论基础与实践范式,推动我国卫生健康事业的高质量发展。

参考文献

- [1] SWELLER J. Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning[J]. Cognitive Science, 1988, 12(2):257-285.
- [2] Barthet M. Endoscopic ultrasound teaching and learning[J]. Minerva Med. 2007;98(4):247-251.
- [3] Keane MG, Kumar M, Cieplik N, et al. Paediatric pancreaticobiliary endoscopy: a 21-year experience from a tertiary hepatobiliary centre and systematic literature review[J]. BMC Pediatr. 2018;18(1):42.
- [4] Cho CM. Training in Endoscopy: Endoscopic Ultrasound[J]. Clin Endosc. 2017;50(4):340-344.
- [5] DE Angelis CG, Rizza S, Rizzi F, et al. Training in advanced bilio-pancreatic endoscopy. Minerva Gastroenterol (Torino)[J]. 2022;68(2):121-132.
- [6] 刘伟,袁湘蕾.消化内镜培训面临的挑战及创新教学模式的探索[J].中国当代医药,2024,31(11):140-143.
- [7] 王淑芳,王子恺,李闻,等.超声内镜规范化教学与培训[J].中国煤炭工业医学杂志,2018,21(03):334-336.
- [8] 大卫·库伯.体验学习[M].伍新春,季娇,郑秋,译.北京:人民邮电出版社,2023:49-63.
- [9] Artifon ELA, Cheng S, Nakadomari T, et al. Ex vivos models to teaching therapeutic endoscopic ultrasound (T-

- EUS[J]. *Rev Gastroenterol Peru*. 2018;38(1):103-110.
- [10] 何克抗.建构主义的教学模式、教学方法与教学设计[J]. 北京师范大学学报(社会科学版),1997,(05):74-81.
- [11] R.M. 加涅. 皮连生等译. 学习的条件和教学论[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1999.
- [12] 张军.PBL 在超声内镜教学中的实践[J].继续医学教育,2022,36(05):41-44.
- [13] Carrara S, Andreozzi M, Terrin M, Spadaccini M. Role of Artificial Intelligence for Endoscopic Ultrasound[J]. *Gastrointest Endosc Clin N Am*. 2025;35(2):407-418.
- [14] Zhang J, Zhang J, Chen H, et al. Development and validation of a SOTA-based system for biliopancreatic segmentation and station recognition system in EUS[J]. *Surg Endosc*. 2025;39(8):4881-4889.
- [15] Robles-Medrand C, Verpalen I, Schulz D, Spadaccini M. Artificial Intelligence in Biliopancreatic Disorders: Applications in Cross-Sectional Imaging and Endoscopy[J]. *Gastroenterology*. 2025;169(3):471-486.
- [16] Serrani M, Lisotti A, Caletti G, Fusaroli P. Contrast enhancement and elastography in endoscopic ultrasound: an update of clinical applications in pancreatic diseases[J]. *Minerva Med*. 2016;107(4):217-222.
- [17] Iglesias-García J, Lariño-Noia J, Domínguez-Muñoz JE. New Imaging Techniques: Endoscopic Ultrasound-Guided Elastography[J]. *Gastrointest Endosc Clin N Am*. 2017;27(4):551-567.
- [18] Krishnan K, Bhutani MS, Aslanian HR, et al. Enhanced EUS imaging (with videos)[J]. *Gastrointest Endosc*. 2021;93(2):323-333.
- [19] Tagawa M, Morita A, Imagawa K, Mizokami Y. Endoscopic retrograde cholangiopancreatography and endoscopic ultrasound in children[J]. *Dig Endosc*. 2021;33(7):1045-1058.
- [20] Patel S, Marshak J, Daum F, Iqbal S. The emerging role of endoscopic ultrasound for pancreaticobiliary diseases in the pediatric population[J]. *World J Pediatr*. 2017;13(4):300-306.
- [21] Abu-El-Haija M, Uc A, Werlin SL, et al. Nutritional Considerations in Pediatric Pancreatitis: A Position Paper from the NASPGHAN Pancreas Committee and ESPGHAN Cystic Fibrosis/Pancreas Working Group[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2018;67(1):131-143.
- [22] Abu-El-Haija M, Kumar S, Quiros JA, et al. Management of Acute Pancreatitis in the Pediatric Population: A Clinical Report From the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Pancreas Committee. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2018;66(1):159-176.
- [23] Párnitzky A, Abu-El-Haija M, Husain S, et al. EPC/HPSG evidence-based guidelines for the management of pediatric pancreatitis. *Pancreatol*. 2018;18(2):146-160.
- [24] Wall JM. Clinical Guideline Highlights for the Hospitalist: Management of Acute Pancreatitis in the Pediatric Population. *J Hosp Med*. 2019;14(12):762-763.
- [25] Khan R, Law R. Therapeutic Endoscopic Ultrasound and Endoscopic Ultrasound-Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography Interventions. *Gastroenterol Clin North Am*[J]. 2024;53(4):683-707.
- [26] Gornals JB, Sumalla-Garcia A, Quintana S, et al. Endoscopic ultrasound-guided biliary rendezvous after failed cannulation, and comparison between benign vs malignant biliopancreatic disorders: outcomes at a single tertiary-care centre[J]. *Ann Med*. 2024;56(1):2416607.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS