

AI 可视化反馈技术在导尿术护理实验教学中的应用现状分析

周宗琼

昭通卫生职业学院

摘要：导尿术是基础护理实验教学中操作难度较高、临床意义重大的侵入性管道护理操作，其最突出、最根本的教学困难是关键操作环节发生于体内“不可见”的部位，导管进入尿道后的行进路径、膀胱内盘曲状态、气囊固定位置诸种信息学生无法直接感知，故“操作”与“结果”之间易出现认知断裂。因此人工智能与虚实结合技术的介入实质上是“黑箱操作”转变为“透视化训练”。本文对此做了系统的梳理，先总结 AI 可视化反馈技术在导尿术实验教学中的应用现状，再结合导尿术的操作特点回顾已有应用进展，继而以鼻饲法作为同类管道操作的迁移参照，讨论导尿研究中形成的技术方案向相邻操作迁移的可行性。在此基础上，分析当前研究在闭环反馈机制、实证证据积累和西部院校应用适配等方面的不足，并对未来研究方向进行展望。

关键词：人工智能；可视化反馈；导尿术；护理教育；虚实结合；管道操作

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2026.01.011

引言

护理实验教学中有一个十分明确、长期未被充分重视的根本问题：学生能“做到”，但是不能“看见”自己做了什么。导尿术就是这方面极好的范例。学生按解剖标志将导尿管经尿道插入，但是导管是否真正进入膀胱、在膀胱内是否充分盘曲、气囊注水后的固定位置是否恰当，全程不可见。因此学生只能依靠突破感、落空感等模糊体感来判断操作是否成功，而此类体感反馈的可靠性必然高度依赖于经验积累，初学者极难据此做出可靠判断。更严重的是，传统模拟人上反复练习时，学生完成诸种操作动作之后，始终得不到有关导管体内位置及路径的直接视觉反馈。故此导尿技能教学长期陷入“过程盲视”的困境，自然地沿袭“示范—模仿—反馈—重复”的经验传递模式，学习效率存在明显瓶颈^[1]。

人工智能（Artificial Intelligence, AI）及虚实结合技术的出现正在改变这一局面，可视化导管模拟人本身即内置微型传感器及实时成像装置，故能将导管在尿道、膀胱内行进的路径实时、准确地映射到数字屏幕^[2]，而基于计算机视觉的AI系统又可自动识别无菌操作规范性、插管深度、气囊注水量诸种关键节点，及时给出个性化反馈。更难得的是，二者结合之后把本来不可见的体内操作转化为可见的视觉信息，因此学生在练习时就能实时“看见”自己操作的轨迹，在错误发生时立刻感知、立刻纠正。

本文对AI可视化反馈技术在导尿术实验教学中的应用研究进展做了系统梳理，先总结已有成果，再厘清其不足，由此引出今后研究的方向。选择导尿术作为研究焦点基于以下原因：第一，导尿术是基础护理学中侵入性高、操作风险大、教学难度大的管道操作之一，感染防控及尿道损伤预防的要求极其严格^[3]。第二，导尿操作“内部不可见”的核心痛点极具典型性，因此AI可视化技术的赋能逻辑集中、清晰。第三，以导尿术为突破口形成的研究范式有极好的迁移价值：鼻饲、灌肠、吸痰诸种管道插入类操作都可与此形成良性关联^[5]。因此，本文提出“技术逻辑—教学逻辑—证据逻辑”三维审视的分析框架，即先考察AI系统在导尿教学中“能做什么”，再追问其在实际教学场景中“改变了什么”，最后评判此种改变是否经得起充分、可靠的实证检验。

一、AI 可视化反馈在导尿教学中的应用

（一）传统导尿教学的认知盲点与AI的精准介入

导尿术教学中所遇的诸种困境有十分明确、突出的特殊性：教师在课堂上一再强调严格执行无菌操作、尿管插入深度诸种要点，但是学生实际操作时根本不能直接、可靠地判断自己是否符合这些要求。更根本的问题是，导管进入尿道外口以后，其后续路径完全从学生的感知中消失，故导管是否顺利通过尿道括约肌、是否在膀胱内充分盘曲、气囊是否在膀胱内完全膨胀，都无从得知^[3]。AI可视化技术对感知盲区有十分明确、有层次的介入方式，目前已有文献报道了导尿术用AI辅助评估

系统,其利用内置传感器及计算机视觉技术自动、客观地识别无菌操作规范性、插管深度及角度、气囊注水时机及水量诸种指标,并在发现不规范之处时以屏幕提示或语音形式及时预警。因此可以把导尿教学从“模糊的体感判断”引向“精准的可视化评估”。

(二)可视化导管模拟人在导尿训练中的核心教学价值

可视化导管模拟人是目前导尿可视化训练中最为典型、最成熟的硬件载体,其在模拟尿道及膀胱的有关部位合理布置微型传感器或内窥摄像模块,因此能将导管实际位置、行进轨迹及各种状态以实时影像形式自然、清楚地呈现在相连的显示屏幕上^[2]。学生操作时即能从屏幕的剖视视角直接、直观地观察导管在尿道内的行进轨迹、尿道括约肌阻力所在区域、膀胱入口的解剖标志及导管进入膀胱后的盘曲状态。当导管准确进入膀胱并充分盘曲时,屏幕即显示相应的绿色确认提示,而当导管在尿道球部盘曲或触碰尿道壁受阻时,系统立即给出红色警示并明确标出受阻位置。在传统模拟人上,学生进行导管在尿道球部受阻仍继续用力插入的错误操作时,没有任何即时反馈,学生只有等到教师巡回指导时方能觉察问题,而可视化系统中屏幕所显示的导管路径清楚、明确地提示“导管在尿道球部停止前进”,因此学生能即刻将操作动作与操作结果建立可靠的联系。由此自然地形成“操作一看见一理解一调整”的即时闭环,这也是传统教学中难以实现的认知加速机制。

二、现有局限与研究空白

(一)从“可视化”到“精准反馈”的闭环缺失

当前AI可视化技术在导尿教学中的应用有十分明确的结构断层,“可视化”与“精准反馈”之间尚无真正有效的闭环连接。目前系统能够让学生“看见”自己操作时导管在尿道内的实时位置、气囊的膨胀状态等信息,但是将此类可视化数据自然地转化为可操作、可执行的个性化改进建议,现有系统仍有很大提升空间。现有系统所给的反馈基本上都是标准化模板“操作不规范,请复习插管深度要求”,因此没有对不同错误类型做应有的细致区分。具体地说,某学生导尿失败是因为导管插入深度不够,而另一名学学生导尿失败是因为气囊注水前导管没有充分盘曲故注水后滑出,二者错误的根本原因及纠正方法截然不同,但目前从系统得到的反馈信息却完全相同。因此,一个真正精准的反馈系统绝不宜只给出“操作失败”的简单提示,而宜利用内置传感

器采集的数据,借助算法模型准确判别失败原因,继而推送差异化的、有针对性的纠正策略:对前者提示“插入深度不足,请继续轻柔推进至标记刻度”,对后者提示“气囊注水前,请确认导管已充分盘曲,可尝试回抽有阻力感后再行注水”。由此从“一次性结果评判”过渡到“过程性归因指导”,也是AI反馈从“看见”走向“看准”的实质性进步。更重要的是,AI技术最突出、最值得发挥的优势正是识别个体差异并据此生成精准干预,但毋庸讳言,目前导尿操作训练中的AI系统尚未充分利用这一点。

(二)面向导尿技能训练的实证研究仍显不足

从目前已有文献可以看到,AI在护理教育中的应用研究存在着明确的“重技术开发、轻效果验证”的倾向^{[1][2]},即目前有关AI在护理教育中应用的系统综述所收录的研究中,仅有极少数采用了实证研究设计来考察其教育效果。就导尿技能训练中所采用的可视化反馈系统而言,已有准实验研究报告了其积极效果^[2],但毋庸讳言,大样本、多中心、长期追踪的随机对照试验仍十分稀缺。

现有实证证据可归纳为“三多三少”的结构特征:第一是学习者满意度调查多,客观技能提升数据少,即目前多数研究以学生问卷作为主要结局指标,而缺少操作考核成绩、操作规范性评分等直接可靠的技能测量指标。第二是短期效果研究多,长期保持效果研究少,故目前大部分研究在干预后即刻进行测试,对技能保持、临床迁移的效果都未充分追踪。第三是实验室环境证据多,真实教学场景证据少,因为现有研究多在严格控制条件下展开,对系统融入日常教学之后的实际教学效果关注不够。更重要的是,现有证据极少触及临床行为改变及患者安全结局的评估,因此证据链尚不完整。

三、未来研究方向

(一)AI可视化反馈作用机制的实证研究

今后的研究首先要从理论上弄清AI可视化反馈促进导尿技能习得、保持的具体机制,因此首先要回答相应的基本问题。本文提出了“操作可视化—认知外显化—技能自动化”三阶段作用机制模型,但毋庸讳言,目前尚需要严格的实证检验来予以验证,因此文中明确地给出了其基本假设:第一阶段可视化技术把不可见的体内操作转化为外部可视信息,因而自然地弥合“操作—结果”之间的感知断裂;第二阶段反复的可视化反馈有利

于学生把模糊的体感经验转化为可陈述、可反思的外显认知,故能促进操作知识的认知加工;第三阶段随着练习量增加,正确的操作路径在认知层面充分巩固之后就会内化为自动化的操作技能,即便脱离可视化辅助的临床环境,学生仍能依靠所建构起来的空間认知及体感记忆准确、流畅地执行操作。

验证所提出的模型必然要借助严格设计的随机对照试验,即设立AI可视化反馈组和传统教学对照组,在操作技能考核之外系统、严谨地引入对学习过程及心理因素的多维测量,由此厘清AI反馈促进技能习得的具体作用路径。具体而言,各阶段可自然、合理地设置如下可测量的行为指标:第一阶段以“操作正确率实时提升曲线”和“错误自我觉察率”为指标,预期可视化组在首次练习中未经教师提示就能自主发现并纠正的错误次数明显多于传统组。第二阶段以“出声思维报告中的解剖位置描述准确度”或“对自己操作错误的归因分析深度”为指标,预期接受可视化训练的学生能更准确、更充分地用语言描述“落空感”所对应的解剖学原理。第三阶段以“脱离可视化辅助后的操作考核得分”和“双任务范式下的操作稳定性”为指标,预期即使撤除可视化屏幕,实验组学生在临床真实场景或高仿真考核中的操作规范性、流畅性都长期优于对照组。因此,本文以导尿术为第一检验场景,验证通过之后再将该模型推广至鼻饲、灌肠等同类管道操作的教学研究,系统考察其理论解释力的边界。

(二) 导尿AI教学方案的本地化开发与迁移验证

西部高职院校今后的实践研究宜走“聚焦特色、精准优化”的明确道路,绝不可盲目追求大而全的技术覆盖,因此宜以导尿术为切入点,先系统、有层次地厘清学院现有虚实结合系统的功能清单及其教学适配度,再由此自然地找到“可视化但未精准反馈”的具体瓶颈:即哪些操作节点已可视化却无个性化反馈,哪些错误类型的反馈仍为标准化模板,继而据此优化操作节点评估算法,完善个性化反馈规则库,优化学习过程数据的追踪及可视化方式,最终在已有系统基础上自然、合理地开发导尿专用的AI反馈模块。

导尿模块成熟之后,所形成的技术方案及评估工具可有计划、有逻辑地迁移至鼻饲、灌肠、吸痰等相邻操作^[5],按“解剖复杂度递增”原则有序扩展,形成“一点突破、多点辐射”的渐进式发展路径,因而巧妙避开重复开发的技术陷阱。

结语

AI可视化反馈技术为解决导尿术实验教学中所遇到的“黑箱困境”带来了十分明确、有力的新契机:把体内不可见的导管操作转为屏幕上的可视轨迹,既是教学手段的技术升级,更有利于促成导尿技能习得方式的根本变革,即从依靠模糊体感的经验学习转向以视觉认知为基础的精准训练。因此可视化反馈绝不只是让学生“看见”自己的操作,更是在反复练习中自然、合理地重塑其对尿道解剖的空间认知,把原来需要长期经验积累方能获得的“手感”转化为可以用视觉信息直接习得的“眼—手—脑”协调能力^[6]。

然而,技术本身不能等同于教学的有效性,故而毋庸讳言,目前AI可视化系统在导尿教学中尚处在“能看见但不会精准反馈”的阶段,从技术功能转化为真正的教学效益还有诸多工作要做。因此以导尿术为突破口,系统、严谨地积累循证证据,优化教学方案,验证迁移路径,方能自然地AI可视化反馈技术在基础护理管道操作实验教学中的应用打下坚实基础。

参考文献

- [1] 陈新宇,熊永江,赵涛,等.多种信息化技术结合师生点评教学模式在导尿术培训中的应用[J].中国继续医学教育,2025,17(10):154-158.
 - [2] 张毅,李文娟,王彤光.基于虚拟仿真技术的护理学基础实训教学及效果评价——以女性患者导尿术为例[J].卫生职业教育,2024,42(7):103-106.
 - [3] 陈羽保,付雪连,唐蓉,等.护患安全理念下侵入性基础护理操作虚拟仿真训练研究[J].护理学报,2024,31(10):25-28.
 - [4] 敖琴英,胡茜,尹湘红,等.基于5G网络的增强现实技术在中职“护理学基础”教学中的应用[J].湘南学院学报(医学版),2023,25(1):69-71.
 - [5] 淳玲,李鑫,李文君.基于虚拟仿真教学系统的鼻饲法教学设计[J].产业与科技论坛,2024,23(8):198-200.
 - [6] 张娜娜.基于3D可视化技术的运动解剖学教学改革研究与实践探索[J].高教探索与实践,2025(1):135-143.
- 作者简介:周宗琼,女,1989年9月出生,汉族,云南省昭通市人,本科,助理实验师,研究方向为护理教育。