

Clinical value evaluation of artificial intelligence image recognition technology in early diagnosis of urinary system tumors

Shuzhan Cao

Xingguo Health Center in Yangxin County (Yangxin County South Health Service Center), Huangshi, Hubei, 435000, China

Abstract

This study aims to evaluate the clinical value of artificial intelligence image recognition technology in the early diagnosis of urinary tract tumors. Through literature research, case analysis, and comparative analysis, it was found that this technology significantly improves diagnostic accuracy, such as increasing the accuracy of diagnosing small renal cell carcinoma lesions from 65% in traditional methods to over 85%. At the same time, it significantly shortens the diagnosis cycle, optimizes clinical decision-making, and reduces medical costs. However, the application process faces challenges such as insufficient data quality and quantity, difficulties in algorithm optimization, low acceptance by doctors, and lack of clinical standards. In the future, with the integration of big data and multimodal imaging technology, this technology is expected to develop towards more accurate and intelligent directions, helping to popularize primary healthcare.

Keywords

artificial intelligence image recognition technology; Urinary system tumors; Early diagnosis; clinical value

人工智能影像识别技术在泌尿系肿瘤早期诊断中的临床价值评估

曹树湛

阳新县兴国卫生院（阳新县城南卫生服务中心），中国·湖北黄石 435000

摘要

本研究旨在评估人工智能影像识别技术在泌尿系肿瘤早期诊断中的临床价值。通过文献研究、案例分析和对比分析发现，该技术显著提升了诊断准确性，如在微小肾癌病灶诊断中准确率从传统方法的 65% 提升至 85% 以上，同时大幅缩短诊断周期、优化临床决策、降低医疗成本。但应用过程中面临数据质量与数量不足、算法优化困难、医生接受度低及临床规范缺失等挑战。未来，随着大数据与多模态影像技术融合，该技术有望向更精准、智能方向发展，助力基层医疗普及。

关键词

人工智能影像识别技术；泌尿系肿瘤；早期诊断；临床价值

1 引言

泌尿系肿瘤如肾癌、膀胱癌、前列腺癌等严重威胁人类健康，早期症状隐匿导致多数患者确诊时已为中晚期，五年生存率较低，而传统诊断方法存在局限性。在此背景下，人工智能影像识别技术凭借强大图像分析能力，为泌尿系肿瘤早期诊断带来新契机。目前，国外在此领域研究成果显著，美国 FDA 已批准多款相关产品，部分算法在前列腺癌诊断中可精准定位病灶；国内研究也在快速推进，但现有研究存

在算法泛化能力弱、成果转化效率低等问题。因此，本研究采用文献研究、案例分析和对比分析等方法，旨在全面评估该技术在泌尿系肿瘤早期诊断中的准确性、效率、对临床决策的影响及成本效益，从而推动其科学应用与医疗服务质量提升^[1]。

2 人工智能影像识别技术在泌尿系肿瘤早期诊断中的应用案例分析

2.1 案例一：人工智能在肾癌早期诊断中的应用

患者男性，55 岁，体检发现右肾可疑占位，超声检查显示右肾中部存在约 1.5cm × 1.2cm 边界欠清的低回声结节。将其肾脏 CT 影像数据输入基于大量肾癌 CT 影像训练的人工智能影像识别模型，该模型自动对影像进行多层面、多角

【作者简介】曹树湛（1967-），男，本科，副主任医师，从事泌尿外科研究。

度分析, 识别肿瘤边界、密度及强化特征等, 快速标记出可疑肿瘤区域并给出 85% 的肾癌概率值。而传统诊断仅依据超声和 CT 影像, 放射科医生判断结节良性可能性大。后经手术切除及病理检查, 确诊为肾透明细胞癌, 凸显了人工智能影像识别技术在微小肿瘤病灶诊断准确性上的显著优势。

2.2 案例二: 人工智能在膀胱癌早期诊断中的应用

62 岁女性患者出现无痛性肉眼血尿 1 周, 膀胱镜检查仅显示膀胱黏膜局部充血, 未发现明显肿物。临床将膀胱镜图像数据及尿液脱落细胞学涂片图像输入人工智能诊断系统, 该系统借助深度学习算法, 对膀胱镜图像黏膜纹理、颜色变化及尿液细胞形态结构进行综合分析。结果显示, 传统诊断方法无法明确病因, 而人工智能诊断系统提示膀胱癌可能性达 78%, 并精准定位膀胱黏膜可疑病变区域。后续经活检, 病理确诊为膀胱原位癌, 充分体现人工智能影像识别技术在捕捉膀胱癌早期微小病变、提升诊断效率上的显著优势^[2]。

2.3 案例三: 人工智能在前列腺癌早期诊断中的应用

68 岁男性患者体检时发现 PSA 升高至 8.5ng/ml, 直肠指检未触及明显结节, 随后进行前列腺多参数 MRI 检查, 并将影像数据导入人工智能分析平台。该平台借助深度学习算法, 对 MRI 影像中前列腺解剖结构、信号强度变化进行分析, 精准识别出前列腺外周带右侧的可疑肿瘤病灶, 并给出 82% 的恶性概率值。而传统诊断方法无法明确 PSA 升高原因, 仅建议定期复查。后经前列腺穿刺活检, 确诊为前列腺癌, 充分体现了人工智能影像识别技术在前列腺癌早期诊断中, 为临床提供更准确诊断信息、降低漏诊风险的突出优势。

3 人工智能影像识别技术在泌尿系肿瘤早期诊断中的临床价值评估

3.1 诊断准确性评估

临床实践与研究数据表明, 人工智能影像识别技术显著提升了泌尿系肿瘤早期诊断的准确性。针对微小肾癌病灶(直径 $\leq 2\text{cm}$), 传统影像学诊断准确率约为 65%, 而人工智能算法可将这一数据提升至 85% 以上, 能精准识别肿瘤边界、密度及强化特征, 有效避免微小病灶漏诊。在膀胱癌早期诊断中, 尿液细胞学检查敏感性仅约 40%, 结合人工智能分析细胞形态与结构后, 检出率可提高至 70% 以上; 对于前列腺癌, 人工智能通过分析多参数 MRI 影像, 在 PSA 轻度升高患者中, 将可疑病灶识别准确率从传统方法的 60% 提升至 82%, 极大降低了漏诊与误诊风险。

3.2 诊断效率评估

传统泌尿系肿瘤诊断流程繁琐, 从影像采集到出具报告, 复杂病例平均耗时 2 - 3 天, 期间需医生反复比对分析影像。人工智能影像识别技术可在 5 - 10 分钟内完成 CT、MRI 等海量影像数据处理, 快速标记可疑区域并输出概率

值, 将诊断周期缩短超 90%。某三甲医院引入该技术后, 泌尿系肿瘤影像诊断效率提升 3 倍, 单日接诊量增加 40%, 显著缓解了医疗资源紧张问题, 为患者争取了宝贵的早期治疗时间。

3.3 对临床决策的影响评估

人工智能提供的多维度诊断信息, 重塑了泌尿系肿瘤临床决策模式。其不仅能精确定位肿瘤位置、测量大小, 还可通过影像特征分析给出恶性概率预测, 帮助医生制定个性化治疗方案。例如, 针对早期肾癌, 传统诊疗中医生难以判断部分临界病灶是否需手术, 而人工智能的介入可明确肿瘤侵袭风险, 使手术指征判断准确率提升 30%, 避免过度或延误治疗; 在前列腺癌治疗中, 依据人工智能分析结果, 医生能更科学地选择根治性手术、放疗或主动监测策略, 同时结合患者年龄、身体状况评估预后, 提供精准医疗服务。

3.4 成本效益评估

尽管人工智能影像识别技术前期存在设备采购、算法研发及维护等成本, 但长期来看具备显著的成本效益。以膀胱癌筛查为例, 传统膀胱镜检查单次费用约 2000 元, 结合人工智能辅助后, 虽增加 500 元左右的技术成本, 但早期诊断率提高使患者平均治疗费用降低约 3 万元, 显著减轻医疗负担。同时, 该技术提升了诊断效率, 减少患者等待时间和重复检查次数, 优化了医疗资源配置。随着技术普及与规模化应用, 设备成本预计未来 5 年降低 40%, 算法迭代也将进一步提升性价比, 助力实现医疗资源高效利用与患者获益双赢。

4 人工智能影像识别技术应用面临的挑战与应对策略

4.1 技术层面: 数据与算法的双重桎梏

医学影像数据的复杂性成为人工智能发展的首要障碍。一方面, 不同厂家生产的 CT、MRI 设备在成像参数上差异显著, 层厚、分辨率、对比度等参数的不一致, 导致图像清晰度与细节呈现度参差不齐。例如, 某三甲医院引进的两款不同品牌 CT 设备, 对同一患者肾脏扫描后, 图像中肿瘤边缘清晰度存在明显差异, 这使得算法难以提取稳定且准确的图像特征。此外, 影像数据标注环节的规范性缺失问题突出, 部分医疗机构标注人员专业水平不足, 对肿瘤边界的标注模糊不清, 甚至遗漏微小病灶, 这些错误标注的数据一旦进入模型训练, 会严重误导算法学习方向, 大幅降低诊断准确性。另一方面, 高质量泌尿系肿瘤影像数据极度稀缺。受限于肿瘤疾病的特殊性、患者隐私保护等因素, 数据获取难度极大, 尤其是早期肿瘤患者的影像资料更是凤毛麟角。以肾透明细胞癌为例, 早期微小病灶的影像数据样本仅占全部病例数据的 15% - 20%, 难以满足人工智能算法对大规模、多样化数据训练的需求。数据的匮乏直接导致模型在面对罕见病例或复杂病情时, 泛化能力严重不足, 无法准确识别和

诊断。算法层面同样存在明显短板。现有算法在处理复杂影像特征时力不从心，当面对多原发肿瘤或肿瘤合并其他疾病的病例时，不同病灶的影像特征相互干扰、重叠，算法难以精准区分。例如，在同时患有肾癌与肾囊肿的患者影像中，囊肿的影像表现常常掩盖肿瘤特征，导致算法识别准确率下降15% - 20%^[3]。此外，深度学习算法的“黑箱”特性是临床应用的重大阻碍，其基于复杂神经网络结构训练形成的模型，诊断结果缺乏直观清晰的解释逻辑。医生在临床决策时，无法明确算法得出结论的依据，难以判断结果的可靠性，这极大影响了医生对技术的信任度，限制了技术的推广应用。

4.2 临床应用：信任危机与标准缺失

在临床应用场景中，人工智能影像识别技术遭遇医生群体的信任危机。传统医学教育与长期临床实践，使医生形成了依赖自身经验和传统诊断工具的思维定式，对新兴的人工智能技术本能地持怀疑态度。一项针对200名放射科医生的调查显示，45%的受访者认为人工智能诊断结果不可靠，担心误诊会对患者治疗产生严重影响。此外，多数医院尚未开展人工智能技术相关培训课程，医生对技术的操作和应用缺乏了解，即便医院配置了先进设备，也因操作不熟练而难以实际应用。行业层面，临床应用规范与标准的缺失是另一重大挑战。不同厂家开发的算法模型在设计理念、技术路径和性能表现上差异巨大。以膀胱癌诊断为例，部分算法侧重于分析细胞形态，部分则聚焦于黏膜纹理识别，这导致对同一病例的诊断结果可能截然不同^[4]。由于缺乏统一的设备操作规范和质量控制标准，各医疗机构在影像采集流程、数据处理方式上各不相同，诊断结果缺乏可比性和一致性。这不仅严重阻碍了医疗质量的有效评估和管理，也为多中心研究和学术交流设置了重重障碍。

4.3 多维协同：破局之道与发展路径

为突破当前困境，需从数据管理、算法研发、医工合作与规范制定等多维度协同发力。在数据管理方面，建立标准化的医学影像数据库是关键。首先要制定统一的数据采集标准，明确设备参数、扫描流程、图像格式等要求，确保不同医疗机构采集的数据具有一致性和可比性。其次，引入专业标注团队，采用多轮审核、交叉验证的严格机制，大幅提高数据标注的准确性和规范性。同时，积极推动医疗机构之间的数据共享合作，通过扩大数据样本量、丰富数据类型，为算法训练提供坚实的数据基础。算法研发环节，需加大科研投入力度，鼓励高校、科研机构和企业开展联合攻关^[5]。

针对算法处理复杂影像特征能力不足和可解释性差的问题，积极探索和开发新的算法架构和技术。例如，利用基于注意力机制的神经网络模型，增强算法对关键影像特征的识别能力；通过可视化解释技术，将算法的决策过程以直观易懂的图形、文字形式呈现，打破“黑箱”困境，提升医生对算法的信任度。

在临床应用推广上，加强医生与人工智能技术研发人员的深度合作至关重要。开展医工联合研究项目，让医生深度参与算法设计和优化过程，从临床实际需求出发提出改进建议；同时，为医生量身定制人工智能技术培训课程，帮助其了解技术原理、熟练掌握操作方法、熟悉应用场景，提升使用的熟练度和信心。此外，政府相关部门和行业协会应加快制定人工智能影像识别技术在泌尿系肿瘤早期诊断中的临床应用规范和标准，明确算法的性能评价指标、设备操作流程、质量控制方法等关键内容，规范市场准入机制，确保技术应用的安全性和有效性，促进不同算法和设备之间的兼容和互认，推动行业健康、可持续发展。

5 结论

研究表明，人工智能影像识别技术在泌尿系肿瘤早期诊断中展现出显著临床价值，不仅能提升诊断准确性与效率，还为临床决策提供有力支撑，具备良好成本效益比；但在应用中也面临数据质量参差不齐、算法需优化、临床接受度不足及规范标准缺失等挑战。展望未来，随着大数据、云计算技术发展，该技术将朝着更精准、智能、个性化方向迈进，通过整合多源临床数据、融合多模态影像与分子影像技术，实现对肿瘤更深入分析诊断，同时加强临床转化研究与基层推广，让更多患者受益。

参考文献

- [1] 李春香,马文娟,张蕾,等.人工智能在肾肿瘤影像学中的应用研究进展[J].临床放射学杂志,2024,43(06):1034-1037.
- [2] 徐文浩,田熙,艾合太木江·安外尔,等.人工智能在泌尿系统肿瘤中的应用研究进展[J].中国癌症杂志,2022,32(01):68-74.
- [3] 杨洁.人工智能在医学影像技术教学中的应用[J].微型计算机,2025,(01):99-101.
- [4] 凌宏举,孙恺,夏庆华.2024年泌尿系肿瘤精准治疗进展[J].泌尿外科杂志(电子版),2025,17(01):73-80.
- [5] 杨文杰,秦靖,赵菊梅,等.近红外荧光染料在泌尿系肿瘤研究中的应用[J].延安大学学报(医学科学版),2021,19(02):87-90.