

人工智能辅助诊断在妇产科门诊常见疾病筛查中的准确性与临床应用价值

穆春莲

西吉县中医院 宁夏 固原 756299

摘要: 随着人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技术的迅猛发展,其在医疗健康领域的应用日益广泛。妇产科作为关乎女性健康与生命质量的重要专科,面临疾病谱复杂、筛查需求高、基层资源不足等多重挑战。人工智能辅助诊断系统凭借其在图像识别、自然语言处理、大数据分析等方面的强大能力,正逐步应用于妇产科门诊常见疾病的筛查中,包括宫颈癌前病变、乳腺癌、多囊卵巢综合征(PCOS)、妊娠期糖尿病(GDM)及子痫前期等。本文系统综述了AI在上述疾病筛查中的技术路径、临床准确性评估、实际应用场景及面临的伦理与监管挑战,并探讨其相较于传统筛查方法的优势与局限性。AI辅助诊断在提升筛查效率、降低漏诊率、优化医疗资源配置方面展现出显著潜力。

关键词: 人工智能; 辅助诊断; 妇产科; 疾病筛查; 宫颈癌; 乳腺癌; 多囊卵巢综合征

引言

妇产科门诊是女性健康管理首道防线,负责常见病、多发病的早期识别与干预。但受医疗资源不均、基层医师经验欠缺、患者依从性差异影响,宫颈癌、乳腺癌等本可早筛控制的疾病,仍存在较高漏诊与误诊率。WHO数据显示,全球每年约60万例宫颈癌新发病例,近90%在中低收入国家,凸显高效、低成本筛查工具的迫切性。近年来,以深度学习为代表的人工智能技术在医学影像分析等领域取得突破,能从海量数据中自动提取特征、建立预测模型,完成复杂决策支持。在妇产科,AI已渗透到超声图像判读等多个环节,有提升筛查准确性和可及性的潜力。本文梳理AI在妇产科五大常见疾病筛查中的应用现状,评估诊断准确性,分析其临床价值,探讨推广障碍,为研发与部署AI辅助诊断系统提供参考。

1 人工智能在妇产科疾病筛查中的技术基础

1.1 核心技术架构

AI辅助诊断系统通常由数据采集、预处理、特征提取、模型训练与推理、结果可视化等模块构成。在妇产科应用中,主要依赖以下三类技术:(1)计算机视觉:用于处理超声、钼靶X线、阴道镜、宫颈细胞涂片等医学影像。卷积神经网络(CNN)是主流架构,如ResNet、EfficientNet等被广泛用于病灶检测与分类。(2)自然语言处理(NLP):用于解析电子病历中的非结构化文本(如主诉、现病史、检查描述),提取关键临床信息。BERT、BioClinicalBERT等预训练语言模型在此领域表现优异。(3)机器学习与深度学习模型:除CNN外,随机森林、支持向量机(SVM)、梯度提升树(XGBoost)以

及循环神经网络(RNN)等也被用于整合多模态数据(如实验室指标、人口学特征、影像特征)进行风险预测。

1.2 数据来源与质量要求

高质量、标注规范的数据是AI模型性能的基石。妇产科AI系统所需数据包括:一是影像数据:经专家标注的超声图像(含ROI区域)、数字病理切片、乳腺钼靶图像;二是结构化数据:激素水平(FSH、LH、AMH)、血糖、血压、BMI等;三是非结构化文本:门诊病历、检查报告;四是随访结局:病理金标准、分娩结局等。数据需满足代表性、均衡性、脱敏性三大原则,并遵循《个人信息保护法》《人类遗传资源管理条例》等法规要求。

2 AI在具体疾病筛查中的应用与准确性评估

2.1 宫颈上皮内瘤变(CIN)与宫颈癌筛查

人工智能通过分析数字化宫颈细胞涂片或阴道镜图像,实现了对异常细胞的自动化识别与分级。例如,将TCT玻片进行高分辨率扫描后,AI模型可精准捕捉核质比异常、染色质分布紊乱、细胞边界不规则等癌前病变特征。Google Health开发的AI系统在一项包含1.1万例样本的研究中,对CIN2及以上病变的敏感性达到94.7%,特异性为87.3%,整体表现优于多数初级细胞病理技师^[1]。更值得关注的是,2023年发表于《The Lancet Digital Health》的一项多中心研究证实,AI辅助TCT阅片不仅将高级别病变的漏诊率降低了32%,还减少了40%的阴性样本复审工作量,显著提升了筛查效率。然而,该技术在炎症背景复杂或细胞重叠严重的样本中仍存在判读困难,且单独使用时阳性预测值有限,因此临床实践中建议将其与HPV分型检测联合应用,以实现更高的筛查效能。

2.2 乳腺癌筛查

人工智能在乳腺结节良恶性鉴别方面展现出突出优势。基于卷积神经网络的超声AI系统能够自动勾画结节边界，计算纵横比、边缘毛刺、后方回声衰减等BI-RADS关键特征，国内某三甲医院开发的模型在5000例验证集中对恶性结节的AUC达到0.92，敏感性为91.5%，特异性为85.2%。在钼靶影像领域，如Lunit INSIGHT MMG系统在韩国真实世界研究中辅助放射科医生将乳腺癌检出率提升了11.2%，尤其在致密乳腺人群中效果更为显著。为进一步提升准确性，研究者开始探索多模态融合策略，将超声、钼靶、临床问卷及家族史等信息整合输入集成模型，部分研究显示其AUC可超过0.95。这种多源信息协同分析的模式，不仅提高了诊断精度，也为个体化风险分层提供了可能。

2.3 多囊卵巢综合征（PCOS）

人工智能通过整合多源数据，为PCOS的早期识别提供了新路径。在超声方面，AI可自动分割卵巢轮廓并精确计数窦卵泡（AFC），有效减少人工计数的误差与疲劳偏差，研究显示其与专家标注的一致性组内相关系数（ICC）超过0.85。在预测建模方面，利用LH/FSH比值、抗缪勒管激素（AMH）、BMI、月经周期紊乱史等变量构建的XGBoost模型，可在初诊阶段即对PCOS风险进行有效预测，AUC达0.88。这一能力对于青春女性尤为重要，因其临床表现常不典型，传统诊断易延误，而AI辅助可在避免过度检查的前提下实现早期预警与干预，具有显著的公共卫生价值。

2.4 妊娠期糖尿病（GDM）筛查

妊娠期糖尿病（GDM）的传统筛查方法为75克口服葡萄糖耐量试验（OGTT），流程繁琐且患者依从性不高。人工智能通过挖掘早孕期常规检查数据，可在妊娠早期即预测GDM发生风险，实现精准分层管理^[2]。斯坦福大学开发的深度学习模型仅基于孕12周前的空腹血糖、甘油三酯、孕前BMI、年龄、家族史等变量，即可实现AUC为0.89的预测性能，敏感性达85%，有望减少约30%不必要的OGTT检查。该策略不仅减轻了患者负担，也优化了医疗资源分配，使高危人群得以优先接受强化监测与生活方式干预。更重要的是，这种“关口前移”的筛查理念契合现代产科向预防医学转型的趋势，有助于降低GDM相关母婴并发症的发生率。

2.5 子痫前期（PE）筛查

人工智能通过整合母体人口学因素、生物标志物（如胎盘生长因子PIGF、可溶性fms样酪氨酸激酶-1 sFlt-1）及子宫动脉多普勒血流参数，显著提升了预测效能。英

国胎儿医学基金会（FMF）已在其官方筛查算法中引入机器学习模块，将子痫前期的检出率从传统方法的39%提升至76%（假阳性率控制在10%）。此外，随着可穿戴设备的普及，动态血压监测与尿蛋白数据也可实时上传至AI平台，实现居家风险预警与远程管理。这种融合多维度、动态化数据的智能筛查体系，正逐步改变子痫前期“被动应对”为“主动防控”的临床范式。

3 临床应用价值分析

3.1 提升筛查效率与可及性

人工智能系统具备7×24小时不间断运行能力，单次分析耗时仅数秒，极大缩短了患者等待时间，缓解了门诊高峰期的压力。在基层医疗机构，由于缺乏经验丰富的妇产科医师，许多女性难以获得及时、准确的筛查服务。AI技术的下沉应用有效弥补了这一短板，使偏远地区女性也能享受到接近三甲医院水平的初筛服务。

3.2 降低漏诊与误诊率

人类医师在长时间阅片或高强度工作中易出现视觉疲劳与认知偏差，尤其对微小病灶（如小于5毫米的乳腺结节或早期CIN病变）的识别能力有限。相比之下，AI系统具有高度一致性和稳定性，能够持续保持高敏感度。多项随机对照试验（RCT）证实，在AI辅助下，医师对宫颈病变或乳腺结节的诊断一致性（Kappa值）平均提升0.2至0.3，漏诊率显著下降。这种“人机协同”模式不仅增强了诊断信心，也为年轻医师提供了实时学习与反馈的机会，间接提升了整体诊疗水平。

3.3 优化医疗资源配置

通过AI对患者进行风险分层，可实现医疗资源的精准投放。例如，在GDM筛查中，低风险人群可免于OGTT检查，仅接受常规产检；而高风险人群则被优先安排进一步检测与营养干预。类似地，在乳腺癌筛查中，AI可将BI-RADS 3类以下的良性结节自动归类，减少不必要的穿刺活检^[3]。这种“分流—聚焦”机制有效缓解了三级医院的接诊压力，同时提高了高危患者的管理效率，实现了医疗资源的帕累托改进。

3.4 促进标准化诊疗

妇产科部分疾病的诊断标准复杂，如PCOS需综合三项指标，临床执行中常因医师理解差异导致诊断不一致。AI系统依据统一算法执行判断，确保Rotterdam标准等指南被严格、一致地应用，减少了地域、医院甚至个体医师间的诊疗差异。这种标准化不仅提升了诊断质量，也为多中心研究和流行病学调查提供了可靠的数据基础，推动了循证医学在妇产科领域的深入实践。

4 未来发展方向

4.1 多模态融合与纵向追踪

未来的AI系统不应局限于单一数据源，而应深度融合影像、基因组学、代谢组学、可穿戴设备监测及生活方式问卷等多维信息，并基于女性从备孕、妊娠到产后乃至更年期的全生命周期数据进行动态风险建模。这种“一人一策”的个性化健康管理，将真正实现从疾病筛查向健康促进的转变。

4.2 联邦学习与隐私计算

为破解数据孤岛与隐私保护的两难困境，联邦学习（Federated Learning）技术提供了一种可行路径。该技术允许多家医疗机构在不共享原始数据的前提下协同训练全局模型，本地数据始终保留在院内，仅交换加密的模型参数^[4]。结合差分隐私、同态加密等隐私计算手段，可在保障数据安全的同时提升模型的泛化能力与鲁棒性。

4.3 人机协同决策机制

AI的定位应是医生的“智能助手”，而非决策替代者。未来系统应支持交互式修正功能，允许医师对AI建议提出异议并标注原因，这些反馈可自动用于模型的在线学习与迭代优化。同时，AI应提供清晰的置信度评分与不确定性提示，帮助医生判断何时依赖、何时质疑其输出，构建互信、互补的人机协作生态。

4.4 加强真实世界研究（RWS）

实验室环境下的高性能不等于临床实效。亟需开展大规模、前瞻性、多中心的真实世界研究，系统评估AI在常规门诊中的长期效果、成本效益、医师接受度及患者满意度。此类研究不仅能验证技术价值，还可为医保支付、临床指南更新提供循证依据。

4.5 完善法规与伦理框架

政策制定者应加快出台针对AI辅助诊断的专门法规，明确产品注册、临床验证、责任认定、数据使用及患者知情同意等关键环节的操作规范。同时，建立由医学、法律、伦理、技术专家组成的多学科审查委员会，对高风险AI应用进行前置伦理评估，确保技术发展始终服务于人的健康与尊严。

5 结语

人工智能辅助诊断在妇产科门诊常见疾病筛查中已展现出卓越的准确性与显著的临床应用价值。其在提升筛查效率、降低漏诊率、优化资源配置等方面具有不可替代的优势，尤其在宫颈癌、乳腺癌等重大疾病的早筛早治中潜力巨大。未来，应坚持“以患者为中心、以医生为主导”的原则，推动AI从“技术可行”走向“临床可信、伦理可接受、制度可支撑”的成熟应用阶段，最终实现妇产科医疗服务的智能化转型与全民健康覆盖目标。

参考文献

- [1]黄孜璇,王虹.人工智能技术在妇产科诊治和患者管理中的应用研究进展[J].实用妇产科杂志,2025,41(10):820-824.
- [2]狄文,金明珠.人工智能技术在妇产科应用中的思考与挑战[J].中国实用妇科与产科杂志,2025,41(01):11-14.
- [3]高宇,郎景和,李雷.人工智能对妇产科学的挑战和推动[J].国际妇产科学杂志,2024,51(06):601-606.
- [4]陈春林,李朋飞,陈晓林.微无创与人工智能的融合:妇产科疾病诊治的未来[J].中国实用妇科与产科杂志,2024,40(09):867-871.