

人工智能辅助肿瘤病理诊断的准确性评估与标准化建议

马举问

昭通卫生职业学院 云南 昭通 657000

摘要: 文章聚焦人工智能辅助肿瘤病理诊断,探讨其技术基础、准确性评估与标准化建设。技术上,数字病理与AI融合,承担多元诊断任务,但数据来源与标注存在挑战。准确性评估构建多层次框架,选取关键指标。分析技术、临床、系统层面影响因素后,从技术、临床应用、管理与伦理三方面提出标准化建议,旨在提升诊断准确性,推动AI辅助诊断规范化、可持续发展。

关键词: 人工智能;肿瘤病理诊断;准确性评估;标准化建议

引言:肿瘤病理诊断对肿瘤治疗至关重要,传统方法依赖人工,存在效率低、易受主观因素影响等问题。随着人工智能发展,AI辅助肿瘤病理诊断成为研究热点。其融合数字病理与AI技术,可实现自动化分析解读,提高诊断效率、降低误差。然而,AI辅助诊断在准确性评估与标准化方面面临诸多挑战,本文将深入探讨相关问题并提出建议。

1 AI辅助肿瘤病理诊断的技术基础

1.1 数字病理与AI技术融合

数字病理是AI辅助肿瘤病理诊断的核心载体,通过全切片成像技术将传统病理切片转化为高分辨率数字图像,为AI算法提供可处理的数据源。AI技术与数字病理的深度融合,打破了传统病理诊断依赖人工观察的局限,实现了病理图像的自动化分析与解读。全切片成像技术需保证图像清晰度、色彩还原度与组织完整性,为AI模型提供高质量输入;AI技术则依托深度学习、计算机视觉等算法,对数字图像进行特征提取、模式识别与分类判断^[1]。二者融合构建了“图像获取-算法分析-结果输出”的闭环体系,大幅提升病理诊断效率,同时降低人为误差,为肿瘤的早期筛查、分型分级提供精准技术支撑,推动病理诊断从经验驱动向数据驱动转型。目前,该融合技术已在肺癌、乳腺癌等常见肿瘤诊断中初步应用,展现出良好临床潜力。

1.2 AI在病理诊断中的主要任务

AI在肿瘤病理诊断中承担多元核心任务,覆盖诊断全流程各关键环节,形成对人工诊断的有效辅助。首要任务为肿瘤区域检测与定位,通过算法自动识别数字切片中疑似肿瘤病灶,标记异常区域边界,减少病理医师对全切片的盲目观察,提升病灶检出率。其次是肿瘤分型与分级,基于海量标注数据训练的AI模型,可提取肿瘤细胞的形态学、纹理特征,区分不同类型肿瘤及恶性

程度等级,为治疗方案制定提供依据。AI还可完成预后评估相关任务,通过分析肿瘤微环境、细胞增殖指数等特征,预测患者疾病进展、复发风险及生存期。另外,在免疫组织化学检测中,AI能精准量化标志物表达水平,避免人工计数的主观性偏差。这些任务相互衔接,既减轻了病理医师的工作负荷,又通过标准化分析提升诊断一致性,尤其在基层医疗机构病理资源匮乏场景中,可有效弥补诊断能力短板。

1.3 数据来源与标注挑战

AI辅助肿瘤病理诊断的发展高度依赖高质量数据,但其数据来源与标注工作面临多重挑战。数据来源方面,优质数据多集中于三甲医院,基层医疗机构数据量少、质量参差不齐,且不同机构的切片制备流程、染色标准存在差异,导致数据异构性强,难以形成统一数据集。肿瘤病理数据包含患者隐私信息,受伦理法规约束,数据共享机制不健全,进一步加剧数据稀缺问题。标注环节的挑战更为突出,病理图像标注需由资深病理医师完成,不仅耗时耗力,且标注结果受医师经验、判断标准影响,存在主观性差异,易产生标注噪声。肿瘤病理特征复杂,部分交界性病变、罕见肿瘤的标注缺乏统一标准,导致标注一致性难以保证。而AI模型性能与标注数据的数量、质量直接相关,数据稀缺与标注不规范问题,严重制约了AI模型的泛化能力与临床适用性,成为技术落地的核心瓶颈。

2 准确性评估方法与指标

2.1 评估框架设计

AI辅助肿瘤病理诊断准确性评估需构建科学系统的框架,实现对模型性能的全面、客观考量,为临床应用提供可靠依据。评估框架应遵循“多层次、全场景”原则,涵盖模型开发、内部验证、外部验证及临床验证四个核心阶段。开发阶段采用交叉验证法,将训练数据集

拆分,通过多次迭代训练与验证,初步评估模型的稳定性与拟合能力,避免过拟合问题。内部验证聚焦数据集一致性,验证模型在同一机构、同批次数据中的诊断准确性。外部验证是关键环节,需引入不同机构、不同制备标准的独立数据集,测试模型的泛化能力,排查数据异构性带来的性能波动。临床验证则需结合实际诊疗场景,由病理医师与AI模型同步诊断,对比分析诊断结果,评估模型对临床工作的实际辅助价值^[2]。框架需纳入质量控制模块,规范数据录入、标注及评估流程,确保评估结果的可靠性与可重复性,为AI模型的临床转化奠定基础。

2.2 关键评估指标

关键评估指标作为衡量AI辅助肿瘤病理诊断准确性的核心工具,其选取必须紧密结合病理诊断的独特特点,构建一套兼具高度针对性与强大实用性的指标体系。核心基础指标中,准确率能够直观反映模型在整个诊断过程中做出正确判断的比例,是评估模型整体性能的基础。灵敏度则聚焦于对阳性病灶的检出能力,在肿瘤诊断里,高灵敏度意味着能尽可能多地发现潜在的肿瘤病灶,避免漏诊。特异度体现的是模型区分肿瘤与正常组织的精准程度,高特异度可减少将正常组织误判为肿瘤的情况。三者相互配合,能全面评估模型的基本诊断效能。针对肿瘤区域检测任务,精确率可有效减少假阳性标注带来的干扰,避免将非肿瘤区域误标为肿瘤;召回率则确保病灶无遗漏,防止漏掉真正的肿瘤区域,二者平衡可显著提升检测可靠性。在肿瘤分型分级任务中,采用Kappa系数评估模型结果与人工诊断的一致性,能有效规避人工诊断的主观判断偏差。另外,ROC曲线及AUC值可直观呈现模型的鉴别能力,AUC值越接近1,表明模型在区分不同类型或级别肿瘤时的性能越优异。这些指标相互补充,共同构成完整评估体系,为AI模型的优化和临床应用提供坚实量化依据。

3 AI辅助肿瘤病理诊断准确性影响因素分析

3.1 技术层面影响因素

技术层面是影响AI辅助肿瘤病理诊断准确性的核心因素,涵盖算法性能、图像质量及模型构建等多个维度。算法本身的局限性的直接制约诊断效果,深度学习模型对数据分布敏感,若训练数据存在偏差,易导致模型泛化能力不足,在罕见肿瘤诊断中准确性大幅下降;传统算法则难以精准提取复杂肿瘤的细微形态特征,影响诊断精度^[3]。图像质量是基础保障,全切片成像设备的分辨率、扫描速度,以及切片制备中的染色均匀度、组织固定质量等,均会导致图像出现模糊、伪影等问题,干扰AI模型特征识别。模型构建过程中,训练数据的数量

与质量、特征工程的合理性,以及模型参数的优化程度,也会影响诊断准确性。AI模型的可解释性不足,难以明确诊断依据,既不利于医师判断,也制约了模型在复杂病例中的应用,成为技术层面的重要短板。

3.2 临床层面影响因素

临床层面因素从实际应用场景出发,对AI辅助肿瘤病理诊断准确性产生重要影响,核心在于临床场景复杂性与医师参与度。肿瘤本身的异质性是关键挑战,同一肿瘤类型在不同患者体内的形态特征、侵袭程度存在差异,甚至同一病灶内也存在异质性,导致AI模型难以全面覆盖所有临床表型。临床诊疗流程的差异性也会影响诊断效果,不同医疗机构的病理检查流程、诊断标准不统一,部分病例存在样本量不足、临床信息缺失等问题,导致AI模型输入数据不完整。医师的专业能力与使用习惯同样重要,若医师对AI模型的诊断逻辑不熟悉,难以有效结合临床经验修正模型结果,甚至过度依赖模型输出,可能导致误诊;而基层医师对AI工具的操作熟练度不足,也会间接影响诊断准确性。临床中的罕见病例、交界性病变等特殊情况,因训练数据稀缺,模型诊断准确性难以保障。

3.3 系统层面影响因素

系统层面影响因素贯穿AI辅助诊断全流程,涉及数据管理、软硬件适配及标准化建设等多个方面,间接影响诊断准确性。数据管理体系不完善是重要问题,缺乏统一的数据采集、存储与共享标准,导致数据分散、格式不统一,难以形成规模化高质量数据集,影响模型训练效果;数据安全与隐私保护机制不健全,限制了跨机构数据协作,进一步加剧数据瓶颈^[4]。软硬件适配性不足也会制约性能发挥,AI算法对硬件算力要求较高,基层医疗机构硬件设备滞后,可能导致模型运行卡顿、分析结果延迟,甚至出现特征提取偏差;而软件系统与医院现有病理信息系统不兼容,易导致数据传输丢失、格式转换错误,影响诊断准确性。缺乏完善的质量控制与校准体系,AI模型部署后未定期维护与优化,难以适应临床数据的动态变化,导致诊断准确性逐渐下降。

4 AI辅助肿瘤病理诊断标准化建设的关键环节与建议

4.1 技术标准化建议

技术标准化是推动AI辅助肿瘤病理诊断规范化发展的核心,需从数据、算法、设备三方面构建统一标准体系。数据层面,制定统一的数据采集与标注标准,规范切片制备、染色流程、图像扫描参数,确保数据格式、质量一致;建立跨机构数据共享平台,完善数据脱敏机制,在保障隐私安全的前提下实现数据资源整合,扩大

训练数据集规模。算法层面,明确AI模型开发的技术规范,统一模型训练、验证、测试的流程与方法,要求模型具备可解释性,提供诊断依据;建立算法性能评估的统一标准,确保不同模型的评估结果具有可比性。设备层面,规范全切片成像设备的技术参数、校准流程与质量控制标准,明确设备准入门槛,避免因设备差异导致图像质量参差不齐。推动AI模型的迭代优化与版本管理,建立模型更新的标准化流程,确保技术应用的稳定性与可靠性。

4.2 临床应用标准化建议

临床应用标准化需聚焦实际诊疗场景,打通AI技术与临床病理诊断的衔接壁垒,提升应用规范性与准确性。首先,制定AI辅助诊断的临床应用指南,明确模型的适用范围、应用场景及操作流程,界定AI结果与人工诊断的职责边界,要求医师对AI输出结果进行复核,尤其针对罕见病例、交界性病变需结合临床经验综合判断。其次,统一临床数据录入标准,确保病例的临床信息、病理特征等数据完整录入,为AI模型提供全面输入;建立AI诊断结果的报告规范,明确报告内容、格式与解读方式,方便临床医师理解与应用。另外,加强医师的专业培训,开展AI辅助诊断技术的专项培训,提升医师对模型的操作能力、结果解读能力及误差修正能力。同时,建立临床应用反馈机制,收集医师使用过程中的问题与建议,为技术优化与标准完善提供依据,形成“应用-反馈-优化”的良性循环。

4.3 管理与伦理标准化建议

管理与伦理标准化是AI辅助肿瘤病理诊断可持续发展的重要保障,需兼顾行业管理、隐私保护与伦理规范。管理层面,建立AI医疗产品的准入审批标准,明确AI辅助诊断系统的技术要求、性能指标与临床验证流程,严格把控产品质量;完善医疗机构的AI应用管理制度,规范模型部署、维护、更新的全流程管理,建立质量控制小

组,定期检查诊断准确性与应用规范性^[5]。伦理层面,强化数据隐私保护,制定病理数据采集、使用、共享的伦理准则,明确数据所有权与使用权,采用数据脱敏、加密等技术手段,防止患者隐私泄露。建立AI诊断的伦理审查机制,评估模型应用可能带来的伦理风险,如误诊导致的医疗纠纷、数据滥用引发的信任危机等;保障患者的知情权与选择权,在使用AI辅助诊断前,向患者充分说明技术特点、局限性及诊断流程,尊重患者意愿。加强行业自律,规范AI技术研发与应用行为,推动形成公平、公正、负责任的行业生态。

结束语

人工智能辅助肿瘤病理诊断前景广阔,虽在技术融合、诊断任务承担上已取得一定成果,但准确性受技术、临床、系统等多层面因素影响,且标准化建设亟待完善。通过构建技术、临床应用、管理与伦理标准化体系,可提升诊断准确性,推动其规范化发展。未来,需各方协同,持续优化技术、完善标准,让AI更好地服务于肿瘤病理诊断。

参考文献

- [1]杨磊,陈宽,陈丹丹.人工智能辅助CT诊断肝脏肿瘤与病理活检穿刺的一致性研究[J].中西医结合肝病杂志,2023,33(11):1022-1025.
- [2]胡文秀,巢娅妮,吴茂林.三维剪切波弹性成像联合人工智能辅助对乳腺肿瘤良恶性鉴别的诊断价值[J].影像研究与医学应用,2025,9(19):168-170.
- [3]高璐滢,马丽媛,夏宇,等.人工智能辅助诊断系统鉴别甲状腺滤泡性肿瘤[J].中华超声影像学杂志,2025,34(3):210-215.
- [4]齐超,王昱.人工智能在诊断病理学中的应用[J].诊断病理学杂志,2025,32(5):590-595.
- [5]宋绪峰,刘康,苏静.人工智能在皮肤黑色素细胞肿瘤病理诊断中的研究进展[J].中华病理学杂志,2025,54(1):87-92.