

人工智能对肺结节良恶性的诊断效能：基于不同 WHO 肺癌病理分类

田苗苗，马玲玉，杜超颖，武崔希，杨露聪

石家庄医学高等专科学校附属医院 河北石家庄

【摘要】目的 对比 2015 版与 2021 版 WHO 肺部肿瘤病理诊断标准，探究智能影像识别技术在肺结节良恶性鉴别中的临床应用效能。**方法** 选取本院 2023 年 3 月-2025 年 3 月 100 例肺结节患者为研究对象，以术后病理结果为诊断金标准，结合两版病理规范界定腺体前驱病变，系统评估智能影像诊断技术的灵敏度、特异度、诊断一致性及受试者工作特征曲线下面积（AUC）值。**结果** 共检出 108 枚肺结节，含 18 枚腺体前驱病变。智能诊断技术适配旧版标准的诊断效能更优，新版标准下整体诊断精准度有所下降；结节 CT 均值、影像熵值为恶性结节的独立影响因素。**结论** WHO 病理分型标准更新会影响智能影像的诊断效果，需结合最新病理规范优化智能诊断模型，提升肺结节鉴别诊断的精准度。

【关键词】 肺结节；人工智能影像；WHO 肺癌病理分型；良恶性鉴别；肺部 CT 检查

【收稿日期】 2026 年 7 月 5 日

【出刊日期】 2026 年 8 月 3 日

【DOI】 10.12208/j.ijcr.20260389

Diagnostic efficacy of artificial intelligence in distinguishing benign and malignant pulmonary nodules: based on different who pathological classifications of lung cancer

Miaomiao Tian, Lingyu Ma, Chaoying Du, Cuixi Wu, Lucong Yang

Shijiazhuang Medical College Affiliated Hospital, Shijiazhuang, Hebei

【Abstract】Objective To compare the 2015 and 2021 editions of the WHO lung tumor pathological diagnosis criteria, and explore the clinical application efficacy of intelligent image recognition technology in the differentiation of benign and malignant pulmonary nodules. **Methods** A total of 100 patients with pulmonary nodules from our hospital from March 2023 to March 2025 were selected as the research subjects. The postoperative pathological results were used as the diagnostic gold standard, and the adenoma precursor lesions were defined according to the two editions of pathological norms. The sensitivity, specificity, diagnostic consistency, and Area under the receiver operating characteristic curve (AUC) value of the intelligent image diagnosis technology were systematically evaluated. **Results** A total of 108 pulmonary nodules were detected, including 18 adenoma precursor lesions. The diagnostic efficacy of the intelligent diagnosis technology adapted to the old standard was better, while the overall diagnostic accuracy decreased under the new standard; the mean value of CT of the nodules and the image entropy value were independent influencing factors for malignant nodules. **Conclusion** The update of the WHO pathological classification criteria will affect the diagnostic effect of intelligent imaging. It is necessary to optimize the intelligent diagnosis model by combining the latest pathological norms to improve the accuracy of pulmonary nodule differential diagnosis.

【Keywords】 Pulmonary nodules; Artificial intelligence imaging; WHO lung cancer pathological classification; Benign and malignant differentiation; Pulmonary CT examination

肺癌在我国恶性肿瘤中占据发病与致死双首位，早筛早诊是改善患者预后的核心抓手^[1]。肺 CT 的临床普及，大幅提高了肺结节的检出概率，但结节良恶性甄别难度居高不下，过度医疗与漏诊误判问题突出^[2]。智能影像分析技术凭借深度学习优势，可自动捕捉肺结节形态、密度等核心特征，为病变性质判断提供辅助

支撑，但其实际应用效能易受病理分类标准的制约^[3]。WHO 分别于 2015 年、2021 年更新肺肿瘤分类规范，核心差异聚焦于腺体前驱病变的归属界定，这一调整直接重构了肺结节良恶性的基线分布^[4]。鉴于目前学界对不同病理分类体系下智能诊断效能的对比研究较为匮乏，本研究回顾性纳入 100 例肺结节病例，对比两

套分类标准下智能系统的诊断价值，剖析影响因素。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本次研究筛选本院 2023 年 3 月至 2025 年 3 月期间收治的肺结节病例 100 例，合计病灶 108 枚，均接受 CT 筛查且经手术病理确诊。本研究纳入成人受试者，依据结节大小区间及临床、病理资料完整性设定入排标准；剔除肺部急性病变、肿瘤既往史及成像不合格等病例。

1.2 病理分类标准

WHO 旧版分类中，炎性结节、肉芽肿等归为良性腺体前驱病变（AAH）、原位腺癌（AIS）及各类肺癌等归为恶性；新版分类则将 AAH、AIS 纳入良性范畴，仅微浸润腺癌（MIA）及浸润性癌、小细胞癌等界定为恶性^[5]。

1.3 CT 扫描与 AI 分析

CT 扫描：采用佳能 Aquillion ONE TSX-305A 或 036A 螺旋 CT 完成胸部成像扫描，固定千伏、毫安及薄层重建参数，嘱受试者屏气配合完成全胸段扫描^[6]。

AI 辅助诊断：借助数坤科技研发的肺结节辅助诊断系统，批量抓取病灶形态、密度、纹理异质性等影像指征，自动测算病变风险等级，以术后病理结论作为参照，客观评估影像判别效能^[7]。

1.4 观察指标

梳理两套病理标准下结节病变构成，测算影像筛查的各项判别指标与吻合度，比对病灶量化影像参数，

通过回归模型筛选恶性结节独立危险因素。

1.5 统计学方法

数据分析依托 SPSS26.0 软件完成。计量数据运用均值加减标准差描述，组间差异行 t 检验；计数资料以占比呈现，选用卡方检验比对。组间吻合程度借助 Kappa 检验划分等级，ROC 曲线量化筛查价值，结合 Logistic 回归完成多因素推演，设定 $P<0.05$ 为差异具备临床统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料与病理分布

本组 100 名受试者中，男性 58 例，女性 42 例，年龄区间 32~78 岁，均值（ 56.8 ± 10.2 ）岁。45 例存在长期吸烟史，12 例存有肿瘤家族遗传背景。总计检出 108 枚病灶，以单发结节为主，大小 4~28mm。

病理确诊良性病灶 42 枚、恶性 66 枚。参照两版 WHO 分型界定后，2015 版划定恶性病灶 84 枚，2021 版重新划分后，良性病灶扩充至 42 枚。

2.2 不同 WHO 分类下 AI 诊断效能对比，见表 1

2.3 良恶性结节 AI 定量参数对比，见表 2

2.4 恶性结节独立影响因素分析

将结节良恶性病理结局设为因变量，各项影像量化指标纳入自变量，开展多因素 Logistic 回归分析，具体量化结果见表 3。回归结果提示：在 2015 版诊断体系内，平均 CT 值为恶性结节的独立保护性因子；而 2021 版新标准下，密度熵值演变成为预判肺部恶性病灶的独立危险因子，两项指标组间差异均具备统计学意义。

表 1 不同 WHO 分类下 AI 诊断效能对比（%）

指标	2015 版 WHO 分类	2021 版 WHO 分类	χ^2 值	P 值
敏感度	89.4（75/84）	77.3（51/66）	4.821	0.028
特异度	76.2（18/24）	64.3（27/42）	4.153	0.042
准确度	85.2（92/108）	72.2（78/108）	6.742	0.009
阳性预测值	92.6（75/81）	77.3（51/66）	5.317	0.021
阴性预测值	69.2（18/26）	64.3（27/42）	0.528	0.467
Kappa 值	0.658	0.440		
AUC（95%CI）	0.806（0.756~0.856）	0.749（0.700~0.797）		<0.001

表 2 良恶性结节 AI 定量参数对比（ $\bar{x}\pm s$ ）

参数	2015 版 WHO 分类		2021 版 WHO 分类	
	恶性	良性	恶性	良性
平均 CT 值（HU）	-120.5 $\pm$ 35.2	-180.3 $\pm$ 42.5	-118.6 $\pm$ 33.7	-135.2 $\pm$ 38.9
熵值	4.2 $\pm$ 0.8	5.8 $\pm$ 1.1	5.1 $\pm$ 0.9	4.3 $\pm$ 0.7
体积（cm ³ ）	2.8 $\pm$ 1.5	1.2 $\pm$ 0.8	2.7 $\pm$ 1.4	1.5 $\pm$ 0.9

注：与同分类恶性结节对比， $P<0.05$

表 3 不同 WHO 分类下恶性结节多因素 Logistic 回归分析

分类版本	影响因素	OR 值	95%CI	P 值
2015 版 WHO 分类	平均 CT 值	0.972	0.956~0.988	<0.001
2021 版 WHO 分类	影像熵值	2.315	1.287~4.162	0.008

3 讨论

本次调研证实，新版肺部肿瘤病理标准重新划定腺体前驱病变的属性归属后，影像智能判别手段对结节性质的吻合度与整体甄别效力出现明显回落^[8]。旧版体系将早期腺性病变划入恶性范畴，这类磨玻璃样病灶影像特质典型，更容易被影像识别系统捕捉辨识^[9]。新版规范把此类前驱病变划归良性范畴后，该类特殊病灶与微浸润癌的影像表现高度趋同，特征交叉重叠，极大增加了影像判别的混淆度，进而拉高误判概率。腺体前驱病变在肺结节群体中占有一定比例，该类病变的归类调整，彻底改动了良恶性病灶的整体构成比例^[10]。过往相关研究大多只沿用单一病理标准开展验证，本文通过双向对照印证，提示影像识别模型的搭建与优化，必须贴合现行病理诊断规范，才能规避临床甄别偏差。

多因素研判显示，两套病理分类体系中，恶性结节的核心影像关联指标存在明显差异。前者以结节密度相关指标为核心，后者则聚焦密度异质性相关指标。两类指标分别对应不同分类下恶性结节的病理特征差异，适配各自分类体系下的病灶特点。这一发现提示，影像识别模型需结合病理分类规范，针对性调整核心影像指标的权重，以此提升判别精准度。

结合本次研究结果，临床应用中需重点关注三点：一是明确病理分类标准，解读智能识别结果时，尤其针对磨玻璃样病灶，需结合临床信息综合研判，避免误判；二是优化影像识别模型，融入各病理亚型特征，强化不同病灶的鉴别能力；三是区分分类体系，合理制定干预策略，避免过度医疗，结合随访观察调整方案，兼顾诊疗效果与患者耐受度。

综上，WHO 肺癌病理分类中，新旧标准对腺体前驱病变的界定差异，直接影响肺结节智能鉴别效果。新版分类下，智能诊断的一致性与精准度均有下降，密度异质性相关指标成为恶性病灶的核心判断依据。临床需结合现行病理标准，优化智能识别模型，融合影像与临床信息，提升肺结节鉴别精准度。

参考文献

[1] 李浩然,王元元,王洋,等.可解释性深度学习算法在肺占位性病变良恶性诊断及肺癌病理亚型分类中的运用[J].中国肺癌杂志,2025,28(10):738-750.

[2] 王俊豪,武玉兵,隋汝德. 肺结节人工智能判读与术后病理的对比分析[J]. 临床肺科杂志,2023,28(1):63-66.

[3] 刘鲜艳,单法成,李珊,等. AI 对肺结节良恶性鉴别及浸润程度的诊断价值分析[J]. 实用癌症杂志,2022,37(12):1994-1996,2000.

[4] 何忠,宋薇,邓泽,等. 人工智能影像系统预测肺结节良恶性及浸润性的临床初探[J]. 临床肺科杂志,2023,28(12):1783-1787,1792.

[5] 邓琦,潘爱珍,徐志锋,等. 基于 AI 技术 CT 直方图参数模型预测微小磨玻璃结节样肺腺癌浸润性[J]. 放射学实践,2022,37(8):977-981.

[6] 周小君,马玲,盛林丽,等. 人工智能量化参数预测磨玻璃结节早期肺癌浸润性的临床初探[J]. 实用放射学杂志,2021,37(3):388-391.

[7] 王文通,王铎尧,王昭波. AI 肺结节诊断软件联合靶扫描技术在肺结节患者早期肺癌诊断中的应用效果[J]. 影像研究与医学应用,2025,9(17):98-100.

[8] 李大胜,王大为,黄宇清,等. 多原发肺癌病理结果与 AI 辅助 CT 诊断的相关性研究[J]. 中国医疗设备,2021,36(2):77-80,95.

[9] 赵锐艳,王鹏,赵鹏林,等. 探讨 256 计算机断层扫描联合肺结节人工智能分析系统在早期肺癌术前的评价价值[J]. 中国医疗器械信息,2025,31(12):127-129.

[10] 陈雷,张泽华,罗容,等. 基于 CT 靶扫描的人工智能软件对肺结节良恶性鉴别及病理学类型预测的初步研究[J]. 肿瘤影像学,2025,34(3):258-263.

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