

肺结节 CT 可视影像学特征评分预测病理性质的诊断价值

甘雄辉, 潘永军, 罗艳梅, 韦乐心, 韩秋丽

【摘要】 目的:探讨肺结节可视影像学特征评分预测病理性质的诊断价值。**方法:**回顾性分析 2020 年 1 月—2021 年 12 月经手术病理证实的肺实性结节、纯磨玻璃结节、混合磨玻璃结节共 185 例的 CT 资料。按照病理性质分为良性病变、浸润前病变、微浸润病变、浸润病变。良性病变为炎性结节, 浸润前组包括 AAH 及 AIS, 微浸润组为 MIA, 浸润组为 IAC。4 组临床资料计量数值符合正态分布的采用单因素方差分析, 不符合正态分布的采用 Kruskal-wallis H 检验。筛选有统计意义的变量进行有序 logistic 回归分析, 再筛选公认的恶性征象分叶征、毛刺征、胸膜凹陷征、空泡征、大小作为构建 logistic 回归模型, 利用 ROC 曲线下的面积(AUC)比较 logistic 回归模型、大小及评分分值诊断浸润病变效能。**结果:**单因素方差分析中良性组、浸润前组、微浸润组、浸润组年龄差异无统计学意义($P>0.05$), 良性组评分分值 2.1 ± 0.87 , 浸润前组评分分值 2.6 ± 1.77 , 微浸润组 2.6 ± 1.34 , 浸润组评分分值 4.9 ± 1.72 , 差异具有统计学意义($P<0.05$); Kruskal-wallis H 检验性别、大小、分叶征、毛刺征、胸膜凹陷征、空泡征、血管支气管扭曲征差异有统计学意义($P<0.05$), 而血管集束征差异无统计学意义($P>0.05$); 有序 logistic 回归分析显示分叶、毛刺、大小为浸润病变的独立危险因素, ROC 下曲线面积 logistic 回归模型 $AUC=0.880$, 敏感度 0.823, 特异度 0.819; 评分分值 $AUC=0.882$, 评分分值临界值是 3.25, 敏感度 0.832, 特异度 0.791; 大小 $AUC=0.770$; 大小临界值 11.7 mm, 敏感度 0.743, 特异度 0.708。**结论:**肺结节可视影像学特征评分分值和 logistic 回归模型诊断效能相当, 可作为预测肺结节浸润病变的一种补充手段。

【关键词】 肺结节; 肿瘤分级; 体层摄影术, X 线计算机; 诊断

【中图分类号】 R521.6; R730.4; R814.4; R44 **【文献标志码】** A

【文章编号】 1000-0313(2023)06-0709-06

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.06.007

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The value of CT visual score in predicting pathology of pulmonary nodules GAN Xiong-hui, PAN Yong-jun, LUO Yan-mei, et al. Department of Radiology, Liu Zhou People Hospital, Guangxi 545006, China

【Abstract】 Objective: To explore the value of visual score in predicting pathology of pulmonary nodules. **Methods:** 185 cases of CT data of pulmonary nodules from January 2020 to December 2021 were analyzed retrospectively, which were confirmed by surgery and pathology. According to the pathology, these cases was divided into benign lesions, pre-invasive lesions, minimally invasive lesions and invasive lesions. The benign lesions were mainly inflammatory nodules, Pre-invasive lesions included AAH and AIS. The data of four groups consistent with the normal distribution were analyzed with one-way ANOVA, otherwise, Kruskal-Wallis H test was used. lobulation sign, spiculation, pleural indentation sign, vacuole sign, the size were screened by ordered Logistic regression analysis and followed by establishing the logistic regression model. Receiver operating characteristic curve (ROC) was performed to evaluate the diagnostic performance of the logistic regression model, the size and scores. **Results:** There was no significant difference in age among the four groups ($P>0.05$). The CT visual scores of benign group (2.1 ± 0.87), pre-invasive group (2.6 ± 1.77), minimally invasive group (2.6 ± 1.34) and invasive group (4.9 ± 1.72) were significantly different ($P<0.05$). There were significant difference in lobular sign, spiculation, pleural indentation sign, vacuole sign, vascular-bronchial distor-

作者单位: 545006 广西, 广西柳州市人民医院放射科

作者简介: 甘雄辉(1974—), 男, 广西扶绥县人, 副主任医师, 主要从事呼吸系统影像诊断工作。

通讯作者: 潘永军, E-mail: 229541474@99.com

基金项目: 广西壮族自治区卫生健康委员会计划项目(Z-B20221376)

tion sign and gender among the four groups ($P < 0.05$), except vascular bundle sign. Logistic regression analysis showed that the lobulation sign, spiculation and the size were independent risk factors for predicting the pathological invasiveness. AUC of logistic regression model was 0.880, sensitivity 0.823, specificity 0.819; AUC of the CT visual score was 0.882. The cut off value of the score was 3.25, the sensitivity was 0.832 and the specificity was 0.791; The AUC of the size was 0.770, the cut value of the size was 11.7 mm, the sensitivity was 0.743 and the specificity was 0.708. **Conclusion:** The efficiency of CT visual score of pulmonary nodules was a good prediction method, which can be used as a reliable means to predict the pathology of pulmonary nodules.

[Key words] Pulmonary nodule; Neoplasm grading; Tomography, X-ray computed; Diagnosis

近年关于肺结节的研究模式与方法诸多,绝大多数集中于影像组学模型的构建预测,如张鹏举等^[1]利用 CT 值、CTR、深分叶征、毛刺、血管改变及支气管改变构建 logistic 回归模型诊断效能 AUC 0.840。赵娇等^[2]用年龄、GGN 类型、病灶边缘形态、胸膜凹陷征、空气支气管征、病灶直径、CT 值和相对 CT 值构建 Logistic 回归模型 AUC 值 0.813, 诊断敏感度 81.3%, 特异度 60.9%。钟华等^[3]用年龄、性别、结节最大径、实性占比、空泡征构建 Logistic 回归模型, 该模型预测 ≤ 20 mm 的 SPN 为恶性 AUC 0.850。诸多文献中构建的各种影像组学回归模型预测效能 AUC 值都能达到较高水准, 但最近国内有专家指出影像组学模型的泛化性及易用性仍面临诸多不完善地方^[4]。目前国内利用肺结节评分预测病理类型鲜有报道, 另外, AI 检测过高的假阳性导致过度诊断与治疗, 一定程度上增加受检者焦虑心理。因此, 有效地对肺部结节进行鉴别诊断, 快速明确其良恶性, 尽早切除恶性结节, 是肺部结节诊断治疗的关键^[5]。

本文利用肺结节 CT 可视征象评分赋值方法, 探讨简易的可视征象评分值预测病理类型的诊断价值, 以达到快速预测结节的性质。

材料与方法

1. 一般资料

搜集 2020 年 1 月—2021 年 12 月肺部结节(实性结节、纯磨玻璃结节、混合磨玻璃结节)病例及手术后有病理结果共 185 例, 所有病例均为单发肺结节。男 71 例, 女 114 例, 女患者年龄 23~81 岁, 平均年龄 (56.4 ± 11.3) 岁, 男患者年龄 30~80 岁, 平均年龄 (57.6 ± 12.4) 岁。纳入标准: ①术前 1 个月内接受胸部常规 CT 扫描; ②肺结节直径(长径+短径)/2 ≤ 30 mm; ③纯磨玻璃结节经过 6~12 个月后复查无变化的; ④无肺部、胸膜、纵膈淋巴结转移; ⑤术前肺部无手术治疗史。排除标准: ①实性结节中有斑点钙化; ②磨玻璃结节瘤-肺界面模糊不清的或经过 3~12 个月复查有缩小的。

2. 检查方法

采用飞利浦 64 层螺旋 CT 扫描, 扫描参数: 管电压 100~120 kV, 层厚 5 mm, 采用高分辨骨算法进行重建, 重建层厚 1 mm, 层间隔 0.7 mm。扫描范围: 按正常胸部扫描包全肺尖及膈顶。肺窗窗宽 1600 HU, 窗位 550~600 HU, 纵隔窗窗宽 400~450 HU, 窗位 40~50 HU。在 pacs 系统后处理工作站进行多平面重建(MPR)观察分析, 保存相关图像。

3. CT 征象分析

由两名 10 年以上从事胸部影像诊断医师对所有病例共同分析, 协商结果达成一致。分析肺结节的可视影像学特征包括: 病灶位置(右肺上叶、中叶、下叶; 左肺上叶、下叶), 病灶形态(实性结节、纯磨玻璃结节、混合磨玻璃结节), 分叶征, 毛刺征, 胸膜牵拉征, 空泡征, 血管束束征, 血管-支气管扭曲征, 大小(既在肺窗结节最大层面上测量最长径及与其垂直的最长短径之和的 1/2)。笔者对本组资料影像征象进行因子分析, 观察各因子的权重系数大小(表 1), 即主观与客观结合的赋值方法, 给予每个征象赋一定分值 0.5~2 分(表 1)病灶状态、分叶征、毛刺征、胸膜牵拉征、空泡征、大小、血管细支气管扭曲征的权重系数相当(0.664~0.729), 理应各赋值 1 分, 而血管束束征权重系数较高为 0.887, 结合本组资料认为该征象诊断浸润病变特异度高, 但敏感度低, 赋值 1 分为宜。据本组资料显示病灶状态(实性结节、纯磨玻璃结节、混合磨玻璃结节), 实性结节多为良性, 纯磨玻璃结节多为 AAH 或 AIS, 混合磨玻璃结节多为 IAC, 把实性结节赋 0.5 分, 纯磨玻璃结节赋 0.5 分, 混合磨玻璃结节赋 1 分为宜; 结节直径大小[5 mm $\leq$ 大小(结节) < 8 mm, 8 mm $\leq$ 大小 ≤ 20 mm, 20 mm < 结节 < 30 mm]反映良性、浸润前、微浸润及浸润病变能力也不同, 也结合肺结节处理指南^[5,6], 赋 5 mm $\leq$ 大小(结节) < 8 mm 为 0.5 分, 8 mm $\leq$ 大小 ≤ 20 mm 为 1 分, 20 mm < 结节 ≤ 30 mm 为 2 分较为适宜。统计每个肺结节总分值以及对应术后病理类型, 把病理类型分为良性组(隐球菌结节、炎性肉芽肿、纤维增生结节), 浸润前组(AIS图

1、2),微浸润组,浸润组(AAH,IAC,图 3)进行分析总结。

4. 统计学分析

采用 SPSS 17.0 软件分析组学影像特征变量。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表达。符合正态分布的计量资料采用单因素方差分析,不符合正态分布时组间差异采用 Kruskal-wallis H 检验。对可视影像征象进行单变量有序回归分析,筛选有统计学意义的征象纳入多变量有序 logistics 回归分析,用传统恶性征象毛刺征、分叶征、空泡征、胸膜凹陷征、大小构建 logistic 回归模型。用 ROC 曲线评价 logistic 回归模型、评分分值、大小的效能曲线,计算临界值和敏感度、特异度, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。用 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) 及 Bartlett's 检验本组数据结构合理性, KMO 值 > 0.60 则认为样本符合数据结构合理要求, Bartlett's 值 < 0.05 , 有统计学意义。

结 果

1. 一般资料统计结果

185 例肺结节术后病理结果: 炎性结节 22 例 (11.9%), 绝大多数为实性结节, 结节平均大小

10.2 mm, 术前 CT 误诊为浸润前病变或浸润病变 10 例, 术前诊断正确率 52.4%; AIS 和 AAH 34 例 (18.4%), 结节平均大小 11.4 mm, 术前误诊为炎性结节 3 例, 诊断正确率为 91.1%; MIA 16 例 (8.6%), 术前误诊为 AIS 2 例, 诊断正确率 87.5%, 平均大小 8.2 mm; IAC 113 例 (61.1%), 平均大小 15.5 mm, 术前误诊为炎性结节 3 例, 诊断正确率 97.3%; 本组病例 CT 诊断正确率 90.3%。

本组病例良性病变组 22 例, 平均分 2.1 $\pm$ 0.87; 浸润前组 34 例, 平均分 2.6 $\pm$ 1.77; 微浸润组 16 例, 平均分 2.6 $\pm$ 1.34; 浸润组 113 例, 平均分 4.9 $\pm$ 1.72。4 组差异有显著统计学意义 ($P < 0.001$)。4 组年龄统计无差异 ($t = 1.293, P = 0.278, P > 0.05$)。用 K-S 检测性别、大小、位置、形态、凹陷征、分叶征、胸膜牵拉征、血管束束征、血管-支气管扭曲征在病理性质分类的差异 (表 3), 其中年龄、位置、血管-支气管扭曲征组间无统计学意义 ($P > 0.05$), 而性别、病灶大小、病灶状态、胸膜凹陷征、分叶征、毛刺征、空泡征、血管束束征、评分值组间差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

2. 有序 logistic 回归分析

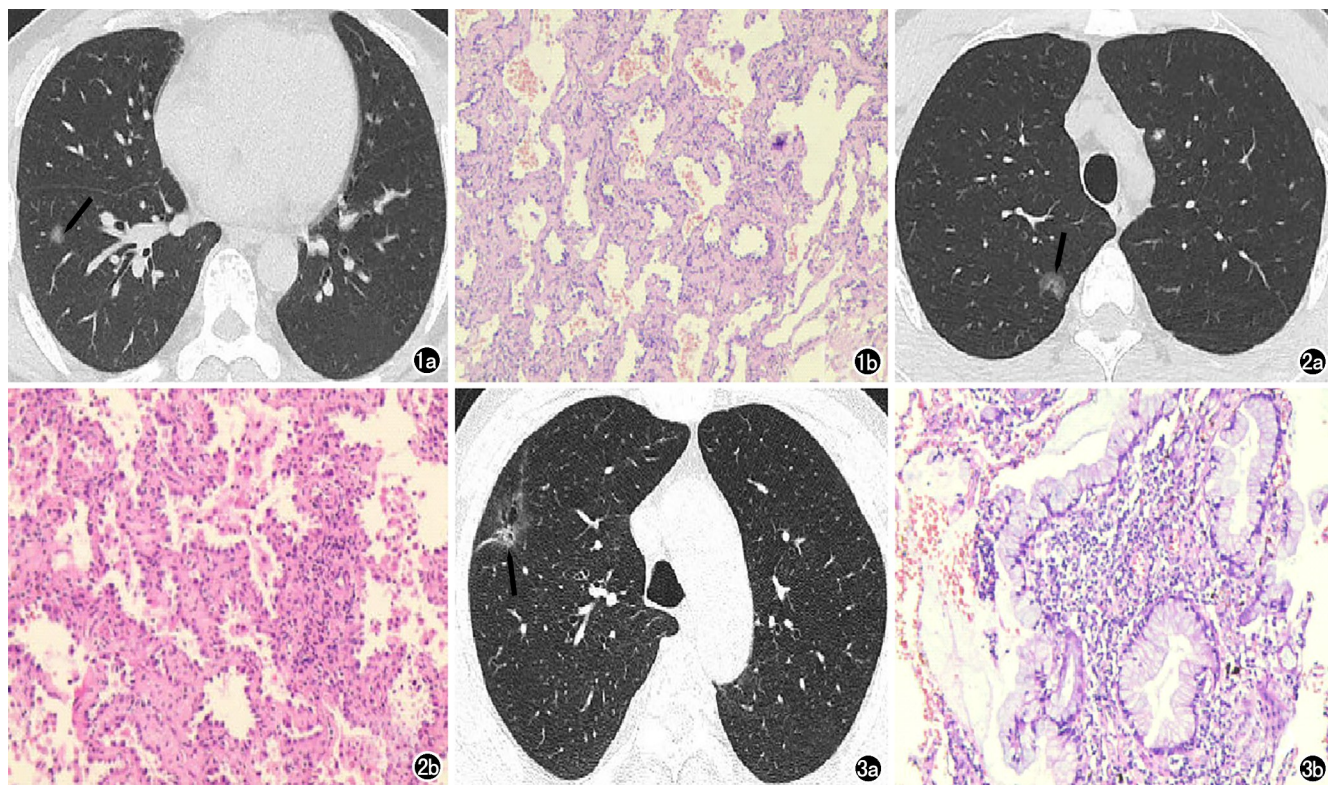


图 1 a) 男, 36 岁, 肺窗横断面右肺下叶见一纯磨玻璃结节 (箭), 直径 6mm; b) 病理: 肺泡壁增厚、纤维化, 诊断右肺下叶 AAH (HE 染色 $\times 100$)。 图 2 a) 男, 30 岁, 病横断面肺窗示右肺上叶尖段一纯磨玻璃结节 (箭), 直径 8mm; b) 病理: 肺泡壁增厚, 肿瘤细胞贴壁状生长, 诊断右肺上叶尖段 AIS (HE 染色 $\times 100$)。

图 3 a) 男, 74 岁, 肺窗右肺上叶尖段见一混合磨玻璃结节 (箭), 直径约 9~11mm, 病灶形态包括分叶征、毛刺征、空泡征、胸膜牵拉征; b) 病理: 粘液肿瘤细胞浸润肺泡壁, 肺泡腔融合, 诊断右肺上叶 IAC (HE 染色 $\times 100$)。

筛选组间有统计学意义的 CT 征象先进行单因素回归分析,剔除无统计学意义的因素再进行多变量有序 logistic 回归分析,结果显示大小、分叶征、毛刺征是预测浸润病变的独立预测因素,血管-支气管扭曲征回归分析中因平行线检测值 $P<0.05$,统计参数无意义,故将其从 logistic 回归分析中剔除(表 2)。

3.logistic 回归模型、评分分值、大小的 ROC 曲线分析比较

本组资料显示毛刺征、分叶征、空泡征、胸膜凹陷征、大小是预测肺结节浸润病变的重要单因素指标,而联合征象多变量 logistic 回归模型显示分叶征、毛刺征、大小是 IAC 的独立危险因素。ROC 曲线检测构建的 logistic 回归模型预测浸润病变效能,其 AUC 0.880(95%CI:0.829~0.930);评分分值 AUC 0.882(95%CI:0.816~0.928),大小 AUC 0.770(95%CI:0.699~0.840),评分分值临界值 3.25,鉴别浸润病变敏感度 0.832,特异度 0.791;大小的临界值 11.7 mm,鉴别浸润病变敏感度 0.743,特异度 0.708,logistic 回归模型的预测临界值 0.593,其鉴别浸润病变敏感度 0.823,特异度 0.819(图 4)。

表 1 本组资料因子分析各征象权重系数

可视征象	权重系数
病灶状态	0.664
大小	0.679
毛刺征	0.702
胸膜凹陷征	0.658
分叶征	0.729
空泡征	0.684
血管集束征	0.887
血管细支气管扭曲征	0.699

注:KMO 值=0.721,Bartlett's 值=0.000

表 2 肺结节 CT 征象多变量有序 logistic 回归分析

变量	B	OR	SE	Wald	P	95%CI 置信区间	
						下限	上限
毛刺征	0.920	2.51	0.383	5.755	0.016	1.18	5.32
分叶征	1.299	3.67	0.510	6.485	0.011	1.35	9.96
空泡征	0.823	2.28	0.697	1.394	0.238	0.58	8.94
胸膜凹陷征	0.865	2.38	0.489	3.135	0.077	0.40	6.19
大小	0.089	1.09	0.038	5.611	0.018	1.02	1.18

讨 论

肺部结节特别是高危结节(混合磨玻璃结节)已是放射专业研究热点,近些年来国内外文献涌现出各种 CT 影像组学特征的研究报道,探索鉴别诊断肺结节的手段多样化,不仅丰富了学科的发展,同时也给临床提供了多种影像诊断信息。本研究从另一角度探讨肺结节的鉴别诊断即肺结节的评分分值诊断效能。由于 AAH/AIS/MIA(注:atypical adenomatous hyperplasia,AAH;adenocarcinoma in situ,AIS;minimally in-

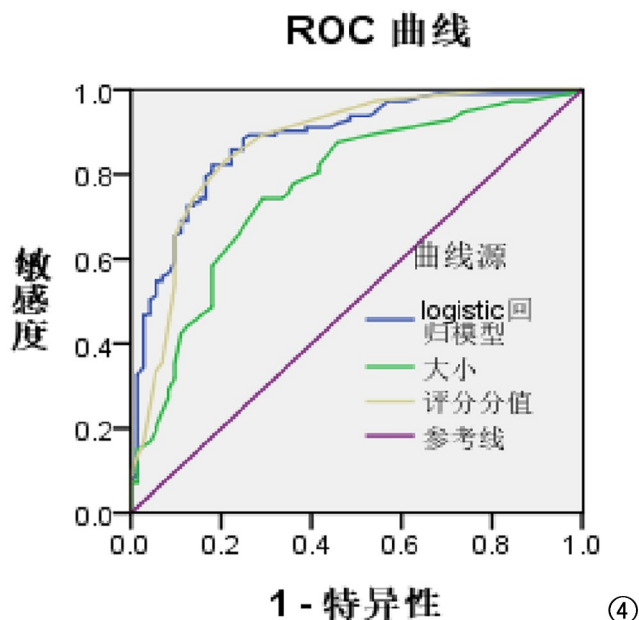


图 4 大小、评分分值、logistic 模型预测浸润病变的 ROC 曲线。logistic 模型包括(大小、分叶征、毛刺征、胸膜凹陷征、空泡征)。ROC 值:大小值=0.770,评分分值=0.882,logistic 模型值=0.880。

vasive adenocarcinoma,MIA)有良好的生物行为,可长时间临床随访或者选择适宜的外科切除,5 年无病生存率接近 100%,而 IAC(invasive adenocarcinoma,IAC)仍以肺叶切除为主,且术后 5 年无病生存率大大降低^[7]。因此,本研究将 AAH/AIS 归为浸润前组,MIA 归为微浸润组,IAC 归为浸润组。

业内周知,传统公认的毛刺征、分叶征、空泡征、胸膜凹陷征是肺恶性肿瘤的强有力征象。本组病例多变量回归分析显示毛刺征、分叶征和大小是判断浸润病变的独立危险因素,OR 值分别为 4.89、7.34、1.67。Lee 等^[8]学者用病灶大小、边界、边缘、实性成分比构建的 Logistic 回归模型 AUC 值 0.905,单独病灶大小 AUC 值 0.765,这与本研究的构建回归模型及大小的 AUC 值(0.880,0.770)基本一致。空泡征、胸膜凹陷征在本组研究中的单变量回归分析中是重要的影响因素,但不是鉴别浸润病变的独立危险因素,可能本组浸润病变出现的空泡征例数较少缘故,未达成一定的构成比例,但有空泡征的磨玻璃结节均为 IAC,特异性高。本资料显示胸膜凹陷征多见于浸润病变,只局限于病灶靠近壁胸膜或叶间胸膜 1 cm 以内,在良性病变及浸润前病变组中少数病例亦可出现该征象。血管集束征多见于浸润组病例,一些良性结节病灶如结核球、隐球菌结节边缘也可见该征象;浸润组病例中血管-支气管扭曲征占比例不多,在本组资料回归分析中无统计学意义。

表 3 四组影像学征象统计学比较

组别	良性组	浸润前组	微浸润组	浸润组	统计值	P 值
性别					8.33 ^b	0.040
男	9	12	1	49		
女	13	22	15	64		
年龄(岁)	53.5±10.8	55.5±12.4	55.1±14.1	58.1±11.3	1.293 ^a	0.278
大小(MM)	10.2±4.1	11.4±5.2	8.2±2.0	15.5±6.1	13.99 ^b	0.000
毛刺征					34.72 ^b	0.000
有	5	8	4	77		
无	17	26	12	36		
分叶征					62.81 ^b	0.000
有	3	7	5	90		
无	19	27	11	23		
胸膜凹陷征					52.77 ^b	0.000
有	3	8	6	87		
无	19	26	10	26		
空泡征					15.10 ^b	0.002
有	0	3	0	29		
无	22	31	16	84		
血管集束征					0.88 ^b	0.829
有	1	1	1	8		
无	21	33	15	105		
血管-支气管扭曲征					21.40 ^b	0.000
有	0	5	3	47		
无	22	29	13	66		
评分分值	2.1±0.87	2.6±1.77	2.6±1.34	4.9±1.72	35.32 ^a	0.000
病灶位置					1.867 ^b	0.600
右:UL,RML,RLL	11	20	12	61		
左:LUL,LLL	11	14	4	53		
病灶状态					71.65 ^b	0.000
实性	18	0	0	14		
纯磨玻璃	1	20	7	11		
混合磨玻璃	3	14	9	88		

注:^a:t 值,^b:H 值,RUL:右肺上叶,RML:右肺中叶;RLL:右肺下叶;LUL:左肺上叶;LLL:左肺下叶

本组资料研究显示结节直径大小在良性组、浸润前组、微浸润组、浸润组中差异有统计学意义,表明随着病灶最大径的增大,其恶性概率也随之增大,故笔者把 20 mm<大小≤30 mm 赋值为 2 分是有实践依据的。Fu 等^[9]学者研究结果结节大小是唯一浸润癌的独立危险因素,而测量 CT 值对鉴别浸润前病变与浸润病变没有优势,工作实践中笔者赞同此观点,YK 学者认为大小、吸烟可以预测结节的生长趋势^[10]。本研究预测 IAC 的大小的临界值为 11.7 mm,与贾承晔^[11]研究的阈值为 11.4 mm 基本一致,而 SHi^[12]认为直径>10.2 mm 为预测浸润病变临界值,董浩等^[13]研究认为鉴别 IAC 病灶的直径临界值为 12.8 mm。病灶状态(实性结节、纯磨玻璃结节、混合磨玻璃结节)在 4 组间差异有统计学意义,实性结节多为良性病灶,而磨玻璃或混合磨玻璃结节多为浸润前病变或浸润病变。因此,笔者把实性结节及纯磨玻璃结节分别赋值 0.5 分比较合理。4 组病理类型的结节在 CT 表现上有一定重叠,即 IAC 也可表现为纯磨玻璃密度或实性结节,而 MIA 或 AIS 也可表现为中心实性成份的混合磨玻璃结节,推测可能是萎陷的肺泡堆积或是纤维成份的增生所致。年龄在本组研究中无统计学意义($P>$

0.05),浸润前病变和浸润病变好发年龄在 55~60 岁人群,提倡 50 岁以上人群每年应胸部 CT 扫描筛查一次,早发现病变并定性诊断,早临床干预治疗。

阅片工作中肺结节的性质判断主要是由诊断医师的主观判断,虽然有 AI 辅助,但 AI 判断对肺结节显示敏感度高,特异性低,软件对结节性质的判断仍处于摸索状态^[14],人工智能仍需要多区域大规模数据注入,人工智能到临床转化仍面临巨大挑战^[15]。国内有学者利用制定肺结节分级(I—V 级)评估系统评价肺结节良恶性^[16],但Ⅲ—Ⅳ级之间征象重叠多,不易精准对浸润病变的诊断。笔者认为传统的形态学不能抛弃,反而更应该合理地应用它,公认的恶性征象毛刺征、分叶征、胸膜凹陷征、大小、空泡征已为影像诊断医师判断结节性质的重要依据,笔者把本组资料肺结节赋予分值后即概括了每一个结节的总体形态特征,ROC 检测评分分值预测效能 AUC 值 0.882,临界值 3.25 分,敏感度和特异度分别是 0.832、0.791,达到了良好的预测水准。

本研究有一定的局限:①本资料研究为回顾性分析,结节评分有主观赋值,存在一定程度偏倚;②浸润前组及微浸润组病例相对少,统计学分析结果也会存

偏差;③部分实性结节可能是恶性结节,缺少增强扫描资料,存在影响判断结节性质可能;④缺少外部验证数据支持。

本组资料的 Logistic 回归模型、大小、评分分值的预测浸润病变效能 AUC 值分别为 0.880、0.770、0.882,评分分值与基于本组资料 Logistic 回归模型以及国内近几年研究报道的回归模型^[17]预测效能相当,说明肺结节评分分值也是预测浸润病变的一种良好的补充手段,不失为一种简便、直观、快速的预测方法。

参考文献:

- [1] 张鹏举,李天然,陶雪敏,等.磨玻璃结节早期贴壁生长为主型浸润性肺腺瘤与其他病理亚型的 CT 特征分析[J].中华放射学杂志,2021,55(7):739-744.
- [2] 赵娇,李建华,费佳,等.肺磨玻璃样结节:有助于预判肺腺瘤浸润性的 CT 征象[J].放射学实践,2018,33(4):383-388.
- [3] 钟华,李安琪,康江河,等.≤20 mm 孤立性肺结节良恶性预测模型的建立与验证[J].中华放射学杂志,2021,55(7):745-750.
- [4] 石镇维,刘再毅.影像组学研究的困境和出路[J].中华放射学杂志,2022,56(1):9-11.
- [5] Zhou Q, Fan Y, Wang Y, et al. China national guideline of classification, diagnosis and treatment for lung nodules (2016 Version) [J]. Chinese Journal of Lung Cancer, 2016, 19(12): 793-797.
- [6] Bai C, Choi CM, Chu CM, et al. Evaluation of pulmonary nodules: clinical practice consensus guidelines for Asia[J]. Chest, 2016, 150(4): 877-892.
- [7] Wang X, Li Q, Cai J, et al. Predicting the invasiveness of lung adenocarcinomas appearing as ground-glass nodule on CT scan using multi-task learning and deep radiomics[J]. Transl Lung Cancer Res, 2020, 9(4): 1397-1406.
- [8] Lee SM, Park CM, Goo JM, et al. Invasive pulmonary adenocarcinomas versus preinvasive lesions appearing as ground-glass nodules: differentiation by using CT features[J]. Radiology, 2013, 268(1): 265-273.
- [9] Fu F, Zhang Y, Wang S, et al. Computed tomography density is not associated with pathological tumor invasion for pure ground-glass nodules[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2021, 162(2): 451-459.e3.
- [10] Kobayashi Y, Ambrogio C, Mitsudomi T. Ground-glass nodules of the lung in never-smokers and smokers: clinical and genetic insights[J]. Transl Lung Cancer Res, 2018, 7(4): 487-497.
- [11] 贾承晔,杨署,王宇辰,等.纯磨玻璃密度肺腺瘤浸润前及浸润性病灶的高分辨率 CT 特征分析[J].实用放射学杂志,2020,36(1):34-37.
- [12] Shi Z, Deng J, She Y, et al. Quantitative features can predict further growth of persistent pure ground-glass nodule[J]. Quant Imaging Med Surg, 2019, 9(2): 283-291.
- [13] 董浩,齐晓东,尹乐康,等.直径 2cm 以下肺磨玻璃结节微浸润与浸润性腺瘤的高分辨率 CT 征象比较[J].浙江医学,2021,43(9):951-954.
- [14] 邓灵波,朱熠,戴懿,等.肺结节智能辅助诊断系统对肺磨玻璃结节的诊断价值[J].实用放射学杂志,2020,36(11):2014-2020.
- [15] Kann BH, Hosny A, Aerts H. Artificial intelligence for clinical oncology[J]. Cancer Cell, 2021, 39(7): 916-927.
- [16] 张艳,吕发金,褚志刚,等.基于 CT 薄层影像特征的肺结节良恶性评估[J].中国医学影像学杂志,2019,27(3):182-187.
- [17] 郑慧,李建玉,王珊,等.基于肺磨玻璃结节 CT 征象的诊断模型列线图评估肺癌浸润性[J].放射学实践,2021,36(4):470-474.

(收稿日期:2022-05-04 修回日期:2023-01-15)