· 胸部影像学 ·

0期和 I 期肺腺癌的 CT 形态学分型研究

高丰,孙英丽,金倞,肖立,张国桢,李铭

【摘要】 目的:回顾性分析 0 期和 I 期肺腺癌的形态学特征并分型,探讨分型与不同病理类型间的 关系。方法:通过对 2106 个经病理证实的 0 期和 I 期肺腺癌的 CT 表现进行分析,分为 10 种类型,并 与病理类型进行对照。运用 SPSS 17.0 软件进行数据分析。结果:病灶内磨玻璃成分比例与病理类型 呈负相关(P=0.000,r=-0.583)。形态学分型在不同病理类型的肺腺癌中差异有统计学意义(χ² = 589.821,P=0.000)。在 I 期浸润性肺腺癌中的不同病理亚型间, I、II、III及 III型的差异有统计学意 义(χ²=154.462,P<0.05)。结论:不同形态学分型的肺腺癌的病理基础可能不同,形态学分型可对肺 腺癌的诊断及鉴别诊断提供帮助。

【关键词】 肺腺癌; 形态; 体层摄影术,X 线计算机 【中图分类号】R730.261.1; R734.2;R38;R814.4 【文献标志码】A 【文章编号】1000-0313(2024)10-1319-06 DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.10.007 开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Morphological classification of pre-invasive lesions and early stage lung adenocarcinoma based on CT images GAO Feng, SUN Yin-li, JIN Liang, et al. Huadong Hospital Fudan University, Shanghai 200040, China

(Abstract) Objectives: To retrospectively analyze the computed tomography (CT) features in patients with pre-invasive lesions and early stage lung adenocarcinoma, and to explore the correlation between tumor morphological changes and pathological diagnoses. Methods: CT morphological characteristics in 2106 patients with pre-invasive (stage 0) and early stage (stage I) lung adenocarcinoma confirmed by surgical pathology were analyzed. Based on the morphological characteristics, the lesions were divided into 10 types, as follows: type I cotton ball (ground glass nodules), type II fill-in solid, type 🎚 granular,type 🛛 piled-up,type V pipe-wall like,type VI dendriform,type VI bubble-like lucency, type W alveolate or honeycomb, type X scar like, and type X umbilication or perifissural. SPSS17. 0 software was used for data analysis to compare morphological characteristics with pathological types. Results: Negative correlation was observed between the pathological types and proportion of ground glass component in the lesion (P=0.000 and r=-0.583). The differences of morphological classification in pre-invasive lesion and stage 0 or stage I lung adenocarcinomas of various pathological types were statistically significant ($\gamma^2 = 589.821$, P = 0.000). Among different subtypes of stage I invasive lung adenocarcinoma, there was significant difference in their manifestation of morphological types I, II, II and VII I, II, III and VII ($\gamma^2 = 154.462$, P < 0.05). Conclusion: The 10-type morphological classification of pre-invasive lesion and stage 0 or stage I lung adenocarcinoma maybenefit the diagnosis and differential diagnosis of lung adenocarcinoma of various pathological types.

[Key words] Adenocarcinoma of lung; Forms; Tomography, X-ray computed

肺癌的发病率和死亡率较高^[1],其中肺腺癌是肺 癌最常见的病理类型^[2]。既往对肺腺癌的影像学诊断 主要是依据经验,近年来关于肺癌影像学诊断的定量、 半定量研究逐渐增多^[3],但病灶的形态学特征仍是进 行术前诊断的重要依据之一。临床上常用于肺结节诊 断的征象为分叶、毛刺、胸膜凹陷、边界、空泡以及病灶

作者单位:200040 上海,复旦大学附属华东医院放射科 (高丰、孙英丽、金倞、张国桢、李铭);病理科(肖立);200040 上海,张国桢肺微小结节诊疗中心(张国桢、李铭)

作者简介:高丰(1986-),女,安徽淮南人,研究生,副主任 医师,主要从事肺结节的影像诊断、脑血管疾病的影像研究。 通讯作者:李铭,E-mail:minli77@163.com

基金项目:上海市科委,医学创新研究专项 (23Y11903400);华东医院后备导师培育计划(2023hdhbsd11)

与支气管、血管的关系等^[4]。当肿瘤细胞明显呈浸润 性生长时,病灶各个部分细胞分化程度不一、生长速度 不同或病灶内部纤维组织收缩等原因,均可导致病灶 表现出不同的形态学特征。术前较为准确的诊断及鉴 别诊断,对手术时间和手术方式的选择十分重要。通 过对0期和I期肺腺癌的术前CT影像学特征分析, 对0期和I期肺腺癌进行形态学分型,并分析形态学 分型与病理类型间的相关性。

材料与方法

1. 一般资料

回顾性分析 2012 年 1 月-2019 年 12 月经手术 病理证实的根据 TNM8th 分期^[5]中 0 期和 I 期肺腺 癌 2106 例,其中男 740 例,女 1366 例,年龄 22~85 岁,平均年龄(57.18±11.97)岁。所有患者均于术前 两周行胸部 CT 检查,无恶性肿瘤病史,肺内仅有单一 病灶。

2. CT 检查及图像分析

CT 机型为 GE Light speed VCT、GE Discovery HD750。扫描范围从肺尖到肺底,两侧包括胸壁、腋 窝。扫描参数为 120 kV,250 mA,螺距为 0.984。以 1.25 mm 为层厚及层间隔,采用高分辨率算法进行图 像重建和 MPR 重组。肺窗(窗宽 1450~1500 HU,窗 位-450~-500 HU);纵隔窗(窗宽 350 HU,窗位 50 HU),并行 CPR、MRP 及 VR 重建。

GGN 定义为肺窗显示的局限性密度增高但不掩

盖经过其的支气管血管束者,根据病灶内的密度均匀 与否分为纯玻璃结节(pure ground glass nodule,pG-GN)和伴实性结节(mixed ground glass nodule,mG-GN)^[6,7]。同时记录病灶的大小(病灶长径、短径及上 下径的均值)、实性成分和磨玻璃成分的长径(病灶内 实性/磨玻璃成分最大层面的最大径)。病灶内磨玻璃 成分所占比例:($[D_{GGO} - D]$)/ $D_{GGO} \times 100$, D_{GGO} 为病灶 内磨玻璃成分的最大径,D为病灶内实性成分的最大 径(实性成分测量避开血管)^[8]。

根据 ○ 期和 Ⅰ 期肺腺癌的 CT 形态学表现,分为 10 种类型(图 1、2)^[9]。 [型(棉球型):可为 pGGN 或 mGGN,多为圆形或类圆形,形似棉花球状。Ⅱ型(充 实型):可为纯实性结节,呈圆形或类圆形,可分叶,也 可表现为边缘较高密度而中心呈略低或低密度区的 pGGN或mGGN。Ⅲ型(颗粒型):多表现为mGGN, 病灶内实性成分呈不连续分布,即可见斑点、颗粒状实 性成分。Ⅳ型(堆聚型):病灶形似由多个病灶堆聚而 成,深分叶,呈花瓣状外观。V型(管壁型):多表现为 长、短不一的类似于管状的结节,病灶长轴多与支气管 长轴方向一致。\J型(树枝型):病灶整体或病灶的边 缘呈树枝状分布,形态上多由一较粗的主干及边缘多 发细小分支构成,可见长毛刺。Ш型(空腔型):结节内 部可见单一的空泡或空腔,病灶可为 pGGN、mGGN 或纯实性结节。Ⅲ型(蜂窝型):病灶内部可见多发小 空泡或扩张的小支气管,呈蜂窝样改变。Ⅱ型(瘢痕 型):即瘢痕癌^[10]。X型(脐凹型):病灶位于叶间裂



图 1 10 种形态学分型的 CT 图像。a) [型棉球型,右肺上叶(箭); b) [[型充实,左肺下叶(箭); c) [[]型颗 粒型,左肺上叶(箭); d) [V型堆聚型,右肺上叶(箭); e) V型管壁型,右肺上叶(箭); f) V[型树枝型,左肺上 叶(箭); g) V[[型空腔型,右肺上叶(箭); h) [[]型蜂窝型,右肺下叶(箭); i) IX 型瘢痕型,右肺上叶(箭); j) X型脐凹型,右肺上叶(箭)。



图 2 10 种形态学分型的示意图。a) Ⅰ型棉球型; b) Ⅱ型充实; c) Ⅲ型颗粒型; d) Ⅳ型堆聚型; e) Ⅴ型管 壁型; f) Ⅵ型树枝型; g) Ⅲ型空腔型; h) Ⅲ型蜂窝型; i) ⅡX 型瘢痕型; j) X 型脐凹型。

旁,叶间胸膜可牵拉移位向病灶侧倾斜,局部叶间胸膜 可呈C字形、V字形或Y字形。

影像诊断由 2 名具有 10 年以上胸部放射资历的 高级专业技术职称医师双盲法阅片(包括薄层横断面 图像及重建图像)做出,有分歧者讨论后共同认定。

3. 病理诊断

按照 2011 年的肺腺癌分类标准进行病理诊断^[11]。本组患者的病理诊断均由 2 名具有高级职称的病理医师讨论后确定。

4. 统计学分析

运用 SPSS 17.0 软件进行数据分析。计数资料采用 Pearson χ^2 检验,期望值<5 时采用 Fisher 确切概率算法检验;病灶内磨玻璃成分所占比例与病理类型间用 Pearson 检查进行相关性分析。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

入组病灶的临床特征见表1。

不同病理类型病灶大小及病灶内磨玻璃成分所占 比例见表 2。

病灶内磨玻璃成分所占的比例与病灶的病理类型 呈明显的负相关(P=0.000, r=-0.583)。从不典型 腺瘤样增生(atypical adenomatous hyperplasia, AAH)、(adenocarcinoma in situ, AIS)到(minimally invasive adenocarcinoma, MIA)、(invasive adenocarcinoma, IAC),病灶内磨玻璃成分所占的比例逐渐减少。

表1 0 期和 Ⅰ 期肺腺癌的临床特征(2106 例)

特征	例(百分比)/平均年龄(范围
性别	
女	1366 例(64.86%)
男	740例(35.14%)
年龄(岁)	
中位数(范围)	57.18岁(22~85岁)
位置	
右肺上叶	800例(38.00%)
右肺中叶	170 例(8.10%)
右肺下叶	350例(16.60%)
左肺上叶	512例(24.30%)
左肺下叶	274 例(13.00%)
病理分型	
不典型腺瘤样增生	60例(2.80%)
原位腺癌	234 例(11.1%)
微浸润腺癌	818例(38.80%)
浸润性腺癌	994例(47.20%)
腺泡为主型	778 例(36.90%/78.30%)
伏壁生长为主型	56 例(2.70%/5.60%)
乳头为主型	64 例(3.00%/6.40%)
微乳头为主型	12 例(0.60%/1.20%)
实性为主伴粘液产生型	54 例(2.60%/5.40%)
粘液型	30 例(1.40%/3.00%)

表 2 不同病理类型病灶的大小及病灶内磨玻璃成分所占比例

病理类型	大小(mm)	磨玻璃成分 所占比例(%)
不典型腺瘤样增生	4.38±2.34	1.00±0.00
原位腺癌	5.27 \pm 1.90	93.22 \pm 15.77
微浸润腺癌	6.94±3.11	84.36 ± 21.54
浸润性腺癌	15.34 ± 7.21	41.90 ± 34.39
腺泡为主型	15.10 ± 7.18	44.83 ± 34.39
伏壁生长为主型	15.20 ± 5.39	62.44 ± 24.44
乳头为主型	18.79 ± 7.75	34.64 ± 28.20
微乳头为主型	18.17 ± 6.58	29.21 ± 38.87
实性为主伴粘液产生型	17.12 ± 7.73	9.09 ± 17.40
粘液型	10.33 \pm 4.91	7.06 ± 18.03

衣 5 0 别和 1 别肿脉癌的形态字分型及病理尖型(210)

分型	AAH(60 例)	AIS(234 例)	MIA(818 例)	IAC(994 例)	总计
Ⅰ型(例)	58(96.67%*)	206(88.03%)	692(84.60 [%])	364(36.62%)	1320
Ⅱ型(例)	0(0.00%)	16(6.84%)	54(6.60%)	204(20.52%)	274
Ⅲ型(例)	0(0.00%)	2(0.85%)	14(1.71%)	78(7.85%)	94
Ⅳ型(例)	2(3.33%)	0(0.00%)	4(0.49%)	64(6.44%)	70
V型(例)	0(0.00%)	0(0.00%)	8(0.98%)	40(4.02%)	48
₩型(例)	0(0.00%)	0(0.00%)	2(0.24%)	32(3.22%)	34
₩型(例)	0(0.00%)	8(3.42%)	14(1.71%)	46(4.63%)	68
₩型(例)	0(0.00%)	0(0.00%)	6(0.73%)	68(6.84%)	74
Ⅲ型(例)	0(0.00%)	0(0.00%)	2(0.24%)	54(5.43%)	56
X 型(例)	0(0.00%)	2(0.85%)	22(2.69%)	44(4.43%)	68

注:*不同组内不同结节分型所占的百分比

形态学分型在不同病理类型的 0 期和 I 期肺腺癌 的分布 中差 异有统计学意义 ($\chi^2 = 589.821, P =$ 0.000,表 3)。AAH、AIS、MIA 及 IAC 均以 I 型多 见,但 I 型所占比例逐渐缩小 (96.67%、88.03%、 84.60%、36.62%)。AAH 中有 2(3.33%)例表现为 N型;AIS 中 16(6.84%)例表现为 II 型,其中 7 例为 AIS 为粘液亚型;MIA 中 54 (6.60%)例表现为 II 型, 其它各种分型均可见,但较少;IAC 中 204(20.52%) 例表现为 II 型,其它各种分型几乎平均分布。

在浸润性腺癌中腺泡为主型最多见(78.27%)。 形态学分型在 I 期浸润性肺腺癌的不同病理亚型间分 布的差异有统计学意义($\chi^2 = 154.462, P = 0.000$,表 4)。腺泡为主型腺癌中以 I 型最为多见(38.05%),其 次为 II 型 (18.00%),其它形态学类型几乎平均分布; 伏壁生长为主型腺癌中也以 I 型最为多见(57.14%)、 其次为 II 型(20.52%)、III 型(14.29%);乳头为主型腺 癌中也以 I 型最为多见(25.00%),其次为 II 型和 III 型 多见(均占 18.75%);微乳头为主型腺癌中以 II 型多 见(50.00%),其次为 III 型 (33.34%);实性为主伴粘 液产生型也以 II 型多见(59.26%),其次为 I 型 (22.22%);粘液腺中也以 II 型多见(40.00%),其次为 I 型 (26.67%)、III 型(13.33%)。

讨 论

病灶体积大,形态学特征较明显,尤其是同时伴有 淋巴结和(或)远处转移时,术前诊断较易,本研究选取 0期和Ⅰ期肺腺癌,即病灶最大径≪4 cm,且没有淋巴 结及远处转移的早期肺腺癌进行形态学分型研究。在 肿瘤发生、发展过程中不同部位肿瘤细胞的分化程度 不一,生长速度不同,肿瘤内部纤维组织收缩、对周围 结构的牵拉等,也是肿瘤不同形态学表现的病理基 础^[12,13]。

1.10 种形态学分型可能的病理基础

I型棉球型,病理上以AAH和AIS多见,这与既 往对AAH及AIS的CT表现分析一致^[11]。既往研 究也表明MIA及部分IAC也可表现为磨玻璃结 节^[14,15],故部分病灶也可为MIA及IAC。

Ⅱ型充实型,肿瘤细胞或其分泌的粘液逐渐充盈 肺泡腔,肿瘤刺激增生的纤维组织逐渐增多、局部肺泡 结构的塌陷等,均可致病灶在 CT 上表现为实性或接 近于实性的密度^[12,16],即为充实型。

Ⅲ型颗粒型,不同部位肿瘤分化程度、生长速度的 不一致,部分区域肿瘤发展较快,在 CT 图像上表现为 点状的实性成分,生长较快的区域散在分布时,则表现 为颗粒型。

Ⅳ型堆聚型,当肿瘤累及多个肺泡或肺泡囊,颗粒

分型	腺泡为主型 (778例)	伏壁生长为主型 (56例)	乳头为主型 (64 例)	微乳头为主型 (12例)	实性为主型 (54例)	粘液型 (30例)	合计
[型(例)	296(38.05%*)	32(57.14%)	16(25.00%)	0(0.00%)	12(22.22%)	8(26.67%)	364
Ⅱ型(例)	140(18.00%)	2(3.57%)	12(18.75%)	6(50.00%)	32(59.26%)	12(40.00%)	204
Ⅲ型(例)	54(6.94%)	8(14.29%)	10(15.63%)	4(33.34%)	0(0.00%)	2(6.67%)	78
Ⅳ型(例)	54(6.94%)	2(3.57%)	4(6.25%)	0(0.00%)	2(3.70%)	2(6.67%)	64
Ⅴ型(例)	32(4.11%)	0(0.00%)	4(6.25%)	0(0.00%)	4(7.41%)	0(0.00%)	40
Ⅵ型(例)	30(3.86%)	0(0.00%)	2(3.13%)	0(0.00%)	0(0.00%)	0(0.00%)	32
₩型(例)	36(4.63%)	4(7.14%)	2(3.13%)	0(0.00%)	0(0.00%)	4(13.33%)	46
₩型(例)	50(6.43%)	4(7.14%)	12(18.75%)	0(0.00%)	2(3.70%)	0(0.00%)	68
Ⅲ型(例)	46(5.91%)	2(3.57%)	0(0.00%)	2(16.67%)	2(3.70%)	2(6.67%)	54
X 型(例)	40(5.14%)	2(3.57%)	2(3.13%)	0(0.00%)	0(0.00%)	0(0.00%)	44

表 4 浸润性腺癌组中不同病理亚型的形态学分型(994例)

注:*不同组内不同结节分型所占的百分比

状的病灶互相堆聚、凑合,即可形成簇状外观;或者相 邻部位发生的肿瘤,在生长过程中逐渐接近,也可形成 堆聚状的外观。

Ⅴ型管壁型,若肿瘤沿肺泡管或细支气管长轴方 向浸润伸展,而未完全阻塞肺泡管或细支气管,则CT 上表现为细小串珠状的病灶,即表现为管壁型。

Ⅱ型树枝型,可能为Ⅴ型的进一步发展,肿瘤进一步沿肺泡管、细支气管进展,从沿着一支肺泡管、细支 气管到沿着多支管道发展,渐由管壁浅层浸润向深层 结构浸润,同时病灶内纤维组织收缩、塌陷^[17]。这些 均可使病灶表现为树枝状的外观。

₩型空腔型,病灶内部有一个或数个空泡或小空 腔。原有肺气肿基础的患者,肿瘤的形态常可表现为 空腔型;无肺气肿的患者,病灶内部的空泡或空腔可能 与病灶的生长有关。本研究中的空腔与空泡征的定义 相仿,即为结节内局灶性小泡状的透亮影^[18,19]。

^Ш型蜂窝型,病灶内部的小空泡和扩张的支气管 是形成蜂窝样表现的基础,随着肿瘤的生长,病灶内组 织结构塌陷,可形成较大的空腔或薄壁空洞,病灶内纤 维组织的增多,对邻近结构的牵拉作用增大,可使病灶 逐渐呈现多角形、蜂窝状外观。本研究中的蜂窝型与 Saito 等^[20]的研究中的空泡样肺癌部分重叠。

Ⅲ型瘢痕型,起源于肺部原有的瘢痕组织的肺腺 癌,即瘢痕癌^[10,21],瘢痕组织可继发于肺结核、支扩、 肺脓肿、机化性肺炎、外伤或梗塞等。病灶虽可以较 大,但也可仅在部分区域表现出肿瘤组织的浸润,而在 另外的大部分区域仍为纤维组织瘢痕,病灶内局灶性 的肿瘤组织浸润,可表现实性或磨玻璃影^[22]。

X型脐凹型,病灶如靠近叶间胸膜,肿瘤刺激增生 的纤维组织产生收缩、牵拉,邻近胸膜可增厚、粘连,形 成脐样凹陷;若病灶附近原有较粗的线状或条状的纤 维组织,肿瘤侵袭性不高时,其可对肿瘤产生一定的阻 隔作用,致病灶表现为脐样凹陷。这与胸膜凹陷征不 完全相同,胸膜凹陷征的主要病理基础是肿瘤的牵拉, 而无胸膜增厚粘连的^[23,24]。

2.10 种形态学分型与不同病理类型 0 期和 I 期 肺腺癌的关系

本研究数据表明 10 种分型在不同病理类型的 0 期和 I 期肺腺癌中差异有统计学意义(P<0.05)。虽 AAH、AIS、MIA 及 IAC 均以 I 型多见,但 I 型所占 比例随着肿瘤的进展而逐渐缩小。病灶内实性成分的 多少也与病灶的形态学分型存在一定的关系,pGGN 无实性成分,故多表现为棉球型。本组仅 2 例 pGGN (3.33%)表现为 IV 型堆聚型,这可能是由于病变沿着 肺泡壁生长,累及多个肺泡、相互贴近,而表现为 IV 型。 AIS 和 AAH 均为浸润前病变,AIS 可分为非粘液亚 型和粘液亚型,本研究中 16 例 AIS 表现为充实型,其 中 7 例(7/206)例粘液亚型的 AIS 均表现为充实型, 病理上粘液亚型可分泌粘液充盈肺泡腔,致其在 CT 上密度增高而表现为实性。病理上主要根据病灶浸润 范围不同区分 MIA 和 IAC,但对于除伏壁型以外的组 织学亚型或与侵袭性肿瘤细胞关联的肌成纤维细胞基 质,也定义为浸润^[11]。所以 IAC 也可表现为 pGGN 或 mGGN,即也可为 I型。本组数据显示,MIA 以 I 型多见(84.60%),MIA 中 54 (6.60%)例表现为 II 型; IAC 中 364 例 (36.62%)表现为 I 型,204 (20.52%)例表现为 II 型。两者有较为一致的形态学 表现,这也与两者同属于浸润性病变相符合。

本组 I 期浸润性肺腺癌以腺泡为主型最多见 (78.27%),其可表现为各种不同的形态学分型,这可 能也与此型的样本量较大有关。研究表明浸润性腺癌 中,微乳头为主型腺癌及实性为主伴粘液产生型预后 较差^[25]。本组数据表明微乳头为主型腺癌、实性为主 型腺癌及粘液腺癌中均以 II 型充实型多见,而腺泡为 主型腺癌、伏壁生长为主型腺癌及乳头为主型腺癌以 I 型棉球型多见。这也说明形态学分型与浸润性腺癌 的病理亚型间可能有一定的关系。根据肺腺癌的诊断 标准,对浸润性腺癌的各种亚型,应以 5%增量的方式 记录各种组织学类型所占的百分比^[11],本研究仅列出 了浸润性腺癌中所占百分比最高的病理亚型,这也有 一定不足,对于浸润性腺癌中不同病理亚型与形态学 十型的研究,将在今后的工作中进一步细化、总结。

对于肺腺癌的分型,部分分型特征明显如Ⅰ型、Ⅲ 型、Ⅲ型,而部分较相似,如Ⅱ型和Ⅱ型,这时可以结合 既往的资料进行综合判断。另外,肺腺癌与这10种形 态学分型并非一一对应的关系,虽然部分分型相互排 斥如Ⅰ型和Ⅲ型;而部分分型可同时存在,如Ⅹ型和Ⅲ 型,若脐凹型表现较明显,则在本研究中归为Ⅹ型。

本研究通过对 0 期和 I 期肺腺癌形态学进行分 析,将其分为 10 种类型,这 10 种分型有其各自的特 点,可以反应肺腺癌不同的生长方式、特点,有一定的 病理基础。通过对肺腺癌形态学 10 种分型的分析研 究,可以更好掌握肺腺癌的形态学特点,提高术前影像 对肺腺癌诊断及鉴别诊断的准确率。

参考文献:

- [1] Chen W, Zheng R, Baade PD, et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66(2):115-132.
- [2] Chen F, Cole P, Bina WF. Time trend and geographic patterns of lung adenocarcinoma in the United States, 1973-2002[J]. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2007, 16(12):2724-2729.
- [3] Kim YJ, Lee SH, Park CM, et al. Evaluation of semi-automatic segmentation methods for persistent ground glass nodules on thinsection CT scans[J]. Healthc Inform Res, 2016, 22(4): 305-315.

- [4] 高丰,葛虓俊,李铭,等. 经多层螺旋 CT 探讨肺磨玻璃结节与支气管的关系[J]. 中华放射学杂志,2013,47(2):157-161.
- [5] Goldstraw P, Chansky K, Crowley J, et al. The IASLC lung cancer staging project: proposals for revision of the TNM stage groupings in the forthcoming (Eighth) edition of the TNM classification for lung cancer[J]. J Thorac Oncol, 2016, 11(1):39-51.
- [6] Kim HY, Shim YM, Lee KS, et al. Persistent pulmonary nodular ground-glass opacity at thin-section CT: histopathologic comparisons[J]. Radiology,2007,245(1):267-275.
- [7] Ko JP. Lung nodule detection and characterization with multi-slice CT[J]. J Thorac Imaging, 2005, 20(3): 196-209.
- [8] Aoki T, Tomoda Y, Watanabe H, et al. Peripheral lung adenocarcinoma: correlation of thin-section CT findings with histologic prognostic factors and survival[J]. Radiology, 2001, 220(3): 803-809.
- [9] 郑向鹏,李铭,张国桢等.微小肺癌影像诊断与应对策略(修订版)[M].北京:中国科学技术出版社,2021:138-155.
- [10] Madri JA, Carter D. Scar cancers of the lung: origin and significance[J]. Hum Pathol, 1984, 15(7):625-631.
- [11] Travis WD, Brambilla E, Noguchi M, et al. International association for the study of lung cancer/american thoracic society/european respiratory society international multidisciplinary classification of lung adenocarcinoma[J]. J Thorac Oncol, 2011,6(2):244-285.
- [12] Winer-Muram HT. The solitary pulmonary nodule[J]. Radiology,2006,239(1):34-49.
- [13] Gao F, Li M, Ge X, et al. Multi-detector spiral CT study of the relationships between pulmonary ground-glass nodules and blood vessels[J]. Eur Radiol,2013,23(12):3271-3277.
- [14] Zhang Y,Shen Y,Qiang JW,et al. HRCT features distinguishing pre-invasive from invasive pulmonary adenocarcinomas appearing as ground-glass nodules[J]. Eur Radiol,2016,26(9):2921-2928.
- [15] Mao H, Labh K, Han F, et al. Diagnosis of the invasiveness of lung adenocarcinoma manifesting as ground glass opacities on high-resolution computed tomography[J]. Thorac Cancer, 2016, 7(1):129-135.

- [16] Lee HY, Lee KS, Han J, et al. Mucinous versus nonmucinous solitary pulmonary nodular bronchioloalveolar carcinoma: CT and FDG PET findings and pathologic comparisons[J]. Lung Cancer, 2009,65(2):170-175.
- [17] She Y, Zhao L, Dai C, et al. Preoperative nomogram for identifying invasive pulmonary adenocarcinoma in patients with pure ground-glass nodule: A multi-institutional study[J]. Oncotarget, 2017,8(10):17229-17238.
- [18] Wu F, Cai ZL, Tian SP, et al. Correlations between pathologic subtypes/immunohistochemical implication and CT characteristics of lung adenocarcinoma & lt;/=1cm with ground-glass opacity[J]. Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao, 2015, 37(2); 163-170.
- [19] Detterbeck FC, Kumbasar U, Li AX, et al. Lung cancer with air lucency: a systematic review and clinical management guide[J]. J Thorac Dis, 2023, 15(2):731-746.
- [20] Saito H, Yamada K, Hamanaka N, et al. Initial findings and progression of lung adenocarcinoma on serial computed tomography scans[J]. J Comput Assist Tomogr, 2009, 33(1): 42-48.
- [21] Brett S,Irusen EM,Koegelenberg C. Pulmonary scarring and its relation to primary lung cancer[J]. Afr J Thorac Crit Care Med, 2020,26(1):8-10.
- [22] Gao F, Ge X, Li M, et al. CT features of lung scar cancer[J]. J Thorac Dis, 2015, 7(3): 273-280.
- [23] Yang X, Soimakallio S. Pleural signs of small peripheral pulmonary masses: pathologic correlation with chest radiographs and diagnostic value[J]. Eur J Radiol, 1997, 25(2):146-151.
- [24] Kim HJ, Cho JY, Lee YJ, et al. Clinical significance of pleural attachment and indentation of subsolid nodule lung cancer [J]. Cancer Res Treat, 2019, 51(4):1540-1548.
- [25] Yoshizawa A, Motoi N, Riely GJ, et al. Impact of proposed IASLC/ATS/ERS classification of lung adenocarcinoma: prognostic subgroups and implications for further revision of staging based on analysis of 514 stage I cases[J]. Mod Pathol, 2011, 24 (5):653-664.

(收稿日期:2023-10-29 修回日期:2024-03-17)