

· 胸部影像学 ·

胸部 CT 影像学特征对肺腺癌亚实性结节脏层胸膜侵犯的预测价值

聂中新,段晓蓓,邝琼莲,区丽琼,寺江烽,谭国强,柳学国,龙晚生,陈相猛

【摘要】 目的:探讨胸部 CT 影像学特征在肺腺癌亚实性结节(SSN)脏层胸膜侵犯(VPI)中的临床预测价值。**方法:**回顾性收集 2016 年 5 月—2021 年 12 月在本院经手术切除和病理确诊为肺腺癌 SSN 的患者 103 例。男 34 例,女 69 例,年龄 25~82 岁,平均 (58.5 ± 10.2) 岁。病理组织学诊断结果 VPI 阳性组 19 例(18.45%),VPI 阴性组 84 例(81.55%)。记录患者的年龄、性别等临床资料。所有患者术前均行胸部 CT 检查。阅读 CT 影像学征象,包括位置、径线、密度、分叶征、毛刺征及胸膜凹陷征等。结节与胸膜关系(NPR)分为四种亚型:Ⅰ型,1 条线相连;Ⅱ型,多条线相连;Ⅲ型,窄基底相贴;Ⅳ型,宽基底相贴。单因素分析比较 VPI 阳性组和阴性组在临床和 CT 影像学特征间的差异,将单因素分析差异有统计学意义的指标纳入多因素 Logistic 回归分析,通过受试者操作特征(ROC)曲线建立预测模型。**结果:**103 例患者包括非实性结节 49 例(47.57%)和部分实性结节 54 例(52.43%)。VPI 阳性组和阴性组的性别和年龄差异无统计学意义($P=0.883, 0.151$)。非实性结节 VPI 发生率为 8.16%(4/49),低于部分实性结节 27.78%(15/54),差异有统计学意义($P=0.01$)。NPR 四种亚型发生 VPI 的比例分别为Ⅰ型 6.82%(3/44)、Ⅱ型 15.00%(3/20)、Ⅲ型 28.00%(7/25)和Ⅳ型 42.86%(6/14),差异具有统计学意义($P=0.011$)。结节密度和 NPR 分型是预测肺腺癌 SSN 的 VPI 状态的独立危险因素。ROC 结果显示,结节密度诊断 VPI 的曲线下面积(AUC)为 0.663,敏感度为 78.9%,特异度为 53.6%;NPR 分型诊断 VPI 的 AUC 为 0.726,敏感度为 68.4%,特异度为 69.0%;两者联合诊断 VPI 的 AUC 为 0.804,敏感度为 73.7%,特异度为 70.2%。**结论:**肺腺癌亚实性结节的 CT 影像学特征有助于脏层胸膜侵犯的术前评估,结节密度和结节与胸膜关系分型是预测脏层胸膜侵犯的独立危险因素。

【关键词】 体层摄影术,X 线计算机;肺肿瘤;肺腺癌;胸膜侵犯;亚实性肺结节

【中图分类号】 R814.42;R734.2 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2024)02-0195-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.02.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Predictive value of spiral computed tomography features in visceral pleural invasion in pulmonary adenocarcinoma appearing as sub-solid nodules NIE Zhong-xin, DUAN Xiao-bei, KUANG Qiong-lian, et al.

Department of Radiology, Jiangmen Central Hospital, Guangdong 529030, China

【Abstract】 Objective: To investigate the predictive value of spiral computed tomography (CT) features for visceral pleural invasion (VPI) in pulmonary adenocarcinoma appearing as sub-solid nodules. **Methods:** A total of 103 patients (34 males and 69 females, age range 25~82 years, mean age 58.5 ± 10.2 years) with sub-solid lung adenocarcinoma diagnosed by surgical resection and pathology in our hospital from May 2016 to December 2021 were retrospectively collected. There were 19 cases (18.45%) in VPI positive group and 84 cases (81.55%) in VPI negative group. Patient's clinical data including age and gender were recorded. All patients underwent chest spiral CT examination before surgery. Spiral CT radiological features as location, size, attenuation, lobulated sharp, speculated sign, pleural indentation sign, vacuole sign and air-bronchogram sign were recorded, respectively. Nodule and pleura relationship (NPR) was subdivided into four subtypes: Ⅰ, connected by one line; Ⅱ, connected by multiple lines; Ⅲ, narrow base; Ⅳ, wide base. Univariate analysis was performed to compare the

作者单位:529030 广东,江门市中心医院放射科(聂中新、邝琼莲、寺江烽、谭国强、龙晚生、陈相猛),核医学科(段晓蓓),病理科(区丽琼);528406 广东,中山大学附属第七医院放射科(柳学国)

作者简介:聂中新(1988—),男,湖南永州人,本科,主治医师,主要从事早期肺癌精准诊断研究。

通讯作者:陈相猛, E-mail: xmchen0908@163.com

基金项目:国家自然科学基金(62176104);广东省基础与应用基础研究基金(2021A1515220172);广东省医学科研基金(B2022113)

differences in clinical and radiological parameters between VPI positive and negative groups. Multivariate logistic regression was carried out to analyze the independent risk factors, and receiver operating characteristic (ROC) curve was used to conduct the predictive models. **Results:** There were 49 (47.57%) non-solid nodules and 54 (52.43%) partial solid nodules. No significant difference was shown in gender and age between VPI positive and negative groups ($P=0.883$, $P=0.151$). The incidence of VPI in non-solid nodules was 8.16% (4/49), which was lower than that of part-solid nodules 27.78% (15/54) ($P=0.01$). The proportion of VPI in the four NPR subtypes were 6.82% (3/44), 15.00% (3/20), 28.00% (7/25), 42.86% (6/14) for type I, II, III and IV, respectively ($P=0.011$). Nodule attenuation and NPR subtype were independent risk factors in the differential diagnosis of VPI status. ROC results showed that the area under the curve (AUC), sensitivity and specificity were 0.663, 78.9%, 53.6% and 0.726, 68.4%, 69.0% in the nodule attenuation model and NPR subtype model, respectively. The combined model constructed by nodule attenuation and NPR subtype showed better diagnostic performance with AUC, sensitivity and specificity were 0.804, 73.7%, and 70.2%, respectively. **Conclusion:** The chest spiral CT radiological features of SSN were helpful for preoperative evaluation of VPI status. Nodule attenuation and NPR subtype were independent risk factors for VPI positive groups.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Lung neoplasms; Lung adenocarcinoma; Pleural invasion; Sub-solid pulmonary nodules

胸部 CT 筛查发现越来越多的肺亚实性结节 (sub-solid nodule, SSN), 长期持续存在的 SSN 与原发肺腺癌高度相关, 因此受到临床医生的密切关注^[1]。SSN 定义为在胸部 CT (computed tomography, CT) 肺窗上肺实质密度增加, 并未掩盖支气管血管束结构的孤立性肺结节。根据内部有无实性成分, SSN 可以分为非实性结节 (non-solid nodule, NSN) 和部分实性结节 (part-solid nodule, PSN)^[2,3]。脏层胸膜侵犯 (visceral pleural invasion, VPI) 是影响非小细胞肺癌 (non-small cell lung cancer, NSCLC) 患者诊断和预后的重要因素, VPI 阳性会提高肿瘤的 T 分期 (T1 期升级为 T2 期), 同时 VPI 阳性组的 NSCLC 患者 5 年生存率明显低于阴性组^[4]。因此, 准确评估肺腺癌 SSN 患者的 VPI 状态对精准诊疗具有重要意义。本研究回顾性收集和分析肺腺癌 SSN 的临床资料和胸部 CT 影像学表现, 探讨术前 CT 影像学特征对 VPI 状态的预测价值, 为临床制定个性化治疗方案提供依据。

材料与方法

1. 研究对象

本研究为回顾性研究, 获得本院医学伦理审查委员会批准, 豁免患者知情同意书。纳入标准: ①手术切除和病理组织学证实的原发性肺腺癌患者; ②胸部 CT 表现为 SSN; ③术前 1 个月内接受胸部 CT 检查, 层厚 ≤ 1.0 mm; ④CT 图像显示 SSN 与胸膜有接触; ⑤病理组织学诊断详细记录胸膜侵犯情况。排除标

准: ①CT 图像存在伪影或影像学资料不完整; ②病理结果报告为其他病理组织学亚型; ③既往恶性肿瘤病史; ④术前接受过放化疗或其他治疗的患者。共纳入 2016 年 5 月—2021 年 12 月符合纳入和排除标准的患者 103 例, 男 34 例, 女 69 例, 年龄 25~82 岁, 平均 (58.5 ± 10.2) 岁。临床病史方面, 体检发现 56 例, 临床症状表现为咳嗽 33 例, 胸痛 14 例。

2. 胸部 CT 扫描方案

CT 检查采用 GE Optima CT680 和 Siemens Somatom Force 双源 CT 进行扫描。扫描范围自胸廓入口至肺底部, 患者一次吸气后屏气完成全肺扫描。扫描方式: 螺旋扫描, 管电压 120 kV, 管电流采用自动毫安秒技术, 螺距 1.375:1, 层厚 0.625~1.0 mm, 图像矩阵 512×512 ; 视野 330~350 mm。用标准算法重建 0.625~1.0 mm 层厚横轴面图像, 冠状位和矢状位重建层厚为 3.0 mm。

3. CT 影像学征象阅读

采用双盲法, 由两名放射科医生 (分别具有 8 年和 15 年的主治医师及主任医师) 在未知病理结果的情况下, 于 PACS 上分别读取 CT 图像, 使用肺窗 (窗宽 1500 HU, 窗位 -550 HU) 及纵隔窗 (窗宽 350 HU, 窗位 40 HU)。若诊断意见产生分歧, 通过讨论达成一致。

阅读和记录以下 CT 特征: ①径线: 轴位最大层面结节长径和垂直短径的平均值。②位置: 左肺上叶、左肺下叶、右肺上叶、右肺中叶、右肺下叶。③密度: 非实性、部分实性。④边界: 清楚、不清楚。⑤形态: 规则、

不规则。⑥分叶征(有、无):结节的轮廓表面凹凸不平,有多个弧形表现。⑦毛刺征(有、无):结节边缘不同程度棘状或毛刺样突起。⑧胸膜凹陷征(有、无):脏层胸膜局限性的内陷皱缩,呈三角形或喇叭口状,底部位于胸壁侧,尖端指向肺结节。⑨空泡征(有、无):结节内小灶透光区,直径<5 mm。⑩空气支气管征(有、无):结节内细条状,直径约 1 mm 的空气密度影。⑪周围肺气肿(有、无)。⑫结节与胸膜关系(nodule and pleura relationship,NPR):Ⅰ型,SSN 与胸膜呈单条线相连;Ⅱ型,SSN 与胸膜呈多条线相连;Ⅲ型,SSN 与胸膜窄基底接触,接触面<结节最大径的 50%;Ⅳ型,SSN 与胸膜宽基底接触,接触面≥结节最大径的 50%^[5]。⑬病变中心到胸膜的距离等。

4.病理组织学诊断

所有手术切除标本均常规用福尔马林固定,并使用苏木精和伊红(hematoxylin-eosin,HE)染色。由两位高年资胸部诊断方向的病理科医生阅读并诊断。病理组织学诊断标准依据 2021 版 WHO 肺肿瘤分类(第五版)^[6]。病理组织学亚型包括浸润性腺癌 83 例、微小浸润性腺癌 16 例、原位腺癌 4 例。VPI 评估通过弹性蛋白染色(Victoria blue-van Gieson)分为三组:PL 0 指肿瘤未侵犯脏层胸膜;PL 1 指肿瘤细胞侵入弹性层之外且不暴露于胸膜表面;PL 2 指肿瘤细胞侵犯至脏层胸膜表面。PL 0 定义为 VPI 阴性,PL 1 和 PL 2 统一定义为 VPI 阳性^[6]。

5.统计学分析

采用 SPSS 23.0 统计分析软件。计数资料分析用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法进行;计量资料满足正态分布及方差齐性者,采用独立两样本 t 检验,以 $\bar{x} \pm s$ 表示;偏态分布计量资料采用 Wilcoxon Mann-Whitney U 秩和检验。先以单因素分析各类数据,再将分析结果差异有统计学意义的数据纳入多因素 Logistic 回归分析,筛选出 SSN 发生 VPI 的独立危险因素,建立回归模型,并采用受试者操作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线得出最佳阈值,计算曲线下面积(area under the curve,AUC)。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1.临床资料对比分析

103 例 SSN 患者均行手术根治切除,肺叶切除 61 例,肺段切除术 20 例,楔形切除术 22 例。VPI 阳性组 19 例(18.45%),阴性组 84 例(81.55%)。VPI 阳性组男 6 例,女 13 例,平均年龄(55.5 ± 10.5)岁;VPI 阴性组男 28 例,女 56 例,平均年龄(59.3 ± 10.0)岁。两组之间性别和年龄差异均无统计学意义($\chi^2=0.022$,

$P=0.883;t=1.449,P=0.151$),见表 1。

表 1 肺腺癌 SSN 患者 2 组的临床和螺旋 CT 特征对比分析

参数	VPI 阳性组 (n=19)	VPI 阴性组 (n=84)	统计值	P
性别(男/女)	6/13	28/56	0.022	0.883
年龄/岁	55.5±10.5	59.3±10.0	1.449 ^a	0.151
径线/mm	16.0±5.4	15.8±8.1	-0.748 ^b	0.454
位置/例			10.361	0.035
左肺上叶	5	25		
左肺下叶	4	5		
右肺上叶	7	35		
右肺中叶	3	4		
右肺下叶	0	15		
密度/例			6.570	0.010
非实性	4	45		
部分实性	15	39		
边界/例			1.537	0.215
清晰	14	49		
不清晰	5	35		
形态/例			0.581	0.446
规则	4	25		
不规则	15	59		
分叶征/例			0.060	0.807
无	6	29		
有	13	55		
毛刺征/例			7.622	0.006
无	9	66		
有	10	18		
胸膜凹陷征/例			7.371	0.007
无	3	42		
有	16	42		
空泡征/例			3.886	0.049
无	12	70		
有	7	14		
空气支气管征/例			1.325	0.250
无	11	60		
有	8	24		
周围肺气肿/例				0.284
无	19	79		
有	0	6		
胸膜接触分型/例			11.175	0.011
Ⅰ型	3	41		
Ⅱ型	3	17		
Ⅲ型	7	18		
Ⅳ型	6	8		
结节距胸膜距离/mm	8.5±4.3	11.7±6.9	-1.791 ^b	0.073

注:统计值中,^a为 t 值,^b为 Z 值,余为 χ^2 值。

2.SSN 的 CT 征象对比分析

VPI 阳性组和阴性组的 SSN 在肺叶位置上的分布差异具有统计学意义($\chi^2=10.361,P=0.035$),见表 1。SSN 径线 5.5~44.8 mm,平均(15.9 ± 7.6)mm;VPI 阳性组平均径线(16.0 ± 5.4)mm,VPI 阴性组平均径线(15.8 ± 8.1)mm,差异无统计学意义($Z=-0.748,P=0.454$)。VPI 阳性组 NSN 有 4 例(21.1%,4/19),PSN 有 15 例(78.9%,15/19);VPI 阴性组 NSN 有 45 例(53.6%,45/84),PSN 有 39 例(46.4%,39/84),两组在结节密度之间的差异具有统计学意义($\chi^2=6.570,P=0.010$),见表 1 和图 1~2。VPI 阳性组和阴性组在毛刺征、胸膜凹陷征及空泡征方面差异具有统计学意义($\chi^2=7.622,P=0.006;\chi^2=7.371,P=0.007;\chi^2=3.886,P=0.049$);VPI 阳性组和阴性组在边界、形态、分叶征、空气支气管征、周围肺气肿方面差异均无统计学意义($\chi^2=1.537,P=0.215$;

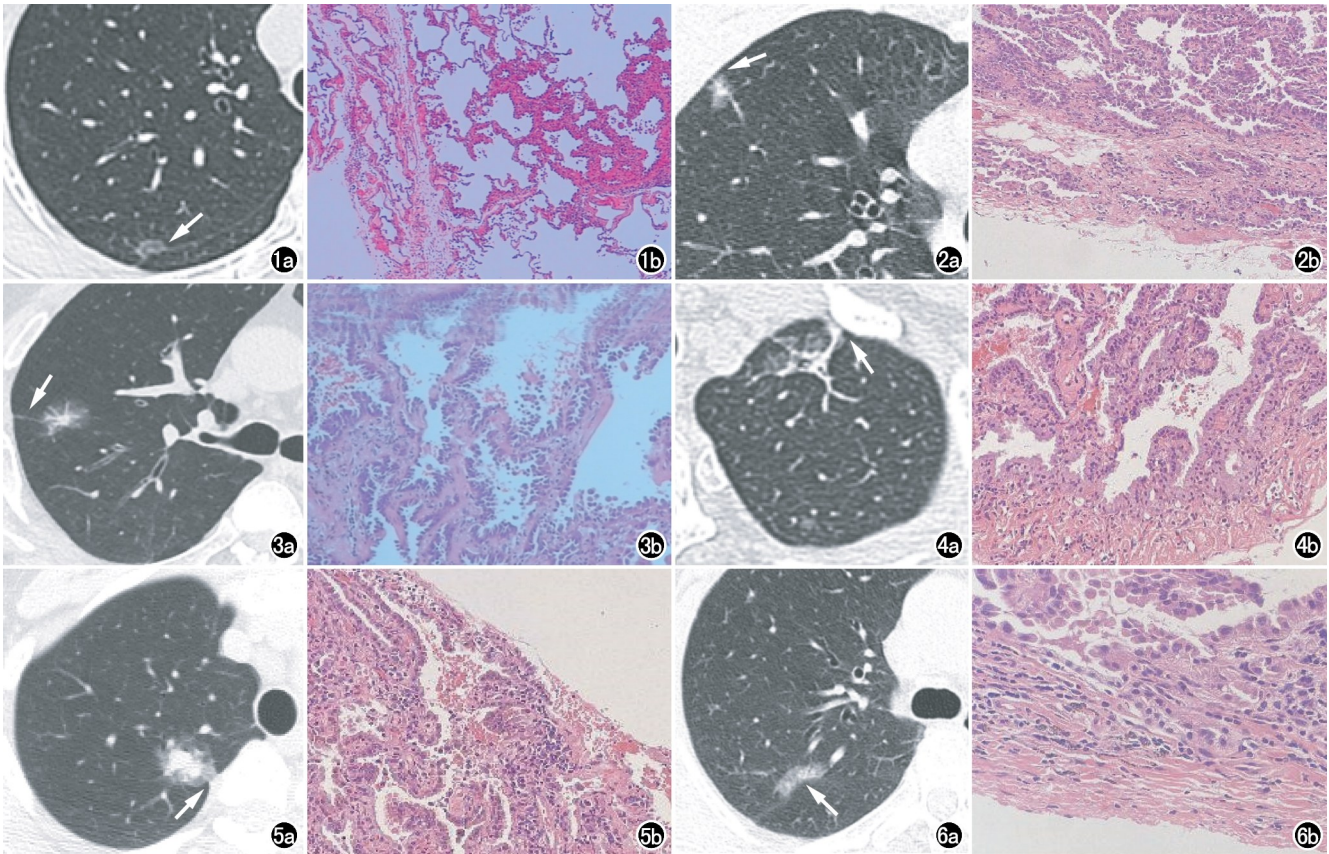


图 1 女,32 岁。a)横轴面 CT 示右肺上叶后段斜裂胸膜下非实性结节,径线 10.0 mm×6.0 mm,NPR IV 型(箭);b)病理组织学(HE,×10)诊断为浸润性腺癌,VPI 阴性。图 2 男,45 岁。a)横轴面 CT 示右肺上叶部分实性结节,径线 7.8 mm×5.2 mm,NPR II 型(箭);b)病理组织学(HE,×20)诊断为浸润性腺癌,VPI 阳性。图 3 男,59 岁。a)横轴面 CT 示右肺上叶尖段部分实性结节,径线 23.0 mm×16.0 mm,NPR I 型(箭);b)病理组织学(HE,×10)诊断为浸润性腺癌,VPI 阴性。图 4 女,48 岁。a)横轴面 CT 示左肺上叶部分实性结节,径线 23.4 mm×12.4 mm,NPR II 型(箭);b)病理组织学(HE,×20)诊断为浸润性腺癌,VPI 阳性。图 5 女,57 岁。a)横轴面 CT 示右肺上叶部分实性结节,径线 22.9 mm×19.1 mm,NPR III 型(箭);b)病理组织学(HE,×20)诊断为浸润性腺癌,VPI 阳性。图 6 女,65 岁。a)横轴面 CT 示右肺上叶后段非实性结节,径线 13.3 mm×8.3 mm,NPR IV 型(箭);b)病理组织学(HE,×20)诊断为浸润性腺癌,VPI 阳性。

$\chi^2=0.581,P=0.446$; $\chi^2=0.060,P=0.807$; $\chi^2=1.325,P=0.250$; $P=0.284$),见表 1。

3.SSN 胸膜接触特征分析

NPR 各亚型发生 VPI 的比例分别为: I 型 6.82% (3/44), II 型 15.0% (3/20), III 型 28.0% (7/25), IV 型 42.9% (6/14)。NPR 分型在 VPI 阳性组和阴性组的分布差异具有统计学意义($\chi^2=11.175,P=0.011$),见表 1 和图 3~6。结节中心距胸膜的距离 3.0~37.2 mm,平均(11.1±6.6) mm,其中 VPI 阳性组平均(8.5±4.3) mm,VPI 阴性组平均(11.7±6.9) mm,两组间差异无统计学意义($Z=-1.791,0.073$),见表 1。

4.多因素 Logistic 回归分析和联合模型构建

将单因素分析有统计学意义的指标(位置、密度、毛刺征、胸膜凹陷征、空泡征、NPR 分型)纳入多因素 Logistic 回归进行分析,采用逐步回归方法,最终结节密度、NPR 分型是预测 VPI 的独立危险因素,比值比(odds ratio,OR)分别为 8.348[95%置信区间(confidence interval,CI):2.097~33.236, $P=0.003$]、2.872(95%CI:1.588~5.193, $P<0.001$)。回归系数分别为 2.122、1.055,Wald 值分别为 9.063($P=0.003$)、12.185($P<0.001$),见表 2,回归方程为:

$$P=1/\{1+\exp[-(-7.485+2.122 X_1+1.055 X_2)]\}$$
 (1)

表 2 肺腺癌 SSN 患者 2 组螺旋 CT 特征 Logistic 回归分析

参数	B	S.E.	Wald χ^2	P	OR	95%CI
常数	-7.485	1.711	19.141	0.000	0.001	—
密度	2.122	0.705	9.063	0.003	8.348	(2.097,33.236)
胸膜接触分型	1.055	0.302	12.185	0.000	2.872	(1.588,5.193)

结节密度诊断 VPI 的 AUC 为 0.663 (95% CI: 0.534~0.791, $P=0.027$), 敏感度为 78.9%, 特异度为 53.6%; NPR 分型诊断 VPI 的 AUC 为 0.726 (95% CI: 0.600~0.852, $P=0.002$), 敏感度为 68.4%, 特异度为 69.0%。将结节密度和 NPR 分型构建为联合模型, 诊断 VPI 的 AUC 为 0.804 (95% CI: 0.694~0.913; $P<0.001$), 敏感度为 73.7%, 特异度为 70.2%, 其诊断效能优于单一因素诊断模型, 见图 7。

讨论

Brewer 于 1977 年首次提出 VPI 可以作为 NSCLC 患者的不良预后因素, VPI 阳性代表肺腺癌恶性程度增高^[7,8]。目前 VPI 确诊主要依赖病理弹力纤维染色, 需要等待较长时间, 影响临床医生术前或术中诊疗决策^[9]。因此, 基于 SSN 术前胸部 CT 检查图像, 利用其影像学特征预测 VPI 状态, 对制定精准治疗方案及准确判断预后具有重要意义。本研究纳入肺腺癌 SSN 患者的临床和影像学资料, 采用单因素分析筛选出相关危险因素, 使用 Logistic 多因素回归分析明确肺腺癌 SSN 患者发生 VPI 的独立危险因素, 构建了诊断效能较高的联合预测模型, 有助于肺腺癌 SSN 患者的个性化诊疗。

既往有学者研究肺癌临床和影像学特征与病理 VPI 的相关性, Qi 等使用多参数分析评估 VPI 的危险因素, 发现性别、病灶密度以及胸膜凹陷征等因素与 VPI 有关^[10,11]。本组结果发现, VPI 阳性组和阴性组在年龄、性别上的分布差异无统计学意义。另有文献

报道^[12], VPI 阳性组年龄 (62.7 ± 9.1 岁) 高于阴性组 (55.1 ± 9.8 岁), 差异有统计学意义 ($P=0.011$), 而两组性别差异无统计学意义 ($P=0.86$), 原因可能与各研究样本选择有关。

既往研究表明, 胸部螺旋 CT 影像学征象如边界、形态、分叶征、空气支气管征等在孤立性肺结节良恶性鉴别和恶性程度评估中具有较高临床价值^[13,14], 但研究对象较多关注实性肺结节, 较少对影像学表现为 SSN 的肺腺癌患者进行分析。Zhao 等^[15]研究发现, VPI 在 NSN 和 PSN 中均可见, NSN 的发病率为 17.4% (12/69), PSN 的发病率为 32.2% (28/87), 两组 VPI 发病率差异有统计学意义 ($P=0.040$)。密度是 SSN 病理侵袭程度的重要预测因素, 内部实性成分的病理基础为肿瘤细胞增殖、瘤内纤维化和肺泡塌陷等, 与恶性程度呈明显正相关; 并且病理实性成分越多, 侵袭程度越高^[16,17]。Shimizu 等^[18]研究显示, VPI 的肿瘤通常为中度或更低分化, 并且具有更高的瘢痕等级 (肿瘤具有含大量胶原纤维的成纤维细胞)。PSN 的实变区域通常包括纤维基质和瘢痕组织, 相较于 NSN, VPI 更有可能发生在 PSN 中。本研究中, PSN 发生 VPI 发生率为 14.56%, 明显高于 NSN 为 3.88%, 差异有统计学意义 ($P=0.010$)。

Manach 等^[19]的研究结果表明, 不同结节最大径的 VPI 状态差异有统计学意义 ($P=0.0001$): 最大径 ≤ 30 mm, 发生 VPI 比例为 10.4% (51/493); 最大径 $>30\sim 50$ mm, 发生 VPI 比例为 19.6% (96/491); 最大径 >50 mm, 发生 VPI 比例为 33.0% (98/297)。本组患者 VPI 阳性组平均径线 (16.0 ± 5.4) mm, 稍高于阴性组平均径线 (15.8 ± 8.1) mm, 差异无统计学意义 ($P=0.454$)。彭兆晖等^[20]回顾性分析了 249 例周围型 NSCLC 患者的 CT 征象, 发现毛刺征在 VPI 阳性组和阴性组间差异具有统计学意义 (72.13%, 44/61; 37.76%, 71/188; $P<0.001$), 本研究中 VPI 阳性组和阴性组间毛刺征的分布差异具有统计学意义 ($P=0.006$), 但是整体发生率较低 (阳性组, 52.63%, 10/19; 阴性组, 21.43%, 18/84), 原因可能与前者纳入 NSCLC 患者包括实性肺结节 (15 例, VPI 阳性 8 例) 和与胸膜接触 (63 例, VPI 阳性 0 例) 有关。

胸膜凹陷征的病理组织学基础为病灶内部纤维组织增生、瘢痕收缩, 或者肿瘤细胞内的纤维母细胞, 诱导发生瘤内纤维化, 引起邻近胸膜的牵拉^[21]。Ebara 等^[22]纳入 201 例手术切除的周围型肺癌患者, 61 例 (30%) 经病理证实为胸膜浸润, 胸膜凹陷征预测 VPI 的敏感度为 59%, 特异度为 85%。本研究结果显示, 肺腺癌 SSN 胸膜凹陷征在 VPI 阳性组的比率为 84.21% (16/19), 明显高于阴性组 50.0% (42/84), 差

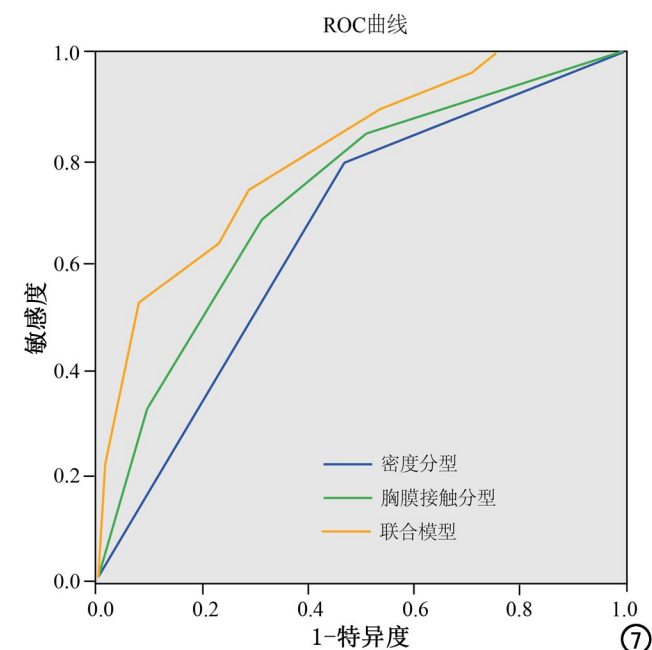


图7 密度分型、NPR分型及联合模型诊断VPI的ROC曲线分析。

异有统计学意义($P=0.007$),可能与瘤内纤维化程度有关,纤维化程度越高,对邻近胸膜的牵拉作用力越强,胸膜凹陷征越明显,发生病理性胸膜侵犯的概率亦增高。

笔者发现 NPR 是预测 VPI 状态的重要 HRCT 征象,随着胸膜接触面积的增加,VPI 发生比例明显升高,差异具有统计学意义($P=0.011$),并且是独立危险因素(OR 值 2.872),与既往文献报道一致^[11]。随着肺内癌灶与胸膜接触面积增大,接触面肿瘤细胞不断堆积,脏层胸膜机械稳定性的弹力纤维对应空间结构减少;肿瘤细胞浸润或破坏加重,脏层胸膜解剖结构发生折叠、褶皱、炎性细胞浸润和成纤维细胞增生等改变,镜下胸膜侵犯发生概率增加^[22]。

本研究的局限性:首先,病例纳入为回顾性、单中心收集,总体样本量较少,难免存在选择性偏倚;其次,没有对 PL 1 和 PL 2 进行分层分析;最后,胸膜接触分型为四种亚型,没有进行计算机量化分析。

综上所述,SSN 的胸部 CT 影像学特征有助于 VPI 状态的术前准确评估,结节密度和 NPR 分型是预测 VPI 阳性的独立危险因素,联合诊断模型预测 VPI 的诊断效能较高,有助于指导临床制订治疗方案。

参考文献:

- [1] Bak SH, Lee HY, Kim JH, et al. Quantitative CT scanning analysis of pure ground-glass opacity nodules predicts further CT scanning change[J]. Chest, 2016, 149(1): 180-191.
- [2] 韩仙俊, 贺文. 亚实性肺结节腺癌的研究进展[J]. 放射学实践, 2019, 34(2): 216-219.
- [3] Lee JH, Lim WH, Hong JH, et al. Growth and clinical impact of 6mm or larger subsolid nodules after 5 years of stability at chest CT[J]. Radiology, 2020, 295(2): 448-455.
- [4] Oyama M, Miyagi Maeshima A, Tochigi N, et al. Prognostic impact of pleural invasion in 1488 patients with surgically resected non-small cell lung carcinoma[J]. Jpn J Clin Oncol, 2013, 43(5): 540-546.
- [5] Qing Zhao, Jian-wei Wang, Lin Yang, et al. CT diagnosis of pleural and stromal invasion in malignant subpleural pure ground-glass nodules: an exploratory study[J]. Eur Radiol, 2019, 29(1): 279-286.
- [6] Borczuk AC, Cooper WA, Dacic S, et al. WHO classification of tumours[M]. 5th edition. Lyon: IARC Press, 2021: 1-565.
- [7] Fu FQ, Zhang Y, Wen ZX, et al. Distinct prognostic factors in patients with stage I non-small cell lung cancer with radiologic part-solid or solid lesions[J]. J Thorac Oncol, 2019, 14(12): 2133-2142.

- [8] Jiang L, Liang W, Shen J, et al. The impact of visceral pleural invasion in node-negative non-small cell lung cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. Chest, 2015, 148(4): 903-911.
- [9] 李洪, 陈远, 王俊, 等. 小结节型 IA 期肺腺癌胸膜侵犯危险因素分析[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2019, 26(10): 979-983.
- [10] Qi LP, Li XT, Yang Y, et al. Multivariate analysis of pleural invasion of peripheral non-small cell lung cancer-based computed tomography features[J]. J Comput Assist Tomogr, 2016, 40(5): 757-762.
- [11] 段晓蓓, 陈相猛, 黄斌豪, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 及高分辨率 CT 预测 TNM I 期肺腺癌脏层胸膜侵犯[J]. 中国医学影像技术, 2021, 37(10): 1486-1491.
- [12] 浦学慧, 袁梅, 陈天羽, 等. 肺腺癌脏层胸膜侵犯的多层螺旋 CT 特征评估[J]. 实用放射学杂志, 2019, 35(4): 549-553.
- [13] Bellier J, Perentes JY, Abdelnour-Berchtold E, et al. A plea for thoroscopic resection of solitary pulmonary nodule in cancer patients[J]. Surg Endosc, 2017, 31(11): 4705-4710.
- [14] Kobayashi Y, Ambrogio C, Mitsudomi T, et al. 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.
- [15] Zhao LL, Xie HK, Zhang LP, et al. Visceral pleural invasion in lung adenocarcinoma ≤ 3 cm with ground-glass opacity: A clinical, pathological and radiological study[J]. J Thorac Dis, 2016, 8(7): 1788-1797.
- [16] 巴文娟, 许迪, 尹柯, 等. HRCT 征象评估纯磨玻璃结节浸润性: 肺结节圆度优于长-短径比值和分叶深度[J]. 放射学实践, 2020, 35(1): 1542-1546.
- [17] Yue X, Liu S, Liu S, et al. HRCT morphological characteristics distinguishing minimally invasive pulmonary adenocarcinoma from invasive pulmonary adenocarcinoma appearing as subsolid nodules with a diameter of ≤ 3 cm[J]. Clin Radiol, 2018, 73(4): 411.e7-411.e15.
- [18] Shimizu K, Yoshida J, Nagai K, et al. Visceral pleural invasion is an invasive and aggressive indicator of non-small cell lung cancer[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2005, 130(1): 160-165.
- [19] Manac'h D, Riquet M, Medioni J, et al. Visceral pleura invasion by non-small cell lung cancer: an underrated bad prognostic factor[J]. Ann Thorac Surg, 2001, 71(4): 1088-1093.
- [20] 彭兆辉, 范丽, 王祥, 等. 多因素分析最大径 ≤ 3 cm 周围型非小细胞肺癌脏层胸膜侵犯的 CT 特征[J]. 实用放射学杂志, 2018, 34(6): 850-853, 868.
- [21] 孔芳, 段艳华, 宋学林, 等. 高分辨率 CT 鉴别诊断良、恶性实性孤立性肺结节[J]. 中国医学影像技术, 2021, 37(8): 1168-1172.
- [22] Ebara K, Takashima S, Jiang B, et al. Pleural invasion by peripheral lung cancer: prediction with three-dimensional CT[J]. Acad Radiol, 2015, 22(3): 310-319.

(收稿日期: 2023-03-12 修回日期: 2023-09-07)