

论 著

急性非高危肺栓塞患者的临床、影像及风险分层特征分析

孙 淼¹ 张昕旸² 张金玲^{1,*}

1.哈尔滨医科大学附属第二医院CT诊断科
(黑龙江 哈尔滨 150086)
2.哈尔滨医科大学附属第三医院影像中心
(黑龙江 哈尔滨 150001)

【摘要】目的 对比急性非高危肺栓塞患者不同栓塞类型的临床、影像及风险分层特征分析。方法 收集在本院通过CTPA确诊的非高危急性肺栓塞患者进行回顾性分析，对比不同类型急性肺栓塞患者临床以及影像学特征，并探索肺栓塞类型与早期风险分层之间的关系。结果 277例非高危急性肺栓塞患者中，鞍型MPA栓塞34例，约占12.27%，不同类型栓塞患者在性别、年龄、有无下肢静脉血栓及合并症上比较差异无统计学意义(P>0.05)；而在影像学特征(PAOI、肺动脉直径、肺/主动脉比值、RV/LV比值)中发现，鞍状肺栓塞与非鞍状肺栓塞、非MPA栓塞中存在显著差异，(P<0.05)；不同类型的急性非高危肺栓塞患者危险分层，在sPESI评分中，非鞍型MPA栓塞和非MPA栓塞患者多被划分为中-低危组，而在Bova评分中，Bova级患者的比例较高。结论 不同类型急性非高危肺栓塞患者严重程度存在差异，鞍状肺栓塞和非鞍状肺栓塞患者较非MPA患者的肺动脉高压及右心室功能障碍出现的频率更高，肺栓塞影像学指标再结合患者临床及实验室检查，有助于早期识别患者危险度，为患者的治疗及预后提供更大帮助。

【关键词】急性肺栓塞；鞍状肺栓塞；CTPA；影像学表现
【中图分类号】R563.5
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.03.018

Clinical,Imaging and Risk Stratification Characteristics of Patients with Acute Non-high-risk Pulmonary Embolism

SUN Miao¹, ZHANG Xin-yang², ZHANG Jin-ling^{1,*}.
1.Department of CT Diagnostics, The Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China
2.Imaging Center, The Third Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China

ABSTRACT
Objective Comparing the clinical, imaging and risk stratification characteristics of different embolism types in patients with acute and non-high-risk pulmonary embolism. **Methods** Clinical data of 277 patients with non-high risk pulmonary embolism diagnosed by CTPA were collected for retrospective analysis, to compare clinical and radiographic characteristics of patients with different types of acute pulmonary embolism, and to explore the relationship between pulmonary embolism type and early risk stratification. **Results** Of the 277 patients with non-high critical pulmonary embolism were divided into saddle MPA (34 cases),For about 12.27%. There was no significant difference between different types of embolism in gender, age, lower extremity venous thrombosis and comorbidities,Significant were found between the different type of pulmonary embolism in the imaging features (PAOI, pulmonary artery diameter, pulmonary / aortic ratio, RV / LV ratio); risk stratification of acute non-high-risk pulmonary embolism, patients with non-saddle MPA and non-MPA embolization were mostly classified into medium-low risk groups, whereas Bova grade I had a higher proportion in Bova scores. **Conclusion** Different types of acute non-high-risk pulmonary embolism patients with the severity of disease, saddle pulmonary embolism and non-saddle pulmonary embolism patients than MPA patients with pulmonary hypertension and right ventricular dysfunction frequency, pulmonary embolism imaging index combined with clinical and laboratory examination, help to early identification of patient risk, provide greater help for the treatment and prognosis.
Keywords: Acute Pulmonary Embolism; Saddle Pulmonary Embolism; CTPA; Imaging Findings

急性肺血栓栓塞是深静脉血栓最常见的表现形式，也是继心肌梗死和脑卒中之后心血管死亡的第三大常见原因^[1]。非高危APE患者的30天死亡率可为1.7-15%^[2]。随着螺旋CT技术的发展，在急诊科，CTPA(computed tomographic pulmonary angiography, CTPA)是目前诊断APE的首选方法，其敏感性和特异性分别在96-100%和89-98%之间^[3]。此外，CTPA可以提供高水平的图像质量并允许识别APE的确切解剖位置。因此，本文旨在分析急性非高危患者肺栓塞类型的临床及影像学特征，为临床诊断、鉴别提供参考依据，为患者早期风险分层提供新的方法及思路。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2019年1月至2022年6月在本院通过肺动脉CT血管成像确诊的277例非高危急性肺栓塞患者进行回顾性分析。

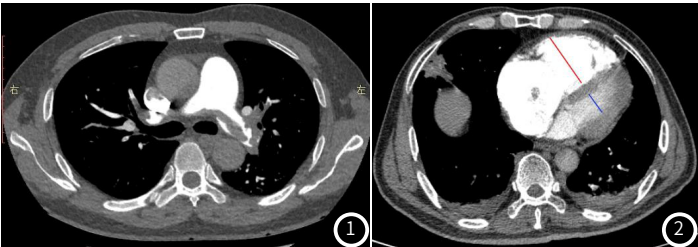
非高危急性肺栓塞患者^[4]被定义为入院的患者：无心肺复苏史；收缩压≥90mmHg(1mmHg=0.133kPa)；不需要升压药；无终末器官低血压，定义为收缩压下降<40 mmHg，持续≤15分钟。纳入标准：经CTPA诊断为急性肺栓塞，年龄≥18岁。排除标准：慢性复发性肺栓塞；存在肺动脉肿瘤；无CTPA资料或超声心动图；缺乏心肌肌钙蛋白I(cTn-I)和N-末端脑利钠肽原(NT-proBNP)；入院前接受溶栓治疗；合并严重心、肺、肝、肾功能不全；妊娠。

1.2 检查方法 所有检查均采用Philips Brilliance iCT 256层螺旋CT机，管电压120kv，管电流250mAs，螺距为0.625，使用SCT-211双筒高压注射器，经肘前静脉注射碘普罗胺，注药速率4.0-5.0mL/s，总剂量50~70mL，注射对比剂后需再注射0.9%的氯化钠30mL，注药速率相同。患者取仰卧体位，从足到头方向进行扫描。延迟时间依据人工智能触发扫描，位置设在肺动脉主干，触发阈值设置为100HU。扫描范围从胸廓入口水平起始至膈肌水平。CT扫描图像均传输至自带工作站进行图像处理和数据分析。

1.2.1 肺栓塞类型判读 所有CTPA图像均由1名低年资医生和1名经验丰富的高年资医生共同判读。当结果不一致时，由另1名放射科经验丰富高年资医生参与判读。肺栓塞的定义^[5]是存在血管腔内低密度充盈缺损，部分或完全闭塞肺动脉。允许观察者调整窗口设置以最大化显示栓子形态，使用轴向图像进行解释。当轴位图像被认为不足以区分血栓和邻近软组织时，也使用重建的冠状位和矢状位图像。主肺动脉(main pulmonary artery, MPA)分为四个部分：MPA主干、MPA分叉、左肺动脉(left pulmonary artery, LPA)和右肺动脉(right pulmonary artery, RPA)。依据肺动脉内栓子的位置，将肺动脉栓塞类型分为^[6]：MPA栓塞即血栓在LPA、RPA或双侧肺动脉分叉处，其可进一步细分

【第一作者】孙 淼，女，住院医师，主要研究方向：心胸及脑血管影像诊断及成像技术研究。E-mail: 15027627691@163.com
【通讯作者】张金玲，女，主任医师，主要研究方向：心胸及脑血管影像诊断及成像技术研究。E-mail: jinlingzi@163.com

为鞍型MPA栓塞(saddle MPA embolism)者(血栓骑跨在血管分叉处,并向LPA、RPA两侧延伸)(图1)和非鞍型MPA栓塞(在分叉处无血栓,仅在RPA或LPA处可以看见血栓);非MPA栓塞则是RPA、LPA或分叉处均无血栓,但周围肺动脉有血栓。



1.2.2 影像学参数测量、计算 肺动脉主干直径:在轴位图像肺动脉主干分叉前测量,同时,在同平面上测量主动脉主干直径,如果肺动脉干>29mm,认为肺动脉干扩张,PA/AO≥1,则认为肺动脉高压^[7];RV/LV比值:在CTPA轴位图像上分别测量右心室、左心室游离壁至室间隔的最大距离,并计算比值(图2);肺栓塞指数(PAOI):采用2001年Qanadli评分^[8],计算公式为: $[\sum (n \times d) / 40] \times 100\%$,d代表栓塞程度,n代表栓塞的肺段动脉数量,总分40分。

1.3 资料收集 收集患者性别、年龄、是否存在下肢静脉血栓、是否合并其他疾病及实验室指标等资料。

1.4 肺栓塞早期风险预测 超声心动图证实右心室功能障碍(right ventricular dysfunction, RVD)或CTPA图像上RV/LV ≥1。使用肺栓塞严重指数简化版(sPESI)评分^[9]、cTn-I、NT-proBNP和RVD评估风险分层。患者被分为中-高风险组、中-低风险组和低风险组。根据收缩压、心率、cTn-I和RVD评估Bova评分^[10]。然后根据Bova评分将患者分为I期、II期和III期。

1.5 统计方法 采用SPSS 26.0统计软件进行统计分析,符合正态分布的计量资料以均数±标准差表示,不符合正态分布的计量资料以中位数±四分位数表示,组间比较采用Kruakal-Wallis H检验。计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用Pearson卡方检验。组间两两比较采用Mann-Whitney U检验,所有的两两比较均经过Bonferroni校正。P<0.05为差异有统计学意义。

2.2 影像学特征 在所有患者中,鞍型MPA栓塞患者的PAOI、肺动脉直径、超声右心室内径均高于其他两型患者,单因素方差分析和事后两两比较结果显示,鞍型MPA栓塞、非鞍型MPA栓塞患者与非MPA栓塞比较, P值均小于0.001, 组间存在统计学差异,见表2。

表2 肺栓塞患者CTPA不同分型影像学特征

指标	鞍型MPA栓塞 (n=34)	非鞍型MPA栓塞 (n=108)	非主干肺栓塞 (n=135)	P
肺栓塞指数(PAOI%)	50.06±13.75 ^a	42.50±17.50 ^a	22.50±25.00 ^b	0.001 [*]
肺动脉直径(mm)	32.00±3.25 ^a	31.00±4.78 ^a	29.00±6.00 ^b	0.001 [*]
主动脉直径(mm)	37.00±5.00	34.00±6.50	36.00±6.00	0.182
PA/AO>1	6(17.65%)	35 ^a (32.41%)	14(10.37%)	0.001 [*]
RV/LV>1	30 ^a (88.24%)	80 ^a (74.07%)	36(26.67%)	0.001 [*]
超声右心室内径(mm)	22.75±6.73 ^a	21.55±6.95 ^a	19.10±4.35 ^b	0.001 [*]
右室流出道内径(mm)	29.15±6.30	28.60±6.05	28.10±3.90	0.165
超声左房直径(mm)	32.95±6.68	32.50±6.95	33.80±6.80	0.083
室间隔厚度(mm)	10.55±0.98	10.58±1.92	10.58±1.50	0.410

注: ^a表示与非MPA栓塞比较P<0.05; ^b表示与非鞍型MPA栓塞比较P<0.05; 所有的两两比较均经过Bonferroni校正。

2 结 果

2.1 临床特征 277例非高危急性肺栓塞患者中, 鞍型MPA栓塞34例(12.27%), 非鞍型MPA栓塞108例(38.99%), 非MPA栓塞135例(48.74%)。277例肺栓塞患者中下肢静脉血栓患者有205例(74.00%), 其中男116例, 女89例。其他人口统计学特征见表1。

表1 肺栓塞患者CTPA不同分型的临床特征[n(%)]

指标	鞍型MPA栓塞 (n=34)	非鞍型MPA栓塞 (n=108)	非主干肺栓塞 (n=135)	P
性别				0.653
女	13(38.24%)	45(41.67%)	62(45.93%)	
男	21(61.76%)	63(58.33%)	73(54.07%)	
年龄	65.50±13.75	64.00±17.75	64.00±13.00	0.291
下肢静脉血栓				0.744
有	27(79.41%)	79(73.15%)	99(73.33%)	
无	7(20.59%)	29(26.85%)	36(26.67%)	
吸烟	7(20.59%)	26(24.07%)	40(29.63%)	0.445
临床表现				0.013 [*]
下肢疼痛肿胀	0	9(8.33%)	20(14.81%)	
呼吸困难	15(44.12%)	50(46.30%)	37(27.40%)	
胸痛	9(26.47%)	16(14.81%)	21(15.55%)	
晕厥	3(8.82%)	4(3.70%)	6(4.44%)	
胸闷、气短	4(11.76%)	15(13.89%)	18(13.33%)	
咳嗽	2(5.88%)	6(5.56%)	6(4.44%)	
咳血	1(2.94%)	2(1.85%)	5(3.7%)	
其他	0	6(5.56%)	22(16.29%)	
心动过速(PR>100)	15(44.12%)	33(30.56%)	30(22.22%)	0.031 [*]
呼吸急促(RR>20)	5(14.71%)	16(14.81%)	25(18.52%)	0.706
合并症				
糖尿病	7(20.59%)	13(12.04%)	20(14.81%)	0.458
高血压	12(35.29%)	43(39.81%)	61(45.19%)	0.496
恶性肿瘤病史	3(8.82%)	9(11.30%)	17(12.59%)	0.529
慢性心肺疾病	18(52.94%)	44(40.74%)	55(40.74%)	0.402

注: ^{*}代表P<0.05。

2.3 早期风险评估 不同类型的急性非高危肺栓塞患者危险分层, 在sPESI评分中, 非鞍型MPA栓塞和非MPA栓塞患者多被划分为中-低危组, 而在Bova评分中, BovaI级患者的比例较高。相比与非MPA栓塞, 主干肺动脉栓塞的患者危险度等级更高(P<0.01), 见表3。

表3 肺栓塞患者CTPA不同分型风险预后

指标	鞍型MPA栓塞 (n=34)	非鞍型MPA栓塞 (n=108)	非MPA栓塞 (n=135)	P
sPESI				0.001 [*]
低危组	4(11.76%)	26(24.07%)	32(23.70%)	
中-低危组	12(35.29%)	57(52.78%)	93(68.89%)	
中-高危组	18(52.94%)	25(23.15%)	10(7.41%)	
Bova				0.001 [*]
Bova I级	10(29.41%)	56(51.85%)	106(78.52%)	
Bova II级	7(20.59%)	41(37.96%)	23(17.04%)	
Bova III级	17(50.00%)	11(10.19%)	6(4.44%)	

注: 所有肺栓塞类型的风险预后均经过事后两两比较, P<0.01。

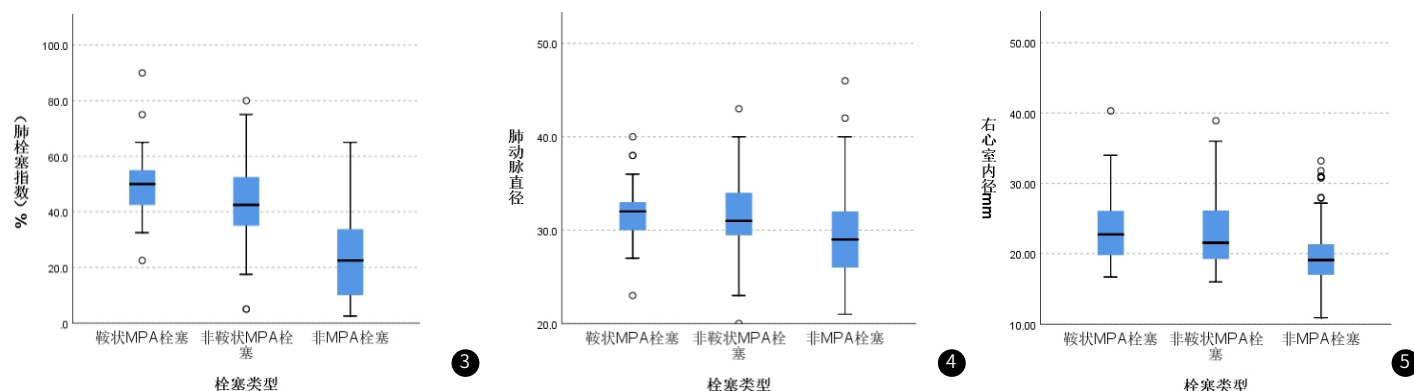


图3-图5 三种栓塞类型关于肺栓塞指数、肺动脉直径、超声右心室内径指标的独立Kruakal-Wallis H检验图。

3 讨论

随着影像技术的不断发展进步,在诊断肺栓塞时,CTPA逐渐取代传统肺动脉造影成为“金标准”。目前的临床指南在严重程度分类中,很少关注血块解剖位置的重要性,借助CTPA, APE的解剖位置很容易被识别,并且允许研究这些位置对临床和血流动力学表现的贡献。鞍状血块的中心位置、大小和不稳定性引起了人们对这种情况的血流动力学后果和最佳治疗方法的极大关注。

3.1 不同类型急性肺栓塞患者临床特征分析 鞍型肺栓塞占本研究期间CTPA诊断的所有肺栓塞病例的12.27%,这比以往研究结果得到的比例都高。Ryu^[11]等人 and Pruszczyk^[12]等人报告分别有2.6%和5.2%的急性肺栓塞患者具有鞍状成分。另有研究表明^[13],鞍状肺栓塞在非高危患者中的发生率在6%到9.1%之间。与非MPA栓塞的患者相比,鞍状MPA栓塞及非鞍状MPA栓塞的患者更多具有典型的体征和症状。本研究显示,非高危急性肺栓塞患者的主要临床表现是呼吸困难(36.82%)、胸痛(16.60%)、胸闷及气短(13.35%),通过分析后发现,不典型症状晕厥也有一定比例存在,占有所有临床表现的4.7%。Ibrahim等人^[14]发现,鞍型肺栓塞患者比非鞍型肺栓塞患者有更频繁的心动过速和呼吸急促,在本研究也有相同发现,但两组患者在呼吸急促方面统计无显示差异,可能是由于鞍状肺栓塞患者的阳性体征患者较少。

3.2 不同类型急性肺栓塞患者影像学特征 Ayo^[15]的研究表明,与生存组患者相比,死亡组患者的肺动脉和主动脉直径显著增加,在本研究中也发现了相同的结果。一项荟萃分析证实^[16],在CT横断面上测量的RV/LV比值对急性栓塞患者的不良临床结果具有最强的预测价值。在已发表的研究中,与右心功能障碍相关的RV/LV的临界值各不相同^[5,16-17]。在本研究中,采用右心室/左心室 ≥ 1.0 ,我们的结果显示,肺栓塞类型与PAOI和RV/LV比值之间存在高度显著的相关性。这些已在研究中得到验证,PAOI超过40-60%和/或RV/LV比值超过1.0-1.4的患者预后明显更差,PAOI与最近端的PE水平之间存在很强的相关性^[18]。不同类型急性肺栓塞患者继发性改变中^[19],周围型肺栓塞患者肺动脉干增粗、右心增大、马赛克征、肺梗死发生率均明显低于中央型肺栓塞患者,在Berghaus的研究中发现^[20],栓塞在肺血管中的位置影响右心室后负荷,右室功能不全患者中出现中央血栓的频率明显更高,当出现右心室功能不全的迹象时,住院期间的死亡率较高,且所有死亡的患者在CTPA图像上都可见中央血栓。栓塞位置与右心室功能障碍相关,并不一定是右心室后负荷增大的原因,因为外周栓塞的节段足够大时,超过30%也会导致肺血管阻力的显著增加,我们猜测可能是由于主肺动脉栓塞表现得更为急性,右心室适应压力的时间更短。但是,在我们的研究中,右心功能障碍患者从首发症状到确诊的时间跨度较短,且经过积极治疗后平均症状持续时间短,这一假设并没有得到证实。

3.3 不同类型急性肺栓塞患者早期风险分层特征 就近端血栓栓塞位置而言,鞍状肺栓塞患者中-高危、Bova III级比例高于非鞍状MPA及非MPA肺栓塞患者,低危组患者少于其他两型患者($P < 0.01$),这表明鞍状肺栓塞患者病情更严重,预后不良的可能性更高。急性非高危肺栓塞患者在使用不同危险分层标准判断时,

鞍型MPA栓塞和非MPA栓塞患者分歧不大,主要分歧集中在中间状态的非鞍状MPA肺栓塞的划分,再用sPESI分层划分时,该类栓塞患者多数被评为中-低危组,而Bova评分将其划分为Bova I级。其原因可能是sPESI能有效识别低风险患者,但对中高患者识别能力差,Bova评分是基于门诊数据开发的评分准则,适用于识别血流动力学稳定且无并发症的患者。因此,在评分基础上,使用CTPA识别血栓形态、位置及阻塞程度有助于帮助评估病情恶化的风险,也能同时分析患者是否存在右心室功能障碍。

我们中心有一种趋势,即对大多数急性PE患者进行CTPA和超声心动图检查,这使得本研究中调查的大多数患者两项资料完整。然而,目前的研究有重要的局限性。该研究的回顾性不允许排除隐藏的混杂因素,再者由于大部分数据采用纯手工自动测量,可能存在测量误差的风险,最后,我们的观察基于没有心电图门控扫描协议的CTPA。

综上所述,肺栓塞的位置、RV/LV比值、PA/AO > 1 以及肺栓塞指数在栓塞患者病情严重程度评估时存在差异,相比与非主干MPA栓塞,鞍状及非鞍状MPA栓塞的患者会出现预后不良的情况更高,在临床诊疗中,及时准确判断患者栓塞类型及右心室功能障碍,对患者治疗及预后有重大意义。

参考文献

- [1] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会, 全国肺栓塞与肺血管病防治协作组. 肺血栓栓塞症诊治与预防指南[J]. 中华医学杂志, 2018, 98: 1060-1087.
- [2] Yazici S, Kiris T, Ceylan US, et al. The accuracy of combined use of troponin and red cell distribution width in predicting mortality of patients with acute pulmonary embolism[J]. Wien Klin Wochenschr, 2016, 128 (Suppl 8): 596-603.
- [3] Bettmann MA, Baginski SG, White RD, et al. ACR appropriateness criteria (R) acute chest pain--suspected pulmonary embolism[J]. J Thorac Imaging, 2012, 27 (2): W28-31.
- [4] Jia D, Li XL, Zhang Q, et al. A decision tree built with parameters obtained by computed tomographic pulmonary angiography is useful for predicting adverse outcomes in non-high-risk acute pulmonary embolism patients[J]. Respir Res, 2019, 20 (1): 187.
- [5] Furlan A, Aghayev A, Chang CC, et al. Short-term mortality in acute pulmonary embolism: clot burden and signs of right heart dysfunction at CT pulmonary angiography[J]. Radiology, 2012, 265 (1): 283-293.
- [6] Jia D, Ji C, Zhao M. Saddle pulmonary embolism is not a sign of high-risk deterioration in non-high-risk patients: a propensity score-matched study[J]. World J Emerg Med, 2021, 12 (4): 261-267.
- [7] Liu M, Miao R, Guo X, et al. Saddle pulmonary embolism: laboratory and computed tomographic pulmonary angiographic findings to predict short-term mortality[J]. Heart Lung Circ, 2017, 26 (2): 134-142.
- [8] Qanadli SD, El Hajjam M, Vieillard-Baron A, et al. New CT index to quantify arterial obstruction in pulmonary embolism: comparison with angiographic index and echocardiography[J]. AJR Am J Roentgenol, 2001, 176 (6): 1415-1420.

与周围肺不张,炎症,血管等,导致过高地估计肿瘤大小^[13-14]。其次,CT上肺癌被周围充气的肺组织包裹且一般都有丰富的血供,而肿瘤切除后周围肺组织塌陷,肿瘤本身的血供排空,导致体积减小。再者,手术过程对肿瘤也可能会造成一定程度损伤。

MPR直径比轴位直径和3D直径更接近病理大小,并且其T分期也更加准确,这具有重大的临床意义。如前所述,小于5cm的肺癌,在第八版AJCC分期中每增加1cm分期都会随之提高^[2],而且本次研究中根据MPR直径所得T分期在预测病理分期上显著高于轴位直径和3D直径,进一步说明MPR直径在测量肺癌大小中的重要地位。

本次研究有以下不足:首先,本次研究仅纳入了T1期实性肺癌,所得结论能否运用于T2期及其以上还有磨玻璃结节肺癌还需要进一步研究,然而,随着胸部CT体检的广泛运用,大部分的肺癌得以早期发现,另外,肺癌的分期是根据实性部分的大小决定的,磨玻璃成分的大小不能决定预后,准确测量磨玻璃成分大小在肺癌分期中并不重要。其次,本次研究为回顾性单中心研究,样本量较小,需要未来的多中心大样本研究进一步验证。最后,所有的测量都是手动进行的,随着人工智能的发展,会逐步实现半自动或者自动获得结节轴位直径,MPR直径及3D直径,结节测量的观察者间一致性也会进一步提高^[15]。

总之,相对于轴位直径和3D直径,MPR直径具有优秀的观察者间一致性及更高的分期准确性,应该被用于肺癌的临床分期测量。

参考文献

- [1] Rami-Porta R, Bolejack V, Crowley J, et al. The IASLC lung cancer staging project: proposals for the revisions of the T descriptors in the forthcoming eighth edition of the TNM classification for lung cancer[J]. J Thorac Oncol, 2015, 10(7): 990-1003.
- [2] Detterbeck FC, Boffa DJ, Kim AW, et al. The eighth edition lung cancer stage classification[J]. Chest, 2017, 151(1): 193-203.
- [3] Bhure UN, Lardinois D, Kalff V, et al. Accuracy of CT parameters for assessment of tumour size and aggressiveness in lung adenocarcinoma with bronchoalveolar elements[J]. Br J Radiol, 2010, 83(994): 841-849.
- [4] Heidinger BH, Anderson KR, Moriarty EM, et al. Size measurement and T-staging of lung adenocarcinomas manifesting as solid nodules < 30mm on CT: radiology-pathology correlation[J]. Acad Radiol, 2017, 24(7): 851-859.

- [5] Ridge CA, Huang J, Cardoza S, et al. Comparison of multiplanar reformatted CT lung tumor measurements to axial tumor measurement alone: impact on maximal tumor dimension and T stage[J]. AJR Am J Roentgenol, 2013, 201(5): 959-963.
- [6] Yoshida Y, Yanagawa M, Hata A, et al. Quantitative volumetry of ground-glass nodules on high-spatial-resolution CT with 0.25-mm section thickness and 1024 matrix: phantom and clinical studies[J]. Eur J Radiol Open, 2021, 8: 100362.
- [7] Doo KW, Kang EY, Yong HS, et al. Accuracy of lung nodule volumetry in low-dose CT with iterative reconstruction: an anthropomorphic thoracic phantom study[J]. Br J Radiol, 2014, 87(1041): 20130644.
- [8] Joshi S, Pandit SV, Shukla PK, et al. Analysis of smart lung tumour detector and stage classifier using deep learning techniques with internet of things[J]. Comput Intell Neurosci, 2022, 2022: 4608145.
- [9] Ahn H, Lee KW, Lee KH, et al. Effect of computed tomography window settings and reconstruction plane on 8th edition T-stage classification in patients with lung adenocarcinoma manifesting as a subsolid nodule[J]. Eur J Radiol, 2018, 98: 130-135.
- [10] Bankier AA, MacMahon H, Goo JM, et al. Recommendations for measuring pulmonary nodules at CT: a statement from the Fleischner Society[J]. Radiology, 2017, 285(2): 584-600.
- [11] Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research[J]. J Chiropr Med, 2016, 15(2): 155-163.
- [12] Park S, Lee SM, Choe J, et al. CT evaluation for clinical lung cancer staging: do multiplanar measurements better reflect pathologic T-stage than axial measurements? [J]. Korean J Radiol, 2019, 20(7): 1207-1215.
- [13] Lampen-Sachar K, Zhao B, Zheng J, et al. Correlation between tumor measurement on computed tomography and resected specimen size in lung adenocarcinomas[J]. Lung Cancer, 2012, 75(3): 332-335.
- [14] Lee KH, Goo JM, Park SJ, et al. Correlation between the size of the solid component on thin-section CT and the invasive component on pathology in small lung adenocarcinomas manifesting as ground-glass nodules[J]. J Thorac Oncol, 2014, 9(1): 74-82.
- [15] Gierada DS, Rydzak CE, Zei M, et al. Improved interobserver agreement on lung-RADS classification of solid nodules using semiautomated CT volumetry[J]. Radiology, 2020, 297(3): 675-684.

(收稿日期: 2023-04-23)

(校对编辑: 孙晓晴)

(上接第60页)

- [9] Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS) [J]. Eur Heart J, 2020, 41(4): 543-603.
- [10] Bova C, Vanni S, Prandoni P, et al. A prospective validation of the Bova score in normotensive patients with acute pulmonary embolism[J]. Thromb Res, 2018, 165: 107-111.
- [11] Ryu JH, Pellikka PA, Froehling DA, et al. Saddle pulmonary embolism diagnosed by CT angiography: frequency, clinical features and outcome[J]. Respir Med, 2007, 101(7): 1537-1542.
- [12] Pruszczyk P, Pacheco R, Ciurzynski M, et al. Short term clinical outcome of acute saddle pulmonary embolism[J]. Heart, 2003, 89(3): 335-336.
- [13] Zuin M, Rigatelli G, Zonzin P, et al. Saddle pulmonary embolism in hemodynamically stable patients: to lyse or not to lyse? An issue in no guidelines land[J]. Eur J Intern Med, 2017, 46: e26-e28.
- [14] Ibrahim WH, Al-Shokri SD, Hussein MS, et al. Saddle versus non-saddle pulmonary embolism: differences in the clinical, echocardiographic, and outcome characteristics[J]. Libyan J Med, 2022, 17(1): 2044597.
- [15] Ayozy S, Erol S, Kul M, et al. Using RV/LV ratio and cardiac biomarkers to define the risk of mortality from pulmonary embolism[J]. Tuberk Toraks, 2021, 69(3): 297-306.

- [16] Becattini C, Agnelli G, Vedovati MC, et al. Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism: diagnosis and risk stratification in a single test[J]. Eur Heart J, 2011, 32(13): 1657-1663.
- [17] Chow V, Ng AC, Chung T, et al. Right atrial to left atrial area ratio on early echocardiography predicts long-term survival after acute pulmonary embolism[J]. Cardiovasc Ultrasound, 2013, 11(17).
- [18] Ghanima W, Abdelnoor M, Holmen LO, et al. The association between the proximal extension of the clot and the severity of pulmonary embolism (PE): a proposal for a new radiological score for PE[J]. J Intern Med, 2007, 261(1): 74-81.
- [19] 常亮, 吴迪, 李伟, 等. 不同类型急性肺栓塞继发性改变胸部CTPA影像学表现及临床特征对比[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(01): 60-61, 69.
- [20] Berghaus TM, Haecckel T, Behr W, et al. Central thromboembolism is a possible predictor of right heart dysfunction in normotensive patients with acute pulmonary embolism[J]. Thromb Res, 2010, 126(3): e201-205.

(收稿日期: 2023-07-11)

(校对编辑: 孙晓晴)