

论 著

研究CT不同直径测量方法对T1期肺癌大小评估中的价值

白维娟 贾荣荣 金 薇
高燕军 薛永杰 苏林强
冀笑笑*

西北大学附属医院·西安市第三医院医学影像科(陕西 西安 710018)

【摘要】目的 寻找T1期肺癌术前CT上的最佳大小测量方法。方法 回顾性分析72例肺癌患者的术前CT及术后病理资料。两位放射科医师(R1和R2)独立测量获得轴位直径,多平面重建(MPR)直径和3D直径。内部分类相关系数(ICC)和Blant-Altman指数(B-A index)来评价直径测量的一致性,不同直径大小的差异用配对样本t检验或者Wilcoxon's检验进行比较。将T1a期归为组A,≥T1b期合并为组B,不同直径获得的临床T分期在区分组A与组B上的准确性用McNemar's检验来比较。结果 轴位直径和MPR直径测量的一致性均大于3D直径测量(ICC=0.993和0.992比0.863;B-A index=0.2 [-1.9至2.2]和-0.8 [-2.6至1.1]比1.3 [-6.5至4.0])。轴位直径和MPR直径与病理直径测量的一致性大于3D直径(R1: ICC=0.951和0.957比0.825,B-A index=2.5 [-0.5至5.6]和1.7 [-1.7至5.1]比-3.2 [-7.6至1.2];R2: ICC=0.940和0.981比0.851,B-A index=2.7 [-1.0至6.5]和1.0 [-2.3至4.2]比-4.5 [-11.0至2.1])。轴位直径明显小于病理直径(R1: p=0.023;R2: p=0.017),3D直径明显大于病理直径(R1: P=0.008;R2: P<0.001),MPR直径与病理直径接近(R1: P=0.129;R2: P=0.418)。根据MPR直径所得临床T分期在区分组A和组B上的准确性显著大于轴位直径及3D直径(R1: P=0.023,0.001;R2: P=0.003,0.005)。结论 对于T1期肺癌,CT轴位直径和3D直径分别会低估和高估肿瘤大小,MPR直径是最准确的测量方法。

【关键词】肺癌;分期;体层摄影术;X线计算机
【中图分类号】R734.2
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.03.020

To Investigate the Value of Different CT Diameter Measurement Methods in the Size Measurement of T1 Stage Lung Cancer

BAI Wei-xian, JIA Rong-rong, JIN Wei, GAO Yan-jun, XUE Yong-jie, SU Lin-qiang, JI Xiao-xiao*.
Department of Medical Imaging, Xi'an No.3 Hospital, the Affiliated Hospital of Northwest University, Xi'an 710018, Shaanxi Province, China

ABSTRACT

Objective The study aimed to find the optimal diameter measurement methods in preoperative CT. **Methods** The preoperative CT images and postoperative pathology data of 72 lung cancers were retrospectively analyzed. Two radiologists (R1 and R2) measured the axial diameter, multiple planar reconstruction (MPR) diameter and three dimensional (3D) diameter independently. The measurement agreement were assessed by Intra-class correlation coefficient (ICC) and Blant-Altman (B-A) index. Size differences between different diameter were compared by paired-t test or Wilcoxon's test. T1a was integrated into group A and ≥T1b into group B, the accuracy of clinical T stage derived from different diameters to discriminate Group A and B was compared by McNemar's test. **Results** The measurement agreement of axial diameter and MPR diameter was larger than 3D diameter (ICC=0.993 and 0.992 vs 0.863; B-A index=0.2 [-1.9 to 2.2] and -0.8 [-2.6 to 1.1] vs 1.3 [-6.5 to 4.0]). The measurement agreement between axial diameter, MPR diameter and pathology diameter were larger than between 3D diameter and pathology diameter (R1: ICC=0.951 and 0.957 vs 0.825, B-A index=2.5 [-0.5 to 5.6] and 1.7 [-1.7 to 5.1] vs -3.2 [-7.6 to 1.2]; R2: ICC=0.940 and 0.981 vs 0.851, B-A index=2.7 [-1.0 to 6.5] and 1.0 [-2.3 to 4.2] vs -4.5 [-11.0 to 2.1]). Axial diameter was statistically smaller than pathology diameter (R1:P=0.023; R2:P=0.017), MPR diameter was non-statistically smaller than pathology diameter (R1: P=0.129; R2: P=0.418), 3D diameter was statistically larger than pathology diameter (R1: P=0.008; R2: P<0.001). Clinical T stage based on MPR diameter has significantly more accuracy than axial diameter and 3D diameter to discriminate Group A and Group B (R1: P=0.023, 0.001; R2: P=0.003, 0.005). **Conclusion** For T1 stage lung cancer, CT axial diameter underestimated pathology diameter while 3D diameter overestimated pathology diameter with insufficient agreement, MPR diameter was the closest to the pathology diameter.

Keywords: Lung Cancer; Stage; Tomography; X-ray Computed

对于直径≤5cm的肺癌,每1cm的大小差异其预后都截然不同^[1],在AJCC第八版肺癌T分期中较大幅度地更新了T分期的定义,T1期肺癌分为T1a(≤1cm),T1b(>1~≤2cm),T1c(>2cm~≤3cm),T2期肺癌分为T2a(>3cm~≤4cm),T2b(>4cm~≤5cm)^[2]。由此可见,准确测量肺癌大小非常重要。

既往有多篇研究报道了如何准确测量肺癌大小,如应该在肺窗上而不是纵隔窗上测量^[3];对于≤30mm的实性肺腺癌,轴位长径能够比长短径平均值更准确地反映T分期^[4];基于第七版肺癌分期系统,联合冠/矢状位和轴位测量能够比单纯轴位测量提高20%肺癌的T分期^[5];以及不同的CT扫描几重建方法对结节大小测量的影响^[6-8];另外,基于第八版肺癌分期系统,Ahn等^[9]报道MPR测量比轴位测量更准确,然而,作者的研究对象只纳入了T1期亚实性结节。

由于病理上T分期是根据肺癌标本最大直径的测量结果划分的,所以理论上肿瘤的三维最大直径能够最真实反映病理大小。然而,考虑到观察者间一致性不足的问题,Fleischner协会并没有建议斜轴位/冠状位/矢状位重建以测量肿瘤三维空间最大直径,而是强调了除轴位测量肿瘤大小外,冠状位和矢状位测量同样重要^[10]。

相较于轴位直径测量,肿瘤直径的MPR测量和3D测量均需要额外的时间与精力,因此,就需要小心求证这些测量方法能否比轴位测量带来更多的获益。另外,随着胸部CT体检的普及,大多数肺癌得以早期(T1期以前)发现,因此,本次研究以病理上肺癌大小为金标准,研究T1期肺癌术前CT上最佳的测量方法。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性搜集我院2019年1月至2021年12月经手术病理证实的肺癌患者。

纳入标准包括:有我院术前CT,且CT与手术间时间间隔小于2周;胸部CT表现为实性结节;病理分期不超过T1期;排除标准包括:合并肺不张而又未行增强扫描,难以确定肿瘤边界;CT图像质量差(如运动伪影等);病灶在CT上显示不清。最终有72例患者中的72例肺癌纳入本次研究,其中男性32例,女性40例,患者平均年龄58.6±12.3岁。72例肺癌中腺癌49例,鳞癌14例,类癌5例,小细胞肺癌4例。

1.2 CT扫描方法 所有的患者均采用西门子Somatom Definition Flash进行数据采集,仰卧位深吸气时扫描,扫描范围从胸廓入口至肺底,管电压120kV,管电流自动毫安秒,软组织算法重建,重建层厚和层间距均为1mm。按1.2mL/Kg注射造影剂,30s及50s后获得动脉期及静脉期图像。

【第一作者】白维娟,女,主治医师,主要研究方向:胸部影像诊断研究。E-mail: Bwx0809@163.com
【通讯作者】冀笑笑,女,主治医师,主要研究方向:中枢及胸部影像诊断。E-mail: 623041249@qq.com

1.3 CT直径测量 由两位具有15年及8年诊断经验的放射科医师(分别记为Radiologist1 [R1] 和Radiologist2 [R2])在肺窗(窗宽: -500HU, 窗位: 1500HU)上对肿瘤大小进行独立测量, 两位医师均不知道病理结果, 测量单位mm, 保留至小数点后1位。53例患者术前行CT增强扫描, 直径测量在静脉期图像上进行, 余19例在平扫图像上进行。同时测量轴位/冠状位/矢状位病灶最大层面的长径, 轴位直径为轴位病灶最大层面长径, MPR直径为轴位/冠状位/矢状位病灶最大层面长径中的最大者, 在MPR直径测量层面, 转动十字定位线寻找最大直径, 即3D直径。

1.4 病理分析 所有病理标本均在福尔马林液中固定, 并沿肿瘤最大层面切开, 然后测量肿瘤最大径作为此次研究的金标准, 根据最大直径报告T分期。

1.5 统计分析 轴位直径, MPR直径, 3D直径和病理直径之间的差异用配对样本t检验或Wilcoxon's检验检测。不同测量方法所得结果在观察者1和2之间的一致性, 以及同一观察者用不同测量方法所得结果跟病理大小一致性之间用同类相关系数(intraclass correlation coefficients, ICC)和Blant-Altman指数(B-A index)比较, ICC值小于0.5, 0.5~0.75, 0.75~0.9, 大于0.9提示一致性较差, 中等, 良好, 优秀^[11]。为了进一步检验三种测量方法在预测T分期上的准确性, 本次研究将T1a归为组A, T2b及T2c合并为组B, CT测量所得分期大于T2c的病例亦归为组B, 不同测量方法获得的临床T分期在区分组A和组B上准确性的差异用McNemar's检验来比较。

2 结 果

2.1 病理及CT肿瘤大小测量结果 72例肺癌病理上肿瘤的平均大小为14.4±7.0mm, R1测量轴位直径, MPR直径及3D直径的大小分别为11.8±6.3mm, 12.7±6.4mm, 17.6±7.1mm, R2的测量

值依次为11.6±6.4mm, 13.4±7.1mm, 18.8±7.1mm。R1和R2所测轴位直径均小于病理直径, 且差异有统计学意义(P=0.023, 0.017); R1和R2所测MPR直径亦小于病理直径, 但差异没有统计学意义(P=0.129, 0.418); R1和R2所测3D直径均大于病理直径, 且差异有统计学意义(P=0.008, <0.001)。另外, R1和R2测量轴位直径, MPR直径和3D直径的差异没有统计学意义(表1)。

2.2 不同测量方法间的观察者间一致性分析 轴位直径和MPR直径的观察者间一致性均达到了“优秀”(0.993 [0.989-0.996] 和 0.992 [0.964-0.967]), 而3D直径观察者间一致性则为“良好”(0.863 [0.176-0.943]), B-A index提示轴位直径和MPR直径的观察者间变异程度要低于3D直径(0.2 [-1.9至2.2] 和-0.8 [-2.6至1.1] vs 1.3 [-6.5至4.0])。两位观察者轴位直径和MPR直径与病理直径之间的观察者间一致性亦均达到“优秀”(R1: 0.951 [0.134-0.987], 0.967 [0.771-0.989]; R2: 0.940 [0.207-0.983], 0.981 [0.953-0.991]), 而3D直径与病理直径之间的一致性则为“良好”(R1: 0.825 [0.002-0.875]; R2: 0.851 [0.007-0.953]), B-A index提示轴位直径和MPR直径与病理直径之间的变异程度要低于3D直径与病理直径之间的变异程度(R1: 2.5 [-0.5至5.6] 和1.7 [-1.7至5.1] vs -3.2 [-7.6至1.2]; R2: 2.7 [-1.0至6.5] 和1.0 [-2.3至4.2] vs -4.5 [-11.0至2.1])。(详见表2及图1)。

2.3 不同直径测量在预测T分期准确性中的比较 不同直径测量所得T分期见表3。R1使用轴位直径, MPR直径和3D直径区分组A与组B的准确性依次为69.4%(50/72), 86.1%(62/72)和58.3%(44/72), R2的依次为62.5%(46/72), 84.7%(61/72)和61.1%(44/72)。MPR直径的准确性显著大于轴位直径和3D直径(R1: P=0.023和0.001; R2: P=0.003和0.005)(见表4及图2)。轴位直径和3D直径的准确性的差异没有统计学意义(R1: P=0.243; R2: P=0.875)。

表1 肺癌的病理大小及不同观察者在CT不同层面对结节的大小测量比较

测量方法	大小(mm)	P			
		CT vs 病理	轴位 vs MPR	MPR vs 3D	R1 vs R2
R1					
轴位	11.8 ± 6.3	0.023	0.423		0.864
MPR	12.7 ± 6.4	0.129		<0.001	0.504
3D	17.6 ± 7.1	0.008			0.292
R2					
轴位	11.6 ± 6.4	0.017	0.117		
MPR	13.4 ± 7.1	0.418		<0.001	
3D	18.8 ± 7.1	<0.001			
病理	14.4 ± 7.0				

注: R1, Radiologist 1; R2, Radiologist 2;

MPR, multiple planar reconstruction;3D,three dimensional.

表2 不同测量层面观察者间一致性及与病理大小一致性的比较

	轴位	MPR	3D
R1 vs R2	0.993 (0.989-0.996)	0.992 (0.964-0.967)	0.863 (0.176-0.943)
R1 vs 病理	0.951 (0.134-0.987)	0.967 (0.771-0.989)	0.825 (0.002-0.875)
R2 vs 病理	0.940 (0.207-0.983)	0.981 (0.953-0.991)	0.851 (0.007-0.953)

注: R1, Radiologist 1; R2, Radiologist 2;

MPR, multiple planar reconstruction;3D,three dimensional.

表3 不同测量方法所得T分期

	组A		组B		合计
	T1a	T1b	T1c	>T1c	
R1					
轴位	32	29	10	1	40
MPR	31	25	13	3	41
3D	10	29	25	8	62
R2					
轴位	36	20	14	2	36
MPR	30	22	15	5	42
3D	7	30	25	10	65
病理	28	28	16	0	44

注: R1, Radiologist 1; R2, Radiologist 2;

MPR, multiple planar reconstruction;3D,three dimensional.

表4 不同测量方法区分组A和组B准确性比较

测量层面	准确度(%)	P		
		轴位 vs MPR	MPR vs 3D	轴位 vs 3D
R1				
轴位	69.4 (50/72)	0.023		0.243
MPR	86.1 (62/72)		0.001	
3D	58.3 (44/72)			
R2				
轴位	62.5 (46/72)	0.003		0.875
MPR	84.7 (61/72)		0.005	
3D	61.1 (44/72)			

注: R1, Radiologist 1; R2, Radiologist 2;

MPR, multiple planar reconstruction;3D,three dimensional.

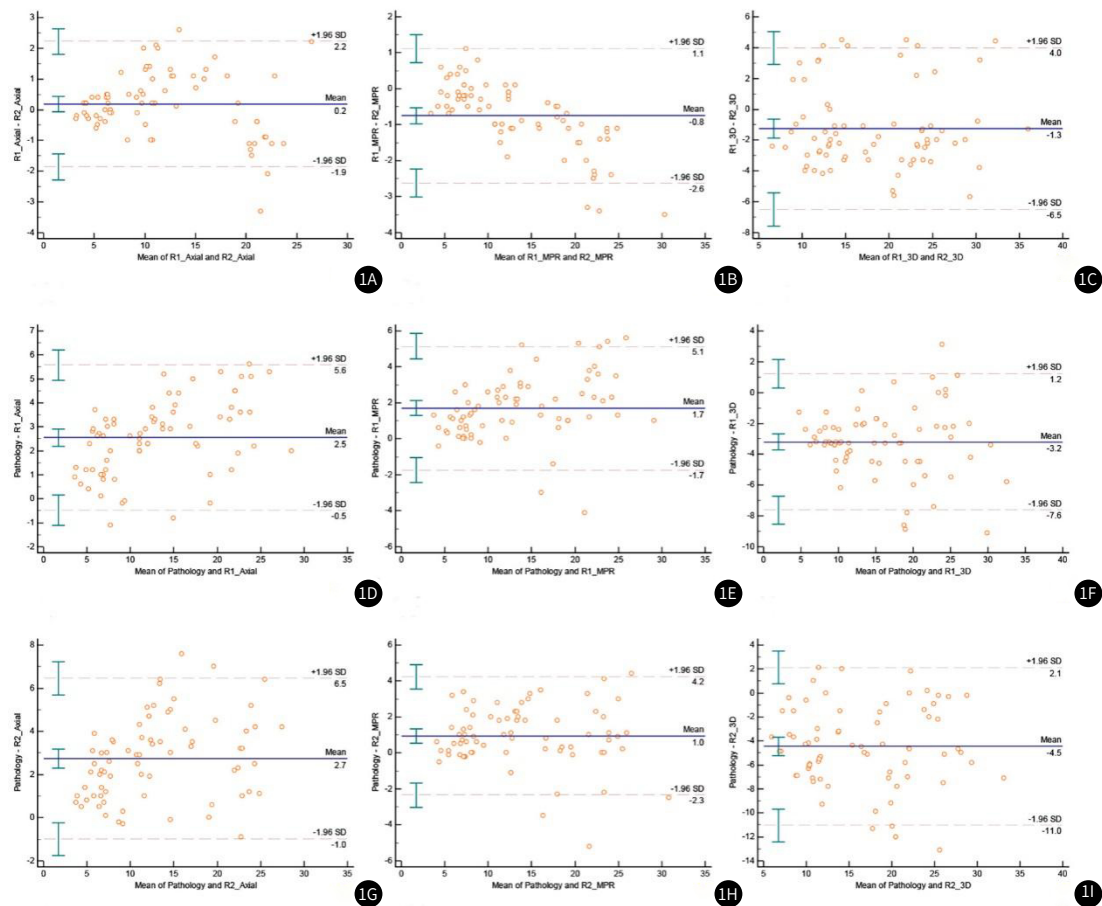


图1A-图1I Bland-Altman分析显示不同测量直径在不同观察者间的关系及不同测量直径与病理直径的关系。图1A-图1C 不同测量直径(轴位, MPR, 3D)在R1(Radiologist 1)和R2(Radiologist 2)之间的关系; 图1D-图1F R1使用不同直径测量(轴位, MPR, 3D)与病理直径的关系; 图1G-图1I R2使用不同直径测量(轴位, MPR, 3D)与病理直径的关系。

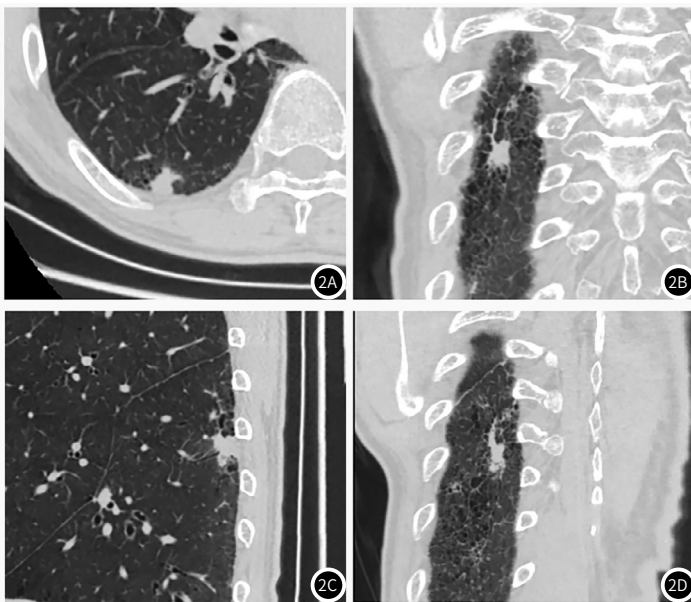


图2A-图2D 右肺下叶一实性结节。R1(Radiologist 1)测量轴位(2A)直径为9.3mm, 冠状位(2B)直径为17.6mm, 矢状位(2C)直径为18.6mm, 3D直径(2D)为27.3mm, 因此根据轴位直径分期为T1a, MPR直径为T1b, 3D直径为T1c。手术病理直径为19.1mm, 癌组织未侵犯胸膜, 病理分期T1b。

3 讨论

本次研究中我们以病理直径为金标准, 比较了术前CT中轴位直径, MPR直径及3D直径这三种测量方法的诊断效能, 结果显示MPR直径是最佳的测量方法, 3D直径并没有表现出足够的稳定性与准确性。

相较于轴位直径, MPR直径需要额外在量结节的冠状位及矢状位上测量, 因此可能会带来观察者间一致性的下降, 然而, 本次研究中MPR测量的观察者间一致性较高, 达到了“优秀”水平, 与轴位直径不相上下($ICC=0.992$ vs 0.993)。Park S等^[12]的研究亦发现MPR直径的观察者间一致性与轴位直径相当($ICC=0.98$ vs 0.98)。Ahn H等^[9]以亚实性结节为研究对象, 发现MPR直径和轴位直径的观察者间一致性均达到“良好”水平($ICC=0.83$ vs 0.82), 低于本次研究, 这可能是由于亚实性结节的“瘤-肺”界面相对没有那么清楚, 导致观察者间一致性下降。

手动3D直径测量需要花费额外时间与精力转动定位十字线寻找结节的最大直径, 不同观察者转动的角度可能不一样, 所以测量的结果也可能大不一样, 导致测量结果不稳定^[10]。本次研究中3D直径测量的观察者间一致性($ICC=0.863$)和与病理直径之间的观察者间一致性(R1: $ICC=0.825$, R2: $ICC=0.851$)均达到了“良好”水平, 但明显低于轴位直径和MPR直径, 同时B-A index显示3D直径测量的观察者间变异程度大于轴位直径和MPR直径, 这些不足严重限制了3D直径测量在临床中的运用。

理论上讲, 肿瘤的病理直径是在标本固定后沿最大面切开测量的, 因此3D直径应该是最接近病理直径的测量方法, 然而现实情况却是3D直径明显高估了肿瘤大小, 导致高估其临床分期。这可能由以下几方面原因, 首先, CT不能像病理那样准确地区分肿瘤

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)