

CT动态增强扫描中时间密度曲线及特征参数值对孤立性肺结节的诊断价值

刘啸峰¹, 黄述斌², 胡磊¹

1. 池州市人民医院医学影像科, 安徽 池州 247000; 2. 池州市人民医院病理科, 安徽 池州 247000

【摘要】目的:分析CT动态增强扫描中时间密度曲线及特征参数值对孤立性肺结节的诊断价值。**方法:**回顾性分析95例孤立性肺结节病变患者的临床资料,所有患者均行CT动态增强扫描检查及病理活检。依据病理结果,分析CT动态增强扫描的特异性、敏感性、准确性,并对不同类型孤立性肺结节时间密度曲线及特征参数值进行比较分析。**结果:**(1)95例孤立性肺结节病变患者中,恶性结节67例、良性结节14例,炎性结节14例;(2)CT动态增强扫描诊断孤立性肺结节病变性质的特异性为83.33%,敏感性为95.38%,准确性为91.58%;(3)恶性结节及炎性结节患者在CT动态增强扫描中各时间点的CT值均高于良性结节组($P<0.05$);在CT动态增强扫描300及480 s时,炎性结节组CT值较恶性结节组下降显著($P<0.05$);(4)恶性结节组及炎性结节组结节强化值(PH)、孤立性肺结节PH与主动脉PH之比均明显高于良性结节组($P<0.05$)。**结论:**对孤立性肺结节病变患者行CT动态增强扫描,时间密度曲线及特征参数值可以为良、恶性孤立性肺结节提供一定的诊断依据。

【关键词】孤立性肺结节;计算机断层扫描术;动态增强扫描;时间密度曲线;特征参数

【中图分类号】R816.4

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2021)06-0713-04

Diagnostic value of time-density curve and characteristic parameters in dynamic contrast-enhanced CT scan for solitary pulmonary nodules

LIU Xiaofeng¹, HUANG Shubin², HU Lei¹

1. Department of Medical Imaging, Chizhou People's Hospital, Chizhou 247000, China; 2. Department of Pathology, Chizhou People's Hospital, Chizhou 247000, China

Abstract: Objective To analyze the diagnostic value of time-density curve and characteristic parameters in dynamic contrast-enhanced computed tomography (CT) scan for solitary pulmonary nodules. **Methods** The clinical data of 95 patients with solitary pulmonary nodules were retrospectively analyzed. All patients underwent dynamic contrast-enhanced CT scan and pathological biopsy. According to the pathological results, the specificity, sensitivity and accuracy of dynamic contrast-enhanced CT scan in the diagnosis of solitary pulmonary nodules were analyzed. The time-density curves and characteristic parameters of different types of solitary pulmonary nodules were compared and analyzed. **Results** There were 67 malignant nodules, 14 benign nodules and 14 inflammatory nodules in 95 patients with solitary pulmonary nodules. The specificity, sensitivity and accuracy of dynamic contrast-enhanced CT in diagnosing solitary pulmonary nodules were 83.33%, 95.38% and 91.58%, respectively. The CT values of patients with malignant nodules and inflammatory nodules at each time point in dynamic contrast-enhanced CT scan were higher than those in benign nodules group ($P<0.05$). At 300 s and 480 s of dynamic contrast-enhanced CT scan, the CT value of inflammatory nodules group was significantly lower than that of malignant nodules group ($P<0.05$). The peak height (PH) and the ratio between PH of solitary pulmonary nodules and aortic PH (SPH/PPH) of malignant nodules group and inflammatory nodules group were significantly higher than those of benign nodules group ($P<0.05$). **Conclusion** The time-density curve and characteristic parameters in dynamic contrast-enhanced CT scan can provide certain diagnostic basis for benign and malignant solitary pulmonary nodules.

Keywords: solitary pulmonary nodule; computed tomography; dynamic contrast-enhanced scan; time-density curve; characteristic parameter

【收稿日期】2020-11-19

【基金项目】安徽省重点研究与开发计划(1804h08020238)

【作者简介】刘啸峰,副主任医师,研究方向:腹部疾病的影像诊断, E-mail: 694195589@qq.com

前言

孤立性肺结节是指肺内单发、直径≤3 cm的类圆形病灶,由于其形态具有多变性,影像学特征具有不稳定性,往往给影像学诊断带来困难^[1]。正确鉴别孤立性肺结节的良恶性一直是临床影像学研究热点之一,早期诊断有助于恶性结节患者早期治疗,避免良性结节患者过度治疗^[2]。在以往的肺结节诊断中,通常采用多层螺旋CT进行检查,但CT平扫往往难以鉴别结节的良恶性,尤其孤立性肺结节^[3]。本研究对95例孤立性肺结节患者采取CT动态增强扫描,并分析时间密度曲线及特征参数值对孤立性肺结节的诊断价值。

1 资料和方法

1.1 临床资料

回顾性分析2016年4月~2020年5月于池州市人民医院就诊的95例孤立性肺结节病变患者的临床资料,所有患者均行CT动态增强扫描检查及病理活检。95例患者中男性44例,女性51例,年龄38~79岁,平均年龄(60.64±8.73)岁,结节直径0.5~3.0 cm,平均结节直径(1.70±0.35) cm。本研究经医院伦理委员会批准同意。

1.2 纳入及排除标准

(1)纳入标准^[4]:年龄18~80岁;所有入选患者均经临床影像学(胸片或CT)确定有孤立性肺结节存在,且经穿刺活检或切除后行病理检查;孤立性肺结节直径≤3 cm;患者对本次研究知情同意,签署知情同意书。

(2)排除标准^[5]:合并心脑血管等其他重要脏器功能不全者;合并肺不张、卫星病灶或淋巴结肿大;接受放疗或化疗等治疗者;对CT增强扫描使用的对比剂过敏者;妊娠期或哺乳期妇女;神经精神功能障碍者;拒绝配合本次研究或临床资料不全者。

1.3 CT动态增强扫描检查

所有患者统一采用GE lightspeed plus 64排螺旋CT机进行扫描。检查前,患者进行屏气训练,确保患者能配合检查相关流程^[6]。所有患者行CT薄层平扫(层厚及层距3~5 mm),扫描范围为肺尖至肋膈角,定位孤立性肺结节。选定结节最大层面作为中心层面行CT动态增强扫描,扫描范围为孤立性肺结节上下2 cm范围^[7]。采用Medrad Vistron CT高压注射器肘静脉输注非离子型对比剂碘氟醇(320 mgI/mL)90 mL,输注速率3 mL/s,分别于注射后0、30、90、180、300、480 s对病灶中心作同层动态扫描采集CT值,避开钙化伪影、血管及空洞,绘制时间密度曲线。结节强化值(Peak Height, PH)为孤立性肺结节强化扫描

后最大强化时相的平均CT和平扫CT的差值。根据PH计算孤立性肺结节强化峰值与主动脉强化值之比(SPH/PPH)。

1.4 统计学处理

采用SPSS18.0统计学软件进行统计学分析,计数资料采用 χ^2 检验,符合正态分布的计量资料采用单因素方差分析,组间两两比较采用SNK法。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 病理结果分布情况

95例孤立性肺结节病变患者中恶性结节67例、良性结节14例,炎性结节14例,具体见表1。

表1 95例孤立性肺结节患者病理结果分布情况
Tab.1 Distribution of pathological results in 95 patients with solitary pulmonary nodules

病理结果	例数	发生率/%
恶性结节	67	70.53
腺癌	55	57.89
鳞癌	6	6.32
转移腺癌直肠	1	1.05
转移腺癌乳腺	1	1.05
小细胞癌	1	1.05
肉瘤样癌	1	1.05
转移性腺癌结肠	1	1.05
转移性肝癌	1	1.05
良性结节	14	14.74
结核	3	3.16
纤维组织增生	1	1.05
肺先天性囊性腺瘤样畸形Ⅱ型	1	1.05
错构瘤	6	6.32
纤毛黏液结节性乳头状肿瘤	1	1.05
硬化性肺泡细胞瘤	2	2.11
炎性结节	14	14.74
机化性肺炎	7	7.37
炎症伴非典型增生	1	1.05
炎性假瘤	2	2.11
肉芽肿	3	3.16
慢性炎症	1	1.05

2.2 CT动态增强扫描与病理结果比较

CT动态增强扫描诊断孤立性肺结节病变性质的特异性为83.33%(25/30),敏感性为95.38%(62/65),准确性为91.58%(87/95),具体情况见表2。

表2 95例孤立性肺结节CT动态增强扫描与病理结果比较(例)

Tab.2 Comparison of dynamic contrast-enhanced CT scan and pathological results of 95 cases of solitary pulmonary nodules (cases)

病理活检	CT 动态增强扫描		合计
	恶性病变	良性病变	
恶性病变	62	3	65
良性病变	5	25	30
合计	67	28	95

表3 不同类型孤立性肺结节时间密度曲线比较(HU)

Tab.3 Comparison of time-density curve of different types of solitary pulmonary nodules at different time points (HU)

动态增强时间/s	恶性结节组(n=67)	良性结节组(n=14)	炎性结节组(n=14)	F 值	P 值
0(平扫)	32.64±8.82	27.35±9.72	31.18±9.25	2.016	0.139
30	64.52±12.16*	35.56±15.27	78.05±24.59*	30.769	0.000
90	71.24±10.74*	24.30±11.36	79.84±28.31*	67.332	0.000
180	68.22±9.18*	39.07±17.42	74.26±18.57*	37.172	0.000
300	64.16±8.25*	35.08±12.14	57.21±29.52*#	25.512	0.000
480	62.13±6.15*	34.17±13.22	49.13±24.27*#	26.575	0.000

*:与良性结节组比较, $P<0.05$; #:与恶性结节组比较, $P<0.05$

表4 不同类型孤立性肺结节CT动态增强扫描参数比较

Tab.4 Comparison of dynamic contrast-enhanced CT scan parameters of different types of solitary pulmonary nodules

结节类型	n	PH/HU	SPH/PPH/%
良性结节组	14	8.82±2.39	3.73±1.12
炎性结节组	14	39.06±11.74*	21.36±2.18*
恶性结节组	67	37.45±8.32*	20.15±2.04*
F 值		71.527	432.653
P 值		0.000	0.000

*:与良性结节组比较, $P<0.05$

3 讨论

3.1 孤立性肺结节的诊断

孤立性肺结节是指发生在肺部单一、边界清楚、影像不透明、周围被含气的肺部组织包围的一种病变,其最大直径 ≤ 3 cm,没有肺不张、肺门增大及胸腔积液等表现^[8]。孤立性肺结节主要分为良性及恶性病变,良性病变包括错构瘤、结核、纤维组织增生及硬化性肺泡细胞瘤等,恶性病变包括腺癌、鳞癌、小细胞癌及肉瘤样癌等^[9]。由于孤立性肺结节最大直径 ≤ 3 cm,对肺部结构及功能影响相对较小,患者临床症状往往不明显,甚至无症状^[10-11]。孤立性肺结节的诊断主要依靠影像学检查,常用的检查为X线及CT检查,但孤立性肺结节良恶性的鉴别诊断往往是影像学研究中的重难点之一^[12]。

2.3 不同类型孤立性肺结节时间密度曲线比较

恶性结节及炎症结节患者在CT动态增强扫描中各时间点的CT值均高于良性结节组($P<0.05$);在CT动态增强扫描300及480 s时,炎性结节组CT值较恶性结节组下降明显($P<0.05$),见表3。

2.4 不同类型孤立性肺结节CT动态增强扫描参数比较

恶性结节组及炎性结节组PH、SPH/PPH值均明显高于良性结节组($P<0.05$),见表4。

3.2 高分辨率CT诊断孤立性肺结节的价值分析

多排螺旋CT相较于普通CT具有更高的空间及时间分辨率,可以通过高频重建算法将空间分辨率达到最大化,进而描绘肺实质的细小边缘及内部特征,增加CT图像噪声^[13];同时,多排螺旋CT亦可通过低频算法降低CT图像噪声,进而表现组织衰减能力来区分脂肪及钙化^[14]。高分辨率CT可有效提高孤立性肺结节的检出率,甚至可以有效检出直径1~2 mm结节^[15]。孤立性肺结节的良恶性可通过结节的密度、形态、大小及生长速度等进行初步判断。(1)结节的密度^[16]:根据孤立性肺结节密度可将其区分为实性结节、半实性结节及结节钙化,实性结节可能为腺癌、鳞癌、小细胞癌及肉芽肿等,半实性结节则多为炎性、纤维化等良性病变,结节钙化模式可以在一定程度上提示孤立性肺结节的性质,弥漫性、中心性及层状的结节钙化可能与感染相关,爆米花样结节钙化常与错构瘤相关,偏心性、点状及不定型钙化则提示恶性肿瘤的可能,斑纹状钙化则提示乳腺癌、结肠癌等肺部转移。(2)结节形态^[17]:孤立性肺结节边缘平滑多为良性结节;边缘光整的邻近胸膜或韧带表面的孤立性肺结节提示肺内淋巴结;轮廓不整且呈分叶状的孤立性肺结节则提示结节生长不均匀,恶性可能性较大;实性结节周围的磨玻璃影称为“晕征”,多见于细菌感染、炎症及出血等;局灶圆形磨玻璃区伴周围环形实性影称“反晕征”,多见于真菌及结核分枝杆菌感染、肉芽肿病变、机化性肺炎等;结节内部存在气体密度

影则提示葡萄球菌、克雷伯杆菌、真菌、假单菌属等感染可能。(3)结节大小及生长速度:结节大小是实性结节恶性度的重要预测指标,研究表明实性结节直径5~10 mm时,恶性肿瘤的可能性为6%~28%;直径≥20 mm,恶性肿瘤的可能性高达64%~82%^[18];同时,结节的生长速度也是评估孤立性肺结节的重要指标之一,肺结节直径增加25%所用时间为体积倍增时间,体积倍增时间<20 d的半实性孤立性肺结节多为炎症、感染等良性病变,少数为进展迅速的恶性病变;体积倍增时间>730 d的实性孤立性肺结节多为肉芽肿、良性肿瘤等;体积倍增时间为20~730 d的半实性孤立性肺结节提示细胞侵入,多为恶性病变。

3.3 CT动态增强扫描中时间密度曲线及特征参数值在孤立性肺结节诊断中的应用价值

仅根据结节的密度、形态、大小、生长速度及CT平扫等,对孤立性肺结节诊断的准确性仍难以满足临床工作所需,如何利用相对无创的影像学方法鉴别诊断孤立性肺结节的性质一直是影像学所面临的挑战之一^[19]。有学者指出CT动态增强扫描中的强化峰值及时间密度曲线参数等有助于孤立性肺结节的良恶性诊断^[20]。本次研究中通过比较CT动态增强扫描与病理诊断结果发现,CT动态增强扫描诊断孤立性肺结节病变性质的特异性为83.33%,敏感性为95.38%,准确性为91.58%,提示CT动态增强扫描诊断孤立性肺结节具有较高的敏感性及准确性。比较不同类型不同时间点CT值发现,炎性及恶性结节在各时间点CT值均高于良性结节组,而在300及480 s时,炎性结节组CT值明显下降,且较恶性结节组差异明显,这可能与对比剂在不同性质的孤立性肺结节内滞留量及病灶血供相关,恶性结节内的血供主要来自支气管动脉,血管通透性相对较高,因此对比剂清除速度较慢,有助于对比剂进入细胞间隙,导致对比剂在恶性结节内滞留时间增加,因此恶性结节时间密度曲线表现为快升慢降。比较不同类型的PH、SPH/PPH值发现,良性结节组PH、SPH/PPH值明显低于炎性及恶性结节组,提示良、恶性结节的时间密度曲线参数存在差异,可应用于临床影像学诊断。

4 结论

对孤立性肺结节病变患者行CT动态增强扫描,时间密度曲线参数及特征参数值可以为良恶性孤立性肺结节提供一定的诊断依据,临床上值得推广。

【参考文献】

- [1] HARZHEIM D, EBERHARDT R, HOFFMANN H, et al. The solitary pulmonary nodule[J]. *Respiration*, 2015, 90(2): 160-172.
- [2] 练伟,姚立正,梁志鹏,等.形态学特征评分联合能谱CT参数诊断孤立性肺结节的临床研究[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2016, 14(11): 57-59.
- LIAN W, YAO L Z, LIANG Z P, et al. Clinical study of morphological characteristics score combined with spectral CT parameters in the diagnosis of solitary pulmonary nodules[J]. *Chinese Journal of CT*

- and MRI, 2016, 14(11): 57-59.
- [3] 王华斌,谢飞,姚杰,等.多层螺旋CT三维重建技术在孤立性肺结节中的应用价值研究[J]. *临床肺科杂志*, 2015, 20(12): 2141-2144.
- WANG H B, XIE F, YAO J, et al. Application value of multi-slice spiral CT three-dimensional reconstruction technology in solitary pulmonary nodules[J]. *Journal of Clinical Pulmonary Medicine*, 2015, 20(12): 2141-2144.
- [4] BELLIER J, PERENTES J Y, ABDELNOUR-BERCHTOLD E, et al. A plea for thoracoscopic resection of solitary pulmonary nodule in cancer patients[J]. *Surg Endosc*, 2017, 31(11): 4705-4710.
- [5] CRUIEKSHANK A, STIELER G, AMEER F. Evaluation of the solitary pulmonary nodule[J]. *Intern Med J*, 2019, 49(3): 306-315.
- [6] 张莹,耿广,侯志华,等.动态增强CT时间密度曲线参数在肺部孤立性结节良恶性鉴别中的应用[J]. *河北医药*, 2019, 41(2): 219-222.
- ZHANG Y, GENG G, HOU Z H, et al. Application of dynamic enhanced CT time density curve parameters in differentiating benign from malignant solitary pulmonary nodules[J]. *Hebei Medical Journal*, 2019, 41(2): 219-222.
- [7] 林晓明.孤立性肺结节CT征象表现与病理结果对照分析[J]. *临床肺科杂志*, 2017, 22(9): 1726-1728.
- LIN X M. Comparative analysis of CT signs and pathological results of solitary pulmonary nodules[J]. *Journal of Clinical Pulmonary Medicine*, 2017, 22(9): 1726-1728.
- [8] HOU H, XU Z, ZHANG H, et al. Combination diagnosis of multi-slice spiral computed tomography and secretory phospholipase A2-II a for solitary pulmonary nodules[J]. *J Clin Lab Anal*, 2018, 32(2): e22250.
- [9] PAŠNIK M, BESTRY I, ROSZKOWSKI-SŁIŽ K. Solitary pulmonary nodule-the role of imaging in the diagnostic process[J]. *Adv Respir Med*, 2017, 85(6): 345-351.
- [10] SUI X, MEINEL F G, SONG W, et al. Detection and size measurements of pulmonary nodules in ultra-low-dose CT with iterative reconstruction compared to low dose CT[J]. *Eur J Radiol*, 2016, 85(3): 564-570.
- [11] MOON Y, SUNG S W, LEE K Y, et al. Pure ground-glass opacity on chest computed tomography: predictive factors for invasive adenocarcinoma[J]. *J Thorac Dis*, 2016, 8(7): 1561-1570.
- [12] 范海生.多层螺旋CT诊断孤立性肺结节良恶性的准确率[J]. *中国药物与临床*, 2018, 18(12): 2128-2129.
- FAN H S. Accuracy of multi-slice spiral CT in the diagnosis of benign and malignant solitary pulmonary nodules[J]. *Chinese Remedies and Clinic*, 2018, 18(12): 2128-2129.
- [13] ITO M, MIYATA Y, OKADA M. Management pathways for solitary pulmonary nodules[J]. *J Thorac Dis*, 2018, 10(Suppl 7): S860-S866.
- [14] SNOECKX A, REYNTIENS P, DESBUQUOIT D, et al. Evaluation of the solitary pulmonary nodule: size matters, but do not ignore the power of morphology[J]. *Insights Into Imaging*, 2018, 9(1): 73-86.
- [15] 耿睿,孙霄,李超,等.临床因素与CT影像学特征对判断孤立性肺结节良、恶性的价值[J]. *宁夏医科大学学报*, 2019, 41(5): 517-521.
- GENG R, SUN X, LI C, et al. The value of clinical factors and CT imaging features in the diagnosis of benign and malignant solitary pulmonary nodules[J]. *Journal of Ningxia Medical University*, 2019, 41(5): 517-521.
- [16] 韩晓梅.孤立性肺结节实施多层螺旋CT灌注成像的鉴别诊断效果分析[J]. *系统医学*, 2017, 2(3): 95-97.
- HAN X M. Analysis of the effect of multi-slice spiral CT perfusion imaging in the differential diagnosis of solitary pulmonary nodules[J]. *Systems Medicine*, 2017, 2(3): 95-97.
- [17] 余洪德.多层螺旋CT动态增强扫描在孤立性肺结节中的应用价值评价[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2018, 18(53): 152-153.
- YU H D. Evaluation of the application value of multi-slice spiral CT dynamic contrast-enhanced scanning in solitary pulmonary nodules[J]. *World Latest Medical Information*, 2018, 18(53): 152-153.
- [18] 米玉霞,苏慧东.孤立性肺结节采取多层螺旋CT动态增强扫描进行诊断的研究[J]. *临床研究*, 2019, 27(3): 142-144.
- MI Y X, SU H D. Study on diagnosis of solitary pulmonary nodules by dynamic enhanced multi-slice spiral CT[J]. *Clinical Research*, 2019, 27(3): 142-144.
- [19] 余琳,王霞,吴建芬.不同病理类型肺癌孤立性肺结节64排螺旋CT动态增强扫描特征研究[J]. *陕西医学杂志*, 2018, 47(3): 332-334.
- YU L, WANG X, WU J F. Characteristics of 64 slice spiral CT dynamic enhanced scanning of solitary pulmonary nodules in different pathological types of lung cancer[J]. *Shaanxi Medical Journal*, 2018, 47(3): 332-334.
- [20] 曲佩红.螺旋CT动态增强扫描在孤立性肺结节鉴别诊断中的应用分析[J]. *基层医学论坛*, 2018, 22(7): 951-953.
- QU P H. Application analysis of spiral CT dynamic enhanced scanning in the differential diagnosis of solitary pulmonary nodules[J]. *The Medical Forum*, 2018, 22(7): 951-953.

(编辑:黄开颜)