文章编号:1000-5404(2008)16-1499-03

论著

肺部孤立性病变多层螺旋CT同层动态扫描时间-密度曲线分析

刘卫金,邹利光,廖翠薇,张启川,戚跃勇,王文献 (第三军医大学新桥医院放射科,重庆 400037)

摘 要:目的 探讨肺部孤立性病变同层动态CT扫描时间-密度曲线(time-density curve,TDC)的临床价值。**方法** 对57例肺部孤立性病变按电影模式进行同层动态CT扫描,分析不同性质病变拟合的时间-密度曲线(fitting time-density curve, fTDC)走势和峰值高度的差异。**结果** 恶性和炎性组的峰值高(peak height,PH)、病变与主动脉峰值高比率(M/A)[分别为(26.00±5.87)Hu,(10.00±2.87)%;(32.25±11.00)Hu,(12.68±3.36)%]均明显大于良性组[(10.29±6.10)Hu,(3.75±2.22)%](*P*<0.01);恶性组的fTDC主要表现为快速上升后缓慢下降或无下降支;炎性组的fTDC表现为速升速降或速升缓降,曲线峰值较高;良性组的fTDC多数表现为曲线走势平坦。**结论** MSCT同层动态扫描的时间-密度曲线有助于肺部孤立性病变的诊断与鉴别诊断。

关键词: 孤立性结节;肿块;肺;时间-密度曲线;体层摄影术,X线计算机
中图法分类号: R563.04;R734.2;R814.42 **文献标识码:** A

Study of time-density curve of target-slice dynamic enhanced multi-slice CT of lung solitary degeneration

LIU Wei-jin, ZOU Li-guang, LIAO Cui-wei, ZHANG Qi-chuan, QI Yue-yong, WANG Wen-xian (Department of Radiology, Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400037, China)

Abstract: Objective To assess the clinical value of time-density curve of target-slice dynamic enhanced multi-slice CT of lung solitary degeneration. Methods The trend and peak height of time-density curves of 57 cases of lung solitary degeneration were studied after performing target-slice dynamic scan by GE Light-Speed ultra 16 CT scanner. Results peak height(PH) and M/A of malignant and inflammatory cases [(26.00±5.87)Hu,(10.00±2.87)% and (32.25±11.00)Hu,(12.68±3.36)%, respectively] were significantly higher than those of benign ones [(10.29±6.10)Hu and (3.75±2.22)%] (*P*<0.01). Fitting time-density curves (fTDC) of most malignant cases rose quickly at the beginning, then dropped slightly or showed no drop. Inflammatory cases presented fast-up-fast-down or fast-up-slow-down curve profiles with a rather high summit. However, most of the fTDCs of benign cases leveled off. Conclusion Time-density curve of target-slice dynamic enhanced CT is helpful in the diagnosis and discrimination of lung degeneratior.

Key words: solitary nodule;mass; lung; time-density curve; tomography, X-ray computed

肺部孤立性病变的特征包括空间特征和时间特征[1]。空间特征即形态学特征,如部位、大小、形态、密度、边缘和内部表现;时间特征反映其功能性表现,主要包括动态增强、灌注成像及生长率。由于同病异影、异病同影的存在,空间特征对于肺部孤立性结节的诊断价值非常有限。本研究主要探讨肺部孤立性病变同层连续动态增强的时间-密度曲线在其诊断中的价值。

作者简介: 刘卫金,男,重庆市人,硕士,主治医师,主要从事介入放射学及MSCT灌注成像方面的研究。电话:(023)68774676, E-mail: wjliu3721@163.com
通信作者: 邹利光,电话:(023)68774676
收稿日期: 2008-01-09;**修回日期:** 2008-03-10

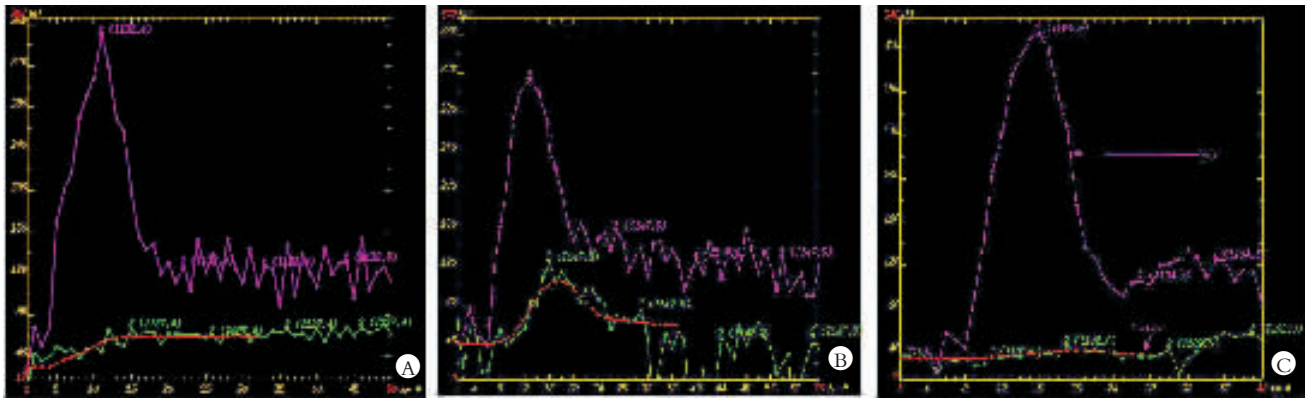
1 资料与方法

1.1 病例资料

对我院2004年11月至2006年1月行X线或CT平扫发现的57例肺部孤立性病变在CT引导下经皮肺穿刺活检或手术前进行16层螺旋CT同层动态扫描,其中男性42例,女性15例,年龄28~79(53.0±13.1)岁,病变大小1.5~6.0(3.0±1.2)cm。57例患者中周围型肺癌(恶性组)32例,活动性炎性结节或肿块(炎性组)8例,其他良性结节或肿块(良性组)17例。

1.2 CT同层动态扫描及图像后处理

运用GE Lightspeed Ultra 16层螺旋CT,先常规以2.5 mm或5 mm层厚对病变区进行CT平扫,选择病变中心最大直径的相邻4层作为靶层面,按"Toggling-Table"技术进行CT同层动



A:低分化腺癌,Ⅰ型 fTDC,PH=32 Hu;B:球形肺炎,Ⅱ型 fTDC,PH=60 Hu;C:结核球,Ⅲ型 fTDC,PH=6 Hu

图1 3组病变的fTDC图观察 (紫色曲线为主动脉的TDC,红色曲线为病变的fTDC)

态扫描。扫描参数:120 kV,180~220 mA,Cine Full 扫描模式,1 s/圈,5 mm/4 i 或2.5 mm/4 i,造影剂选用欧乃派克45 ml,团注速率5 ml/s,扫描延迟时间4.0 s,数据采集时间40 s。

CT 扫描数据均在 AW 4.2 图像后处理工作站上采用 CT Perfusion 3 体部肿瘤软件包进行分析。在病变层面分别选取降主动脉和病变的感兴趣区(region of interest, ROI)。病变的ROI 大小设置为80~100 个像素(需避开坏死、钙化、明显的血管或血窦、病灶边缘等)。对于小于2 cm 的结节,ROI 的面积不小于20 mm^2或50 个像素。系统自动生成病变和主动脉的原始时间-密度曲线(time-density curve, TDC)和伽玛函数拟合后的时间-密度曲线(fitting time-density curve, fTDC),并可由 fTDC 得到病变的峰值高(peak height,PH),即强化峰值-增强前CT 值,计算病变与主动脉峰值高比率(M/A)。fTDC 分析的时间取样限定在降主动脉的第1 时相(降主动脉增强前最后1 幅图像时间点至造影剂第1 次通过后曲线再次转为上升之前的第1 幅图像时间点)。肺内孤立性病变的 fTDC 表现为以下3个类型:Ⅰ型,病变开始强化与主动脉同步,曲线快速上升,在降主动脉 fTDC 的降段达峰值后缓慢下降或不下降(降幅小于PH 的一半),曲线尾端明显高于强化前的基线;Ⅱ型,病变开始强化与主动脉同步,曲线快速上升,在降主动脉 fTDC 的降段达峰值后较快速下降,尾端下降幅度不小于 PH 的一半;Ⅲ型,曲线走势平坦,fTDC 峰值高度<15 Hu,或者为水平直线。

1.3 统计学处理

数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 SPSS 11.0 统计软件,3 组样本均数的比较采用单因素方差分析,组间两两比较用 SNK 法;恶性、良性、炎性3 组病变 fTDC 曲线的分布类型分析采用 χ^2 检验。

2 结果

2.1 3组病变的强化程度指标PH和M/A测量结果

恶性和炎性组的 PH 和 M/A 均显著大于良性组($P<0.01$),炎性组的 PH 和 M/A 大于恶性组($P<0.05$)。见表1。

2.2 3组病变的fTDC曲线类型分布

不同 fTDC 类型在恶性、良性、炎性3 组病变中的分布经 χ^2 检验显示有统计学差异($\chi^2=51.99$,$P<0.01$)。恶性组中绝大多数表现为Ⅰ型 fTDC (26/32,占81.25%) (图1A);炎性组表现为 Ⅰ、Ⅱ型 fTDC(图1B);Ⅲ型 fTDC 曲线仅见于良性结节或肿块(14/17)(图1C),仅3 例(3/17)。PH>15 Hu 的良性结节分别表现为Ⅰ、Ⅱ型 fTDC,且均为炎性假瘤。见表2。

表1 3组病变的强化程度指标测量结果 ($\bar{x}\pm s$)

组别	n	PH (Hu)	M/A(%)
炎性组	8	32.25 ± 11.00^{a}	12.68 ± 3.36^{a}
恶性组	32	26.00 ± 5.87^{ab}	10.00 ± 2.87^{ab}
良性组	17	10.29 ± 6.10	3.75 ± 2.22

a:$P<0.01$,与良性组比较;b:$P<0.05$,与炎性组比较

表2 3组fTDC曲线类型分布(例)

组别	n	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
恶性组	32	26	6	0
良性组	17	1	2	14
炎症组	8	3	5	0

3 讨论

CT 同层连续动态增强是经外周静脉注射对比剂,同时对选定的某一层或多层进行连续的动态扫描,以获得该兴趣层面内每一像素的 TDC,横坐标为时间,纵坐标为注药后增加的 CT 值,其变化反映的是对比剂在该器官中浓度的变化,即碘聚集量的变化,从而间接反映组织灌注量的变化。本研究旨在通过分析不同性质肺部孤立性病变 TDC 的走势和峰值高度的差异,探讨其诊断价值。

时间取样限定在降主动脉强化的第1 时相,相应的 fTDC 反映了病变内造影剂首过期的药代动力学特征,其形态主要由造影剂的用量、注射速度、病变组织的血供、细胞外间隙容积及对造影剂的弥散能力决定[2]。

本研究所有结节或肿块的 fTDC 到达峰值时间为18~26 s,各组之间没有统计学差异,这可能与较大的造影剂流速和病例数较少有关。Ⅲ型 fTDC 走行平坦,而Ⅰ、Ⅱ型 fTDC 均有一个较快速的上升支,峰值均在主动脉峰值区域或位于其下降支,区别主要表现

在曲线的峰值高度和曲线的后期走势。

周围型肺癌具有丰富的新生血管,但生长迅速的肿瘤中央部分新生血管数量相对较少或开放不充分,容易导致癌肿中心区发生缺血坏死,增强扫描多表现为均匀或不均匀明显强化。本研究发现恶性组 fTDC 达峰值后多表现为走行平坦或小幅度缓慢下降(Ⅰ型),有 2 例腺癌后期的曲线不但不降反而持续缓慢上升,曲线的峰值高均大于 15 Hu(32/32)。活动性炎性结节或肿块往往较均匀明显强化。本组病例表现为Ⅰ、Ⅱ型 fTDC,曲线的峰值高均大于 20 Hu,其曲线走势及峰值高度与恶性组重叠较多,两者不易鉴别。结核球多呈轻度不均匀强化或环形强化,炎性假瘤及其他肿瘤样变往往呈轻度均匀或不均匀性强化。本研究良性组 fTDC 表现为缓慢上升后缓慢下降,曲线走势平坦(Ⅲ型),峰值高多小于 15 Hu(14/17),仅 3 例炎性假瘤的 fTDC 峰值高大于 15 Hu。

病变的 fTDC 后期走势主要体现对比剂在组织间隙的分布和静脉的流出速度,受到 ROI 代表的组织内微血管所占的比例、对比剂进入细胞外间隙的速度以及细胞外间隙的大小等因素的综合影响[3]。研究发现,恶性肿瘤与处于活动期及静止期的纤维肉芽组织的 TDC 形态不同[4],恶性肿瘤的新生血管明显增多、分支紊乱、管腔不规则,因血管发育不成熟而对比剂外渗明显,加之瘤体缺乏支气管静脉系统及淋巴回流系统,导致血液回流受阻,对比剂流出较慢,因此其 fTDC 快速上升达到峰值后往往并不立刻下降或仅小幅度缓慢下降。本组资料中有 81.25%(26/32)的肺癌有此表现,与文献[5]报道相似。活动性炎性病变的微血管相对较直且明显扩张,管壁结构完整,淋巴引流活跃,其 fTDC 多呈速升速降表现,部分活动性炎性病变的微血管通透性升高较明显,富含蛋白质的液体向血管外渗出导致血管内红细胞浓集和黏稠度增加,致使血流减慢或停止,这可能是本研究中有 3 例炎性肿块表现为Ⅰ型 fTDC 的原因;处于静止期的慢性纤维肉芽肿为乏血供病变,微血管密度亦较低,其 fTDC 多走势低平。Schaefer 等[6]通过对 1 组肺部孤立性结节行 MRI 动态增强,分别表现为 A、B、C、D 4 型时间-强度曲线,其中肺癌主要表现为 A 型和 B 型时间-强度曲线,良性结节表现为 C 型和 D 型时间-强度曲线,其中的 B 型、A 型和 C + D 型时间-强度曲线分别与本研究中的Ⅰ、Ⅱ型和Ⅲ型 fTDC 的形态和诊断价值相似。

病变的强化值会受患者心输出量、中心血管容积、对比剂的注射速度和浓度的影响,单纯测量病变的对比增强值有着明显的局限性。为了最大限度地减少心输出量等因素的影响,笔者采用了 M/A 来评价病变的强化程度。本研究中 PH 和 M/A 在 3 组病变组间两两比较的统计学差异相似,恶性和炎性组的 PH 和 M/A 均显著大于良性组($P < 0.01$),虽然炎性组的 PH 和 M/A 大于恶性组($P < 0.05$),但是原始资料显示该两组病变中的 PH 和 M/A 重叠均较多,临床价值有限。Zhang 等[4]认为结节-动脉强化值比以 6% 为阈值可有效鉴别良、恶性结节。若按此标准,则 M/A < 6% 诊断为良性者的灵敏度为 88.2%,特异度为 95.0%,阳性预测值和阴性预测值均较高,分别为 88.2% 和 95.0%;若以 M/A ≥ 6% 诊断为恶性者的灵敏度为 93.8%,但特异度较低(60.0%);误诊主要由全部 8 例炎性患者的假阳性造成,阳性预测值和阴性预测值分别为 75.0% 和 88.2%。

总之,肺部孤立性病变 CT 同层连续动态增强的 M/A < 6%、PH < 15 Hu 和Ⅲ型 fTDC 强烈提示为良性病变,与杨岷[7]等的研究结果相似。PH、M/A 在炎性和恶性组中重叠较多,对二者的鉴别有一定难度。CT 同层连续动态增强其实就是灌注扫描,可利用其所得的时间序列图像数据进行灌注参数成像。笔者在同期的研究中发现灌注参数中的表面渗透性(permeability surface,PS)测值在炎性和恶性组中存在较大差异[8]。因此,M/A、PH、fTDC 和 CT 灌注参数值多项指标综合分析对肺部孤立性病变的诊断及鉴别诊断有重要价值。

参考文献:

[1] Moses D A, Ko J P. Multidetector CT of the solitary pulmonary nodule [J]. Semin Roentgenol, 2005, 40(2): 109 - 125.

[2] Li H, Lindenmeyer F, Grenet C, *et al*. AdTIMP-2 inhibits tumor growth, angiogenesis, and metastasis, and prolongs survival in mice [J]. Hum Gene Ther, 2001, 12(5): 515 - 526.

[3] 王文献, 易习之, 初铭忠, 等. 动态 CT 评估星形细胞瘤分级的前瞻性研究[J]. 中国医学影像学杂志, 1996, 4(3): 137 - 139.

[4] Zhang M, Kono M. Solitary pulmonary nodules: evaluation of blood flow patterns with dynamic CT[J]. Radiology, 1997, 205(2): 471 - 478.

[5] Ma S H, Xu K, Xiao Z W, *et al*. Peripheral lung cancer: relationship between multi-slice spiral CT perfusion imaging and tumor angiogenesis and cyclin D1 expression [J]. Clin Imaging, 2007, 31(3): 165 - 177.

[6] Schaefer J F, Schneider V, Vollmar J, *et al*. Solitary pulmonary nodules: association between signal characteristics in dynamic contrast enhanced MRI and tumor angiogenesis[J]. Lung Cancer, 2006, 53(1): 39 - 49.

[7] 杨　岷, 夏黎明, 肖　明, 等. MSCT 灌注成像对肺内肿块的定性及定量研究[J]. 放射学实践, 2005, 20(6): 493 - 496.

[8] 刘卫金, 邹利光, 王文献, 等. 肺部孤立性结节或肿块的 MSCT 灌注参数与病理对照分析[J]. 第三军医大学学报, 2007, 29(19): 1906 - 1909.

(编辑　龙　亮)