

论 著

双源CT双能量技术在孤立性肺结节患者胸腔镜术前诊治中的应用

东部战区总医院秦淮医疗区医学影像中心 (江苏 南京 210002)

张 艳

【摘要】目的 探讨双源CT双能量技术在孤立性肺结节患者胸腔镜术前诊治中的应用。方法 选取本院2017年3月至2018年2月收治的40例孤立性肺结节患者,所有患者均进行常规平扫和增强扫描(其中增强扫描采用双能量扫描模式),对比分析两种扫描技术在孤立性肺结节中的应用价值。结果 虚拟平扫图像与常规平扫图像的图像噪声以及信噪比比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);虚拟平扫单次辐射剂量小于常规平扫,差异有统计学意义($P < 0.05$);虚拟平扫与常规平扫图像判断结节直径大小比较差异无统计学意义($P > 0.05$);碘图CT值诊断敏感度82.76%、特异度81.82%、准确度82.50%、阳性预测值92.31%、阴性预测值64.29%均高于常规平扫,后者敏感度62.07%、特异度63.64%、准确度62.50%、阴性预测值81.82%、阳性预测值38.89%,差异有统计学意义($P < 0.05$);良恶性结节碘比值比率与能量衰减曲线斜率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论 在孤立性肺结节的诊断上,双源CT双能量碘图成像相对于常规CT动态增强扫描的诊断效能更高,辐射剂量较低。

【关键词】双源CT双能量; 增强扫描; 孤立性肺结节; 胸腔镜术; 术前诊断

【中图分类号】R563; R814

【文献标识码】A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.01.019

通讯作者: 张 艳

Application of Dual-source CT Dual-energy Technique in the Diagnosis and Treatment of Patients with Solitary Pulmonary Nodules Before Thoracoscopic Surgery

ZHANG Yan. Medical Imaging Center, General Hospital of Eastern Theater Command, Qinhua Medical Area, Nanjing 210002, Jiangsu Province, China

[Abstract] **Objective** To explore the application value of dual-source CT dual-energy technique in the diagnosis and treatment of patients with solitary pulmonary nodules before thoracoscopic surgery. **Methods** A total of 40 patients with solitary pulmonary nodules admitted to our hospital from March 2017 to February 2018 were selected. All patients were given routine plain scan and dual-energy enhanced scan. The application value of the two scanning techniques in solitary pulmonary nodules was compared and analyzed. **Results** There were no significant difference in the scanning noise and signal-to-noise ratio between virtual plain scan image and conventional plain scan image ($P > 0.05$). The single-shot radiation dose of virtual plain scan was smaller than that of conventional plain scan ($P < 0.05$). There was no significant difference in the diameter of nodules between virtual plain scan image and conventional plain scan image ($P > 0.05$). The diagnostic sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value of CT value of iodine map were 82.76%, 81.82%, 82.50%, 92.31% and 64.29%, which were higher than those of conventional plain scan with 62.07%, 63.64%, 62.50%, 81.82% and 38.89% ($P < 0.05$). There were no significant differences in the iodine odds ratio and slope of energy decay curve between benign and malignant nodules ($P > 0.05$). **Conclusion** Dual-source CT dual-energy technique has higher diagnostic efficiency and lower radiation dose than conventional CT dynamic enhanced scan in the application of solitary pulmonary nodules.

[Key words] Dual-source CT Dual-energy Technique; Solitary Pulmonary Nodules; Thoracoscopic Surgery; Preoperative Diagnosis

孤立性肺结节是胸部影像学检查中常见的一种征象,可为良性或恶性^[1],对于恶性孤立性肺结节应尽早行胸腔镜手术进行切除,以防延误治疗时机,而对于良性结节,则应尽量避免不必要的手术,因此术前明确孤立性肺结节性质对于患者来说具有重要意义^[2]。CT检查是诊断和鉴别诊断孤立性肺结节最实用的无创检查方法之一,但常规CT增强扫描辐射剂量较大,近年来随着CT以及后处理软件不断发展,双源CT双能量技术作为一种新的功能成像技术,具有扫描速度快,时间和空间分辨率高的特点,可通过独特算法反映病变内血流动力学情况,从而有助于孤立性肺结节的良恶性鉴别^[3]。本研究通过分析40例孤立性肺结节患者双源CT双能量扫描影像特征,旨在探讨双源CT双能量技术在孤立性肺结节患者胸腔镜术前诊治中的应用价值,报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取本院2017年3月至2018年2月收治的孤立性肺结节患者40例,其中男性33例,女性7例;年龄32-82岁,平均(59.80±7.85)岁;经病理诊断或介入手术经皮肺穿刺活检组织、细胞学证明40例孤立性肺结节包括恶性29例(其中鳞癌9例,腺癌15例,

小细胞癌2例,类癌1例,转移瘤2例),良性11例(其中结核球4例,血管瘤1例,肺囊肿1例,炎性结节5例)。

1.2 纳入标准 (1)经常规X胸片或CT扫描发现孤立性肺结节;(2)患者进行手术切除病理检查或CT定位穿刺活检前未进行过放疗或化疗等相关治疗;(3)双源CT双能量扫描与病理和或穿刺时间间隔不超过2周;(4)影像学检查图像质量佳;(5)临床资料完整。

1.3 排除标准 (1)合并严重心、肝、肾功能障碍;(2)不能配合CT扫描,对碘对比剂过敏;(3)扫描图像中存在明显的呼吸运动伪影,影响诊断结果的判断;(4)临床资料不全。

1.4 检查方法 采用第二代双源CT(Siemens Somatom Definition Flash)扫描仪进行双能量扫描,具体参数设置如下管电压80/140kV,参考管电流为179/76mAs,螺距1.2,球管旋转时间为0.28s,准直器为64×0.6mm。通过Caredose 4D技术智能调整电流。患者取仰卧位,双臂向上举,扫描方向为从患者锁骨上窝到膈肌水平的头足方向。采用Ulrich高压注射器,团注30mL碘克沙醇(320mgI/mL),流率为4mL/s,注射完毕采用等量的生理盐水冲洗干净以减少上腔静脉内对比剂残留。通过对比剂跟踪技术,将监测区设置在上腔静脉,患者深吸气屏气后进行扫描,阈值为70HU,延迟时间为3s。

1.5 图像处理方法 所有图像均由2名具有中级职称以上的影

像科医生根据单盲法处理,将扫描结果传入西门子Syngo 2012A MultiModality Workplace工作站将静脉期双能量Sn40kV和140kV图像数据调入Dual-Energy软件中,通过Liver VNC程序处理得到虚拟平扫(VNC)以及碘分布图,在病灶中心层面放置面积为0.4-1.5cm²的圆形感兴趣区(ROI),尽量避开肉眼可见的血管、坏死囊变区以及钙化灶,而选择实性软组织区域,自动显示病变平均CT值与标准差,并保存虚拟平扫序列。将经Mononergetic程序处理的单能量图像,以同层同面积ROI生成CT值能量衰减曲线图,记录各能量水平CT值,生成能量衰减曲线。将平扫图像、静脉期图像以及虚拟平扫图像导入Viewer界面,选择基本相同层面连动,测定肺结节CT值和噪声值,ROI面积同样为0.4-1.5cm²,于常规平扫上确定ROI,软件自动于虚拟平扫图和混合能量图上圈出同样大小和位置的ROI,显示病灶CT值和SD值,得

出增强强化值,分别测量常规平扫以及虚拟平扫中结节直径。

1.6 观察指标

1.6.1 抗干扰能力:通过比较图像噪声和信噪比,评估双源CT扫描抗干扰能力。

1.6.2 诊断准确性评估:对比常规CT扫描与双能量CT扫描诊断结节大小的差异,与穿刺或手术病理结果金标准进行对比,判定常规CT扫描与双能量CT扫描良恶性结节诊断效能。

1.6.3 碘基值比率量化分析:选取病灶同一层面主动脉的碘基值为参考,计算碘基值比率(病灶碘基值与主动脉碘基值比值)反映患者病灶碘分布情况,对碘基值比率进行分析。

1.6.4 能量衰减曲线量化分析:按照能量衰减曲线斜率公式 $k=y/x$,其中y为单能量80kV与140kV对应的CT值差,x为固定70kV对应的CT值,对能量衰减曲线斜率进行对比分析。

1.7 统计学方法 采用SPSS

表1 虚拟平扫图像与常规平扫图像CT值、图像噪声和信噪比比较($\bar{x} \pm s$)

扫描方式	单次辐射剂量(mSv)	图像信噪比(dB)	图像噪声
常规平扫	5.72 ± 1.05	3.06 ± 1.85	9.59 ± 3.70
虚拟平扫	4.83 ± 1.07	2.77 ± 2.41	9.84 ± 2.87
t	3.755	0.604	0.338
P	< 0.01	0.548	0.737

表2 不同基线增强强化值与碘图CT值诊断与病理诊断结果比较

诊断方法	类型	DSA		合计
		阳性	阴性	
常规平扫为基线增强强化值	阳性	18	4	22
	阴性	11	7	18
虚拟平扫为基线增强强化值	阳性	20	2	22
	阴性	9	9	18
碘图CT值	阳性	24	2	26
	阴性	5	9	14

表3 不同基线增强强化值与碘图CT值诊断效能比较

诊断方法	敏感度(%)	特异度(%)	准确度(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)
常规平扫为基线增强强化值	62.07(18/29)	63.64(7/11)	62.50(25/40)	81.82(18/22)	38.89(7/18)
虚拟平扫为基线增强强化值	68.97(20/29)	81.82(9/11)	72.50(29/40)	90.90(20/22)	50.00(9/18)
碘图CT值	82.76(24/29)	81.82(9/11)	82.50(33/40)	92.31(24/26)	64.29(9/14)

表4 良恶性结节能量衰减曲线斜率与碘比值结果比较($\bar{x} \pm s$, %)

病例类型	能量衰减曲线斜率	碘比值比率
良性结节	0.85 ± 0.41	0.28 ± 0.10
恶性结节	1.06 ± 0.82	0.26 ± 0.14
t	1.449	0.735
P	0.151	0.464

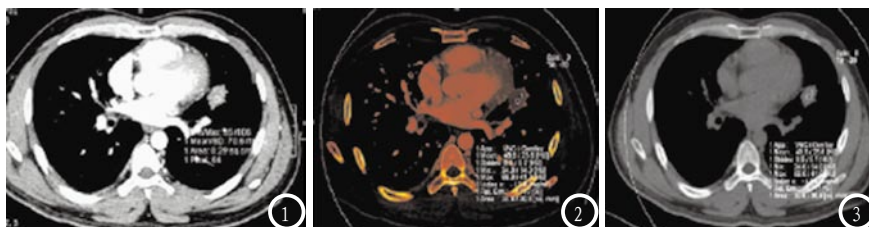


图1 为常规CT增强扫描图像, CT值为70.8HU; 图2 为碘基图CT值为74.5HU, 病灶碘含量为1.3mg/ml; 图3 为虚拟平扫CT值48.8HU, 碘图CT值较虚拟平扫CT值增加25.7HU。

21.0进行数据统计及分析, 计量资料采用($\bar{x} \pm s$)描述, 常规平扫与虚拟平扫的抗干扰能力、辐射剂量、结节直径判断以及良恶性结节能量衰减曲线斜率与碘比值结果比较采用t检验, 诊断效能比较采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 虚拟平扫与常规平扫单次辐射剂量以及图像噪声和信噪比比较 虚拟平扫图像与常规平扫图像扫描CT值、图像噪声以及信噪比比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。虚拟平扫单次辐射剂量小于常规平扫, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

2.2 虚拟与常规平扫图像对结节直径的判断 本研究中40例患者虚拟平扫图像结节直径为(21.06 ± 5.07)mm, 虚拟平扫图像直径为(20.03 ± 6.38)mm, 两种平扫图像判断结节直径大小比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.3 不同基线增强强化值与碘图CT值诊断与病理诊断结果比较 常规平扫为基线增强强化值诊断阳性率为55.00%, 虚拟平扫为基线增强强化值诊断阳性率为57.50%, 碘图CT值诊断阳性率为

65.00%, 三种诊断方式诊断阳性率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表2。

2.4 不同基线增强强化值与碘图CT值诊断效能比较 碘图CT值诊断敏感度82.76%、特异度81.82%、准确度82.50%、阳性预测值92.31%、阴性预测值64.29%均高于常规平扫敏感度62.07%、特异度63.64%、准确度62.50%、阴性预测值81.82%、阴性预测值38.89%, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表3。

2.5 良恶性结节能量衰减曲线斜率与碘比值结果比较 良恶性结节碘比值比率与能量衰减曲线斜率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表4。

2.6 病例分析 患者某某, 男性, 61岁, 于2017年11月于本院门诊就诊, 患者主诉间断性气短、头晕3月, 门诊胸部X线片结果显示左肺占位性病变入院, 经常规平扫和双能增强扫描诊断为左肺上叶恶性肿瘤, 手术病理结果为左肺上叶腺癌。见图1-3。

3 讨 论

孤立性肺结节临床上将其定义为肺实质内直径 ≤ 30 mm的圆形或类圆形, 完全被肺实质所包围

的致密影, 边界或清晰或不清晰, 可有钙化、空洞, 不伴肺不张、卫星病灶或者肺门、纵隔淋巴结肿大^[5]。胸腔镜术前明确孤立性肺结节良恶性诊断对于患者把握治疗时机, 同时避免不必要的手术具有重要意义, 孤立性肺结节的定性诊断是胸部影像学的重点和难点^[6]。

临床上对于孤立性肺结节的诊断和评价方法主要包括胸部平片和CT片, 由于CT扫描密度与时间分辨率较高, 目前已成为孤立性肺结节筛查的主要手段^[7]。孤立性肺结节的定性诊断往常主要依赖于高分辨CT以及动态增强扫描, 然而动态增强扫描增加了X线辐射剂量^[8]。双能量CT包括两个相互垂直的管球以及探测器, 可分别以不同的管电压与管电流运行, 从而采集到患者组织器官的两套X线衰减数据, 不仅能够得到常规CT的图像信息, 还能够根据不同组织成分对X线光子能量的衰减情况不同, 得到可以体现组织化学成分的组特性图^[9]。碘具有较高的原子序数, 于高低千伏时X线衰减变化更加明显, 空气和软组织衰减变化则较小, 从而可从双能扫描中提取到增强扫描中的碘对比剂信息, 通过双能软件处理可同时得到无碘成分的虚拟平扫图像以及仅有碘成分的碘图, 可有效避免人为因素导致的误差, 最大程度减少感兴趣区在双期以及多期扫描中出现的位置偏差造成的数据误差^[10]。为阐述双源CT双能量技术在孤立性肺结节患者胸腔镜术前诊治中的应用价值, 本研究对比分析双源CT双能量扫描与常规扫描诊断孤立性肺结节结果, 并与病理诊断金标准进行比较, 确定两种扫描方式诊断效能差异。

本研究通过比较图像噪声和信噪比, 衡量双源CT扫描抗干扰

能力,结果发现虚拟平扫与常规平扫图像噪声和信噪比无明显差异,说明利用双源CT扫描技术进行孤立性肺结节强化程度的分析是具有可行性的。邓东等^[11]研究中采用第一代的双源CT进行研究发现,常规平扫图像噪声明显低于虚拟平扫,本研究结果与其不一致,这可能是由于本研究所用二代双源CT技术X线管输出能量较一代得到有效提高且扫描视野扩大,并使用能谱纯化技术使图像质量得到有效提高,噪声明显降低。本研究比较患者进行常规CT扫描与双源CT扫描单次辐射剂量发现双源CT扫描单次辐射剂量低于常规CT增强扫描,双源CT采用的两个X线管曝光,管电流设置较低,并通过Care Dose4D技术依据患者解剖结构自动调整管电流,从而有效降低辐射剂量。

本研究中虚拟与常规平扫图像对结节直径的判断无明显差异,陈华等^[12]研究结果支持本结论,说明了双源CT技术在诊断孤立性肺结节方面,具有较高的诊断性能。同时本研究分析双源CT技术在判断结节性质方面的价值,将结节增强强化值 $\geq 20\text{HU}$ 判定为恶性病变,结果发现碘图CT值诊断敏感度、特异度、准确度、阳性预测值、阴性预测值均较高,而虚拟平扫为基线增强强化值诊断特异度、准确度、阳性预测值、阴性预测值也高于常规平扫,本研究中碘图CT值诊断效能略高于宋婷妮等^[13]研究结果,这可能是由于本研究病例组成中良性病变中包括5例炎性结节患者,其强化幅度较高且碘图CT值较大,同时本研究中恶性结节中存在2例转移灶,其强化幅度降低且碘图CT值较小,病例组成中的突出性增加了其诊断效能研究结果。综合分析可见虚拟平扫技术所得到的碘图在孤立性肺结节

良恶性鉴别诊断中的利用价值。良恶性结节的鉴别很大程度上依赖于增强幅度的判断,双能技术可区分物质碘的成分,得到纯碘图,清晰显示病灶内碘的分布情况,本研究选用病灶同一层面主动脉碘基值作为对照,反映病灶碘分布,结果发现良恶性病变碘基值比率无明显差异,苏刚等^[14]研究报告中认为碘基图像与碘含量定量分析可用于实性和囊肿肿瘤的鉴别诊断,本研究结果与其存在的差异可能是由于本研究中炎性结节动态增强扫描时常常显示出明显强化特征,降低了对比度。张武等^[15]研究结果中CT能谱成像可显示不同病变以及人体组织随X线能量水平的变化而变化的X线衰减系数,显示病灶特征,本研究中良恶性结节能量衰减曲线斜率无明显差异,恶性结节多为明显下降型,少部分为平坦型;良性结节多表现为平坦型或下降型,个别表现为上升型,良恶性结节存在一定的交叉和重叠,有待收集更多的病例进行总结。

综上所述,双源CT双能量技术图像质量可满足诊断要求,相对于以动态增强扫描作为基线的常规CT扫描,其诊断效能更高,且可降低患者CT检查辐射剂量。

参考文献

- [1] 江德胜,韦炜,李丹,等.能谱CT定量分析对孤立性肺结节/肿块鉴别诊断的初步研究[J].安徽医科大学学报,2017,52(3):435-439.
- [2] 郭剑波.能谱CT成像在孤立性肺结节良恶性鉴别诊断中的应用价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(2):54-57.
- [3] Martine R J, Santangelo T, Colas L, et al. Radiation dose levels in pediatric chest CT: experience in 499 children evaluated with dual-source single-energy CT[J]. Pediatric Radiology, 2016, 47(2): 1-8.
- [4] 邓波,孟令平,孔鹏,等.螺旋CT靶扫描及重建联合Fisher判别在孤立性肺结节良恶性诊断中的作用[J].临床肺科杂志,2017,22(5):809-813.
- [5] Ruilong Z, Daohai X, Li G, et al. Diagnostic value of 18F-FDG-PET/CT for the evaluation of solitary pulmonary nodules: a systematic review and meta-analysis[J]. Nuclear Medicine Communications, 2017, 38(1): 67.
- [6] 贾群玲. CT与MRI诊断孤立性肺结节良恶性的准确性分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(10): 42-45.
- [7] Cha M J, Lee K S, Kim H S, et al. Improvement in imaging diagnosis technique and modalities for solitary pulmonary nodules: from ground-glass opacity nodules to part-solid and solid nodules[J]. Expert Review of Respiratory Medicine, 2016, 10(3): 261.
- [8] 王素雅,高剑波,张芮等. CT能谱成像对孤立性肺结节的诊断价值[J]. 中华医学杂志, 2016, 96(13): 1040-1043.
- [9] 赵雯,张正华,韩丹等. 双能量CT碘图及标准化碘浓度对甲状腺癌的的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2016, 32(5): 678-681.
- [10] 白娇,钟慧,刘荣波. 采用双源CT虚拟平扫技术代替常规平扫行CT腹膜腔成像的可行性[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(1): 33-37.
- [11] 邓东,彭业胜,李凯等. 采用双源CT双能量成像技术评价孤立性肺结节的可行性分析[J]. 广西医科大学学报, 2016, 33(1): 36-40.
- [12] 陈华,李邦国,叶颖,等. 双源CT双能量虚拟平扫的临床应用研究进展[J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(2): 298-301.
- [13] 宋婷妮,曾勇明,周旻等. 双能CT单能谱成像检测不同性质孤立性肺结节的实验研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2016, 22(1): 33-38.
- [14] 苏刚,倪耿欢,刘虎,等. 双源CT双能量扫描在肺部良恶性病变鉴别诊断中的价值[J]. 浙江医学, 2017, 39(8): 645-646.
- [15] 张武. 宝石能谱CT成像在不同组织来源、病理类型肿瘤及其转移淋巴结中的诊断价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2016, 15(8): 813-815.

(本文编辑:黎永滨)

【收稿日期】2019-01-22