

论 著

双低剂量CT扫描及迭代重建技术对肺癌早期检出和定性的可行性研究*

广东省东莞市人民医院放射科
(广东 东莞 523000)

杜贺钦 张镇滔 吴玉仪
张旭升 张玉兰

【摘要】目的 探讨低X线剂量及低碘含量对比剂及迭代重建技术CT扫描应用于早期肺癌检出的可行性。**方法** 选取2014年1月至2016年12月行胸部CT平扫及增强扫描96例早期肺癌患者。所有患者采用完全随机分组法平均分为常规剂量组(常规辐射剂量+造影剂用量1.5ml/Kg)和双低剂量组(低辐射剂量+造影剂用量1.0ml/Kg),造影剂浓度为270mg/100ml。比较不同组别之间的诊断率、CT值、信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR)、图像噪声标准差(SD值)、评分值,以及造影剂量、剂量容积CT剂量指数、剂量长度乘积、有效剂量。**结果** 两实验组的诊断率、CT值、信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR)、图像噪声标准差(SD值)、评分值之间无统计学差异($P>0.05$),造影剂量、有效剂量之间有统计学差异($t=13.451$, $P<0.05$; $t=32.248$, $P<0.05$)。**结论** 双低剂量CT扫描及迭代重建技术能够得到满意的早期肺癌扫描图像,对于早期肺癌的筛查有很大的临床意义。

【关键词】 体层摄影术, X线计算机; 肺癌; 迭代重建; 低剂量

【中图分类号】 R734.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 东莞市医疗卫生科技计划一般项目(项目编号: 2014105101176)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2017.09.024

通讯作者: 杜贺钦

Double Low Dose CT Scanning and Iterative Reconstruction Technique for Lung Cancer Early Detection and the Feasibility of Qualitative Research*

DU He-qin, ZHANG Zhen-tao, WU Yu-yi, et al., Department of Radiology, Dongguan People's Hospital, Dongguan 523000, Guangdong Province, China

[Abstract] Objective To discuss the feasibility of CT scanning of low-x and low iodine content in early lung cancer. **Methods** Collected January 2014 to December 2016, the chest CT scan was performed and 96 patients were screened for lung cancer. Grouping all of the patients using completely randomly divided into routine dose group (regular doses of radiation and dosage of contrast agent 1.5 ml/Kg) and double low dose group (low doses of radiation and dosage of contrast agent 1.0 ml/Kg), contrast medium concentration of 270mg/100 ml. Comparison between different groups of diagnosis, CT value, signal-to-noise ratio (SNR), contrast to noise ratio (CNR), image noise standard deviation (SD), score values, as well as imaging dose and dose volume CT dose index, the length of the product, effective dose. **Results** Two experimental diagnosis, CT value, signal-to-noise ratio (SNR), contrast to noise ratio (CNR), image noise standard deviation (SD), score values between no statistical difference ($P>0.05$), angiography was statistically difference between dose and effective dose ($t=13.451$, $P<0.05$, $t=32.248$, $P<0.05$). **Conclusion** Double low-dose CT scans and iterative reconstruction techniques were able to obtain satisfactory early lung cancer scans, which had significant clinical implications for early lung cancer screening.

[Key words] Tomography, X-ray Computer; Lung Cancer; Iterative Reconstruction; Low Dose

在我国,肺癌的发病率与病死率的上升趋势引人关注。自2010年我国肺癌的发病率、死亡率位于各大肿瘤之首,死亡率接近发病率,并且呈逐年上升。由于早期肺癌临床症状不明显,病人就诊时多已是中晚期,5年生存率不足10%^[1],而通过筛查发现的早期肺癌病人5年生存率可达80%^[1-2]。故早期检出肺癌对提高患者存活率、降低病死率具有重要的意义。肺癌的早期阶段及癌前病变患者无明显临床症状,也无特异的实验室检查指标,为了对肺癌的早期发现、早期治疗,于2012年以来政府启动了肺癌、乳腺癌的“两癌筛查”计划。但胸部X线检查对肺癌特别是早期肺癌显示有限,常因病变较小或位于隐蔽的部位表现为阴性漏诊;或因未能显示特异性征象而误诊为其他良性病变。本研究通过比较低剂量造影剂结合低管电流与常规剂量造影剂结合常规管电流进行胸部CT扫描所得的图像质量评价其临床的可行性。

1 材料与方 法

1.1 研究对象 选取2014年1月至2016年12月行胸部CT平扫及增强扫描96例早期肺癌患者。所有患者采用完全随机分组法平均分为造影剂常规剂量组(造影剂用量1.5ml/Kg)和低剂量组(造影剂用量1.0ml/Kg),造影剂浓度为270mg/100ml。常规剂量组48例,其中男32例,女16例;年龄32~73岁,平均(54±13)岁;体重46.7~81.5kg,平均(65.2±17.4)kg。低剂量组48例,其中男27例,女21例;年龄36~69岁,平均(55±16)岁;体重44.2~83.5kg,平均(68.2±16.5)kg。检查

前患者均签署知情同意书,本研究经医院伦理委员会审核同意。

1.2 仪器与方法 采用 Philips 256排螺旋CT机,患者取仰卧位,扫描定位像后常规行全肺容积平扫,然后行增强扫描。多层螺旋CT肺部常规辐射剂量组:管电压120Kv,管电流250mAs;低辐射剂量组:管电压80Kv,管电流25mAs。常规剂量组:常规造影剂量+常规辐射剂量;双低剂量组:低造影剂量+低辐射剂量,见表1。

1.3 图像质量评估 由2名有相关诊断经验的高级职称医师(副主任或主任医师)对图像(预先不告知患者的临床资料)做出评价,对于意见不一致者经协商后解决。对图像采用3分制:3分为良,肺纹理或病灶轮廓清晰,边缘模糊,有少量噪声或伪影,能满足诊断要求;2分为一般,肺纹理或轮廓、边缘模糊,有一定噪声或伪影,能基本满足诊断要求;1分为差,肺纹理或病灶轮廓及边缘无法分辨,有大量噪声或伪影,无法满足诊断要求,见表2。

1.4 图像后处理 所有入选受检查者原始图像随机均采用迭代重建算法idose4-4进行图像重建,将重建后的图像传至Philips星云太空工作站进行图像后处理。记录两实验组的CT值、噪声值并计算相应信噪比(SNR)、对比信噪比(CNR)。①血管CT值为增强后左主干与右冠状动脉近段ROI的平均值;血管周围组织CT值为上述血管邻近脂肪组织的平均值。②图像噪声选定为肺动脉左主干层面降主动脉ROI的标准差(standard deviation, SD)。③SNR为血管CT值与血管噪声的比值。④CNR为血管CT值与血管周围组织CT值的差值除以图像噪声,见表3。记录扫描完成后两期增强时的剂量容积CT剂量指数

(CTDIvol)及剂量长度乘积(DLP, mGy*cm),并计算有效剂量(ED): $ED=DLP \times 0.015^{[3]}$,见表4。

1.5 统计学方法 各组图像的诊断准确率、CT值、信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR)、图像噪声标准差(SD值)、评分值,采用独立样本t检验。对照组与实验组之间的造影剂量、剂量容积CT剂量指数、剂量长度乘积、有效剂量,采用非参数检验。统计学分析应用Spss15.0软件,设 $P < 0.05$ 有统计学意义。

2 结果

2.1 常规剂量组与双低剂量组对于肺癌的确诊率之间无统计学差异($P=0.189, P < 0.05$)。两实验组之间的比较:对于同一部位CT值、SD值、SNR、CNR、评分值等指标之间无统计学差异($P > 0.05$)。

2.2 造影剂用量及辐射剂量 双低剂量组造影剂用量及ED均显著低于常规剂量组,差异有统计学意义($t=13.451, 32.248, P < 0.05$),见表4。

3 讨论

胸部CT扫描为显示早期肺癌最敏感的方法,并已得到公认^[4-6],CT扫描分辨率高,能显示微小、隐蔽部位的病变及充分认识其征象。不幸的是,常规CT扫描辐射剂量为普通X线检查的数百倍,射线辐射对人体损害、导致基因突变、致癌的危险性逐步得到认识;而且增强扫描通过显示组织的血供状态,对肿瘤的定性诊断至关重要,目前实质器官强化的造影剂用量通常为1.5~2.0ml/Kg,较大剂量的造影剂具有一定的肝脏、肾脏毒性,严重者可导致肝肾功能衰竭或过敏性休克而危及生命^[7]。当造影

剂量超过100ml时,肾毒性的发生率会显著增高^[8]。

对于既能降低辐射剂量、又能降低造影剂用量的CT成像条件是临床上急待解决的问题。CT扫描的传统算法(FBP-反投影滤过重建设算),对信息获取效率低,降低的剂量会明显影响图像质量,有漏诊的可能,故常规算法+降低X线剂量图像并不能满足诊断要求。Philips iDose4软件^[9],采取第四代迭代算法重建技术通过在投影空间和图像空间的双空间,进行基于噪声模型系统和解剖模型系统的迭代运算,消除了低光子伪影,降低了图像噪声,提升了图像分辨率,图像分辨率可提高68%,辐射剂量降80%,实验证明idose4-4重建方法明显优于FBP法^[10-11],钟朝辉等^[12]在研究iDose4 迭代重建算法在冠状动脉CT成像中的应用中发现,在dose4-3、idose4-5、idose4-7四种迭代重建算法之间无统计学差异,鉴于此,我们在实际操作中均选用idose4-4 对各组图像进行重建,不再进行各种迭代重建算法的对照。因此本研究两实验组均使用idose4-4重建方法,不再进行各种重建法之间的对照。270mg/100ml为低碘含量等渗透压对比剂,明显降低毒副作用。至2012年以来,“双低剂量”CT扫描已成为国内外研究的重点,最早用于头颈部血管成像,近年来主要应用于全身血管成像,对于实质器官,尤其在肺癌的应用,目前尚无类似详细报道。

国内在CT辐射剂量的研究多使用低管电压^[13-14],而对管电流的研究相对较少。本研究同时使用低管电压及低管电流,以期进一步降低副射剂量。文献^[13]中应用300mg/100ml,而本研究中使用更浓度对比剂(270mg/100ml),低剂量组平均辐射剂量较常规剂量组大约降低了34%。结果发现

表1 不同组别的剂量及确诊率

分组	造影剂量	辐射剂量		例数	确诊	准确率
常规剂量组	1.5ml/Kg (270mg/100ml)	管电压120Kv	管电流250mAs	48	45	93.75%
双低剂量组	1.0 ml/Kg (270mg/100ml)	管电压80Kv	管电流25mAs	48	44	91.67%
t						3.345
P						0.189

表2 CT图像质量评分标准

评分	轮廓、边缘	噪声	伪影	诊断适应性
1分	模糊	明显	严重	无法评价
2分	稍模糊	中等	少量	基本满足诊断
3分	清晰、锐利	无或极少	无或极少	满足诊断

表3 不同组别CT值、SD值、SNR值和CNR值及评分值的比较

分组	CT值	SD值	SNR	CNR	评分值
常规剂量组	533.51 ± 58.35	44.26 ± 7.13	12.50 ± 1.76	14.32 ± 2.11	1.70 ± 0.92
双低剂量组	531.25 ± 58.93	42.48 ± 5.36	11.94 ± 2.71	13.49 ± 1.96	1.58 ± 0.49
t	0.946	1.024	1.574	2.213	4.973
P	0.441	0.270	0.052	0.087	0.325

注: P>0.05, 无统计学差异

表4 两组造影剂用量及增强两期图像辐射剂量比较

分组	例数	造影剂用量	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy*cm)	ED (mSv)
常规剂量组	48	92.5 ± 16.1*	14.2 ± 3.3	580.5 ± 55.1	8.7 ± 1.8*
双低剂量组	48	61.5 ± 14.7	12.6 ± 2.4	525.3 ± 42.6	5.8 ± 1.1
Z值		13.451	8.457	9.284	32.248
P		<0.05	0.104	0.087	<0.05

两实验组之间的诊断准确率、CT值、SNR、CNR、SD值、评分值之间均无统计学差异(P>0.05), 说明低辐射剂量及低对比剂用量同时使用, 对于诊断影响不大, 而且双低剂量组的造影剂用量及有效剂量(ED)明显低于常规剂量, 两者有统计学差异。

本研究没有对更多不同剂量组进行对照, 而且样本相对较少, 可能对于研究结果存在一定的不足, 以后研究方向希望能够进一步优化扫描的低剂量, 对于双低剂量的扫描能够在更多的人体组织得到更好的应用。

总之, “双低剂量”CT扫描方案用于早期肺癌的检出, 具有广阔的市场前景。接受肺癌筛查者有多个途径: 包括健康体检、一般门诊、专家门诊、呼吸内科和心胸外科等, 受检者量大。肺癌为常见病、多发病, 早期检

出、早期治疗对提高患者的生存率、治愈率起到决定性的作用。

“双低剂量”CT扫描方案通过本研究证实其可行性, 得到患者的接受与临床医生的肯定, 在降低辐射条件及造影剂用量的情况下, 会有更多高危人群愿意进行肺癌的早期筛查, 使肺癌的早期检出率明显增高, 及时切除肿瘤, 使生存率、治愈率也相应增高。

参考文献

- [1] Jemal A, Siegel R, Ward E, et al. Cancer statistics, 2008 [J]. CA Cancer J Clin, 2008, 58(2): 71-96.
- [2] D'Andrilli A, Maurizi G, Poggi C, et al. T lung cancer: results of surgical treatment [J]. Minerva Chir, 2010, 65: 569-575.
- [3] May MS, Wrist W, Brand M, et al. Intraindividual comparison

of image quality of full-dose standard and half-dose iterative reconstructions with dual-source computed tomography [J]. Invest Radiol, 2011, 46(7): 465-470.

- [4] 马大庆, 叶兆祥, 刘士远, 等. 专家研讨会: 肺癌影像专题 [J]. 当代医学, 2009, 15(8): 15-20.
- [5] 周清华. 肺癌筛查早诊研究进展 [J]. 中国肿瘤, 2009, 18(9): 705-712.
- [6] 车国卫, 周清华. 肺癌筛查与早诊的新进展 [J]. 中国肺癌杂志, 2005, 8(5): 390-394.
- [7] Marenzi G, Assanelli E, Campodonico J, et al. Contrast volume during primary percutaneous coronary intervention and subsequent contrast-induced nephropathy and mortality [J]. Ann Intern Med, 2009, 150(3): 170-177.
- [8] 舒小钢, 查云飞. 低剂量对比剂CTU的可行性研究 [J]. 临床放射学杂志, 2012, 31(4): 567-570.
- [9] Funama Y, Taguchi K, Utsunomiya D, et al. Combination of a low-tube-voltage technique with hybrid iterative reconstruction (iDose) algorithm at coronary computed tomographic angiography [J]. J Comput Assist Tomogr, 2011, 35(4): 480-485.
- [10] 王亚宁, 时高峰, 杜煜, 等. 低剂量造影剂结合低管电压在食管癌CT增强扫描 [J]. 中国全科医学, 2014, 17(18): 2160-2163.
- [11] 徐岩, 贺文, 钟朝辉, 等. 迭代算法与辐射剂量对低剂量胸部CT图像质量的影响 [J]. 中国介入影像与治疗学, 2014, 11(6): 397-401.
- [12] 钟朝辉, 陈疆红, 贺文, 等. 体质量指数结合iDose4迭代重建算法在低剂量冠状动脉CT成像中的应用 [J]. 中国介入影像与治疗学, 2013, 10(12): 759-763.
- [13] 王亚宁, 时高峰, 杜煜, 等. 低剂量造影剂结合低管电压在上腹部双源CT扫描中的应用 [J]. 中国医学影像学杂志, 2014, 22(3): 204-207.
- [14] 胡茂清, 叶维韬, 梁长虹, 等. 管电压和碘对比剂浓度对腹部动态增强CT图像质量的影响 [J]. 中华放射学杂志, 2015, 49(4): 273-278.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2017-08-09