

数字断层融合技术不同重建方法对肺磨玻璃结节检出影响的研究

彭 刚, 曾勇明, 赵 峰, 彭盛坤, 郁仁强, 谭 欢, 刘 潇, 王 杰

(重庆医科大学附属第一医院放射科, 重庆 400016)

【摘要】目的:应用胸部仿真体模评价数字断层融合技术(digital tomosynthesis, DTS)不同重建方法对肺磨玻璃结节检出的影响。**方法:**对置入模拟结节的仿真体模进行 DTS 扫描后, 采用位移叠加法(shift-add, SA)及滤波反投影法(filtered back projection, FBP)2 种方法分别重建图像。由 2 名放射科医师对阳性结节进行计数, 分析 2 种方法对肺结节检出的影响。**结果:**FBP (thickness++) 及 SA 对肺结节的总检出率分别为 71.67%、26.67%, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。FBP 5 种重建模式中 FBP(thickness)的结节检出率稍高于其它 4 种模式, 5 种模式的结节检出率差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论:**DTS 是 CT 及胸片的重要补充, FBP 对肺结节检出优于 SA。

【关键词】数字断层融合术; 体层摄影术; 肺结节; 图像后处理

【中国图书分类法分类号】R814.42

【文献标志码】A

【收稿日期】2012-03-30

Effects of different reconstructions of digital tomosynthesis on pulmonary ground glass nodules detection: an experimental study

PENG Gang, ZENG Yongming, ZHAO Feng, PENG Shengkun, YU Renqiang, TAN Huan, LIU Xiao, WANG Jie

(Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To evaluate the effects of different reconstruction methods of digital tomosynthesis on pulmonary ground glass nodules detection using a chest anthropomorphic phantom. **Methods:** Using the methods of shift-add (SA) and filtered back projection (FBP) to reconstruct image respectively after scanning the phantom implanted with simulation nodules. Two radiologists counted the positive nodules and evaluated the effect of pulmonary nodules detection by two methods. **Results:** Total detection rates of pulmonary nodules by FBP (thickness++) and SA were 71.67% and 26.67%, with statistically significant difference ($P < 0.05$). Total detection rates of pulmonary nodules by FBP (thickness) was higher than other four kinds of FBP but without statistically significant differences ($P > 0.05$). **Conclusions:** DTS is an important supplement of digital radiography and CT; the method of FBP is better than SA in pulmonary nodule detecting.

【Key words】digital tomosynthesis; tomography; pulmonary nodules; image post-processing

肺结节的检出是早期肺癌诊断的难点, 数字断层融合技术(digital tomosynthesis, DTS)^[1-3]具有高空间分辨率及低辐射剂量等特点, 它为提高早期肺癌发现率提供了一种新的手段^[4-5]。本实验应用仿真胸部体模, 探讨 DTS 的位移叠加(shift-add, SA)和滤波反投影(filtered back projection, FBP)2 种重建方法对肺结节检出的影响。

1 材料和方法

1.1 实验对象

采用仿真胸部体模, 体模呈双臂上举姿势, 它具有胸壁、肋骨、脊柱、肺、心脏、气管支气管以及肺纹理等结构。两种密度(-630、-800 HU), 5 种直径(3、5、8、10、12 mm)的模拟球形结节见图 1, 主要代表磨玻璃样密度肺结节。

1.2 设备

采用日本岛津 Sonialvision Safire II 数字化大平板 X 线透视摄影系统及后处理工作站。采用系统默认参数: 管电流 0.5 mA、管电压 100 kV、层高 100 mm、层间距 5 mm、断层角度 40°。

作者介绍: 彭 刚, Email: pg24k@sina.com,

研究方向: 辐射剂量优化及图像后处理。

通信作者: 曾勇明, Email: zeng-ym@vip.sina.com。



图 1 仿真胸部体模及模拟结节

Fig.1 Chest anthropomorphic phantom and simulated nodules

1.3 实验方法

应用上述参数扫描后在默认参数(层间距 5 mm,层厚 100 mm,范围 200 mm)下采用 SA 和 FBP(thickness++,thickness+,thickness-,thickness--)重建图像。10 个模拟结节(2 种 CT 值、5 种直径)在双肺上、中、下 6 个区域分别随机摆放,结合 6 组图像(共计 60 个结节)观察结节的检出情况。结节的观察由 2 位有经验的放射科医师共同完成,观察结果由 2 位医师取一致性的方法获得。结节记录方式:肯定是结节(4 分)、可能是结节(3 分)、可疑是结节(2 分)及肯定不是结节(1 分),将评分为 3~4 分的结节判定为阳性。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 13.0 统计软件进行统计学处理。SA 和 FBP(thickness)2 种重建方法及 FBP 中 5 种重建模式的结节检出率为计数资料用率表示,采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

FBP 的 5 种重建模式(thickness++,thickness+,thickness-,thickness-,thickness--)对不同直径磨玻璃样肺结节的检出见表 1 所示,5 种模式的检出率分别为 63.33%、65.00%、71.67%、68.33%、65.00%,统计学分析各组差异无统计学意义($P>0.05$),thickness 模式的结节检出率稍高于其它 4 种模式。

表 1 FBP 5 种重建模式对不同直径磨玻璃样肺结节的检出数

Tab.1 Detection of different diameter ground glass nodules by five kinds of reconstructions of FBP

结节直径 (mm)	结节数 (个)	模拟结节检出数(个)					χ^2 值	P 值
		a	b	c	d	e		
3	12	0	0	2	1	0	5.614	0.230
5	12	7	7	8	7	7	0.278	0.991
8	12	9	9	10	10	10	0.625	0.960
10	12	10	11	11	11	10	0.970	0.914
12	12	12	12	12	12	12	-	-
合计	60	38	39	43	41	39	1.200	0.878

注:a、b、c、d、e 分别代表 FBP 的 5 种重建模式(thickness++,thickness+,thickness-,thickness-,thickness--);-,无数据

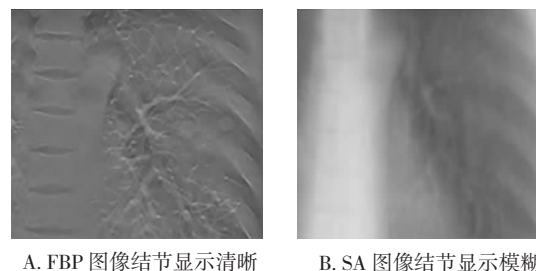
将临床上常用的 FBP(thickness)与 SA 这 2 种重建方法比较,对不同直径磨玻璃样结节的检出见表 2。其中,3 mm

组 SA 检出 0 个结节(0/12,0%),FBP 检出 2 个(2/12,16.67%),两者差异有统计学意义($\chi^2=2.182,P=0.14$);5 mm 组 SA 检出 1 个(1/12,8.33%),FBP 检出 8 个(8/12,66.67%),两者差异有统计学意义($\chi^2=8.711,P=0.003$);8 mm 组 SA 检出结节 2 个(2/12,16.67%),FBP 检出 10 个(10/12,83.33%),差异有统计学意义($\chi^2=10.667,P=0.001$);10 mm 组 SA 检出结节 5 个(5/12,41.67%),FBP 检出 11 个(11/12,91.67%),差异有统计学意义($\chi^2=6.750,P=0.009$);12 mm 组 SA 检出结节 8 个(8/12,66.67%),FBP 检出 12 个(12/12,100%),差异有统计学意义($\chi^2=4.800,P=0.028$);2 种方法总检出率分别为 26.67%、71.67%,FBP 明显高于 SA。

表 2 SA 和 FBP(thickness++)对不同直径磨玻璃样肺结节的检出
Tab.2 Detection of different diameter ground glass nodules by SA and FBP(thickness++)

结节直径 (mm)	结节数 (个)	2 种重建方法		χ^2 值	P 值
		SA	FBP		
3	12	0	2	2.182	0.140
5	12	1	8	8.711	0.003
8	12	2	10	10.667	0.001
10	12	5	11	6.750	0.009
12	12	8	12	4.800	0.028
合计	60	16	43	24.307	0.000

2 种方法共检出结节 16 个(16/60,26.67%)及 43 个(43/60,71.67%),检出率差异具有统计学意义($\chi^2=24.307,P=0.000$)。FBP 对不同大小磨玻璃样密度结节的检出率均优于 SA(图 2、图 3)。

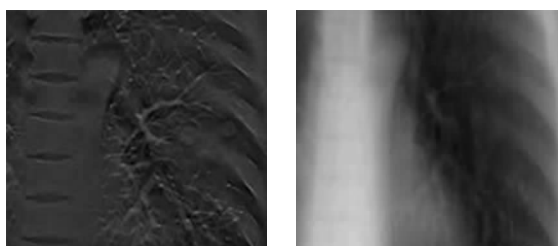


A. FBP 图像结节显示清晰

B. SA 图像结节显示模糊

图 2 CT 值 630 HU 时 SA 和 FBP 图像质量比较
(10 mm 肺结节)

Fig.2 Comparison of image quality between SA and FBP at 630 HU (10 mm pulmonary nodule)



A. FBP 图像可显示结节

B. SA 图像结节未显示

图 3 CT 值 800 HU 时 SA 和 FBP 图像质量比较
(10 mm 肺结节)Fig.3 Comparison of image quality between SA and FBP
at 800 HU (10 mm pulmonary nodule)

3 讨论

在胸部影像中肺磨玻璃样结节的检测对早期肺癌的诊断具有重要意义,CT 因其高空间分辨力和高密度分辨力被公认为是观察肺内结节的最佳方法,但高辐射剂量及高检查费用限制了其在肺癌筛查中的普及。传统胸片由于解剖结构重叠较多,漏诊率常达到 30% 左右^[6]。DTS 较普通的胸部数字化 X 线摄影技术有着更高的空间分辨力,避免因组织重叠对图像产生的影响^[7]。与 CT 相比,虽然其密度分辨率低于 CT,但 DTS 1 次扫描患者接受的 X 线剂量约为 0.7 mSv,而单次胸部 CT 平扫的剂量为 5.1~11.1 mSv^[8]。这些特点使得 DTS 在早期肺癌筛查方面具有良好的应用前景。

SA 是 DTS 最基本图像后处理方法,FBP 是在 SA 的基础上对图像进行滤波锐化,使图像具有较高的空间分辨力。FBP 5 种模式(thickness++、thickness+、thickness、thickness-、thickness--)代表 5 种不同的重建层厚,如在断层角度 40°时,分别为 12.1、9.4、7.5、5.3、4.1 mm。厚层图像可显示更长的血管段,提高了立体定向作用,有利于肺血管断面与小结节相鉴别,但可能会漏掉小结节;而薄层图像的噪声较大,图像重叠较多,也不利于肺结节的观察。实验数据表明,FBP 5 种模式的结节检出率分别为 63.33%、65.00%、71.67%、68.33%、65.00%,3 mm 组差异有统计学意义,其它各组差异无显著性,其中 FBP(thickness)模式的图像重叠较少,视觉效果好,结节检出率稍高于其它 4 种模式。

SA 和 FBP 是 DTS 常用重建方法,本实验通过应用仿真胸部体模,来比较 SA 和 FBP(以 FBP thickness++为例)重建时肺结节检出率的差异。仿真胸部

体模是基于组织等效材料制造而成,支气管束、肺血管束的植入使得它的等效性尤为突出。模拟磨玻璃样肺结节共 2 种密度(-630、-800 HU),每种密度组内有 5 个直径不等的结节,分别为 3、5、8、10、12 mm。采用多次多部位随机布放结节的方法减小误差,结节的数量、大小、密度均已知,对肺结节检出率的分析更为客观。

实验结果表明,SA 和 FBP 两种方法对不同直径磨玻璃样结节的检出率差异均有统计学意义,本实验在 FBP 重建方式下共计检出结节 43 个,检出率为 71.67%,明显优于 SA(16/60,26.67%),两者检出率具有非常显著的差异。

综上所述,DTS 作为一种较新的 X 线断层技术是普通 X 线摄影和 CT 的重要补充检查手段。在肺结节检出方面,FBP 较 SA 优势明显,FBP(thickness)模式的结节检出率较高,对结节筛查及随访有重要价值。

参 考 文 献

- [1] Ren L,Zhang J,Thongphiew D,et al.A novel digital tomosynthesis(DTS) reconstruction method using a deformation field map[J].Med Phys,2008,35(7):3110-3115.
- [2] Yan H,Godfrey D J,Yin F F.Fast reconstruction of digital tomosynthesis using on-board images[J].Med Phys,2008,35(5):2162-2169.
- [3] Poplack S P,Tosteson T D,Kogel C A,et al.Digital breast tomosynthesis:initial experience in 98 women with abnormal digital screening mammography[J].AJR,2007,189(3):614-615.
- [4] Dobbins J T 3rd,McAdams H P,Godfrey D J.Digital tomosynthesis of the chest[J].J Thorac Imaging,2008,23(2):86-92.
- [5] Dobbins J T 3rd,Godfrey D J.Digital X-ray tomosynthesis is:current state of the art and clinical potential[J].Phys Med Biol,2003,48(19):R65-R106.
- [6] Ren L,Zhang J,Thong phiew D,et al.A novel digital tomosynthesis (DTS) reconstruction method using a deformation field map[J].Med Phys,2008,35(7):3110-3115.
- [7] 孙海宁,于铁链,李 东.重建算法和层厚对肺结节容积定量的影响[J].中国医学影像技术,2010,26(5):947-950.
- [8] Sun H N,Yu T L,Li D,et al.Impacts of reconstruction kernel and section thickness on volumetric measurement[J].Chinese Journal of Medical Imaging Technology,2010,26(5):947-950.
- [9] Fuji K,Aoyama T,Koyama S,et al.Comparative evaluation of organ and effective dose for pediatric patients with those for adults an chest and abdominal CT examinations[J].Br J Radiol,2007,80(956):657-667.

(责任编辑:唐秋姗)