

数字化断层融合技术对肺结节筛查应用的初步研究

赵丽琴, 王克杨, 贺文, 胡志海, 李辉, 陈疆红, 李娟, 崔宝军, 李志欣

【摘要】 目的:探讨数字化断层融合技术对肺结节的检出价值。**方法:**选取 48 例肺结节患者,先后分别行 DR、断层融合(DTS)及 CT 检查。将 CT 检查结果作为判断肺结节的标准,另选择两位有 3 年以上工作经验的放射科医师,在已知每例患者 CT 所显示的结节位置后,分别观察胸片和数字断层融合图像上对相应部位结节的显示率,对结果进行 χ^2 检验。将结节依据直径大小分为 3 组(3~5 cm, 5~10 cm 和 10~20 cm)后,对组与组之间的观察结果进行比较。**结果:**48 例患者共发现结节 59 个,DR 和 DTS 发现结节的敏感度分别为 47.46%(28/59)和 88.14%(52/59), χ^2 检验显示差异有显著性意义($P<0.01$),结节直径为 5~10 mm 组 DTS 较 DR 检出结节的敏感度最高。59 个结节中,CT 显示磨玻璃密度结节 16 个,其中,DTS 可显示 14 个(14/16),DR 显示 2 个(2/16),DTS 较 DR 显示率明显高。**结论:**数字化断层融合较传统 DR 可显著提高肺结节的检出率,对磨玻璃密度结节的检出率较高。

【关键词】 断层融合术; 肺肿瘤; 放射摄影术; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R814.41; R814.42; R734.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2010)11-1283-04

Preliminary study of digital tomosynthesis for the screening of pulmonary nodules ZHAO Li-qin, WANG Ke-yang, HE Wen, et al. Department of Radiology, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the value of digital tomosynthesis (DTS) for the detection of pulmonary nodules. **Methods:** 48 patients suspected of having pulmonary nodules underwent digital radiography (DR), DTS and CT respectively. The results of CT were used as standard of reference. The chest DR, DTS were reviewed by three radiologists independently according to the knowledge obtained by CT to confirm the visibility as well as the location of pulmonary nodule. The results were analyzed by Chi square test. The detected nodules were divided into 3 groups according to their diameters (3~5mm, 5~10mm, 10~15mm) and the sensitivity of nodule detection by DR and DTS were compared by means of Chi-square test. **Results:** 59 nodules were found in these 48 patients. The sensitivity of detecting nodules of DR and DTS were as 47.46% (28/59) and 88.14% (52/59) respectively. Statistical significance between the two examinations were existed ($P<0.01$). The sensitivity of DTS was the highest compared with that of DR in detecting nodules with the diameter as 5~10mm. Of the 59 pulmonary nodules, 16 showed ground glass opacity on CT, 14 could be seen on DTS and only 2 could be seen on DR images. The detectability of DTS was obviously higher than that of DR. **Conclusion:** Digital tomosynthesis has significantly improved the detection rate over conventional DR, especially for the nodules with ground glass opacity.

【Key words】 Tomosynthesis; Pulmonary neoplasms; Radiography; Tomography, X-ray computed

在胸部影像中,肺结节的检测对早期肺癌的诊断具有重要意义,数字化摄影(digital radiology, DR)为初筛的常用手段,但是,由于胸片具有解剖结构重叠较多的特点,其漏诊率常达到 30%左右^[1]。CT 可以清晰显示胸部结节及其影像特征,但是,患者接受的射线剂量较大,并且其价格较昂贵。数字化断层融合技术(digital tomosynthesis, DTS)是一种计算机后处理与断层技术相结合的新兴的 X 线体层技术^[2,3],具有放射剂量较 CT 少,空间分辨力较 DR 高的特点。本文旨在探讨数字断层融合对肺结节的检测能力。

材料与方法

1. 一般资料

作者单位: 100050 北京,首都医科大学附属北京友谊医院放射科
作者简介: 赵丽琴(1972-),女,河北人,硕士研究生,副主任医师,主要从事胸部影像诊断工作。

选取 2009 年 8 月~2010 年 4 月首都医科大学附属北京友谊医院的 48 例肺内结节的患者资料,其中 32 例为经体检胸片发现结节或可疑结节,经 CT 证实确有结节存在;12 例为首先经 CT 检查发现结节,其中 4 例为肺结节复查患者。所有病例中直径 3~20 mm,且均为非钙化结节,每例患者的结节数目不多于 5 个。所有患者在知情同意的情况下均分别行 DR、DTS 及 CT 检查。其中,男 22 例,女 26 例,年龄 43~74 岁(平均 68.3 岁)。经术后病理证实为肺癌 4 例,硬化性血管瘤 1 例,慢性炎症 3 例,继续动态观察 40 例。

2. 扫描技术和参数

胸部 DR 检查均采用 Philips Digital Diagnosis Realease 1.3 DR 摄片机,患者采取站立后前位。投照参数:140 kV,0.5 mAs,管球距胶片距离 1.5 m。

数字断层融合 DTS 采用岛津公司 Sonialvision

safire II 型全数字化大平板透视-摄影系统。患者取站立后前位,球管做与中线呈 40°夹角的直线运动,球管与平板相对运动中连续曝光 74 次,时间为 5 s。球管到胶片的距离 (source image distance, SID) 为 1100 mm,100 kV,0.5 mAs,采用滤波反投影算法 (filter back projection, FBP),重建得到 41 帧冠状面图像。

CT 扫描使用 GE Lightspeed VCT 64 层螺旋 CT 机,扫描层厚 5.0 mm,2.5 mm 层厚进行重建。扫描范围为肺尖至肺底。扫描参数:120 kVp,50 mAs。

3. 图像观察及数据分析

对所有患者的 CT 图像,均由两位有 10 年以上放射诊断工作经验的医师确认结节的存在,并记录结节的大小和位置,作为观察胸片和数字断层融合图像结节的“金标准”,结节大小取其长径和短径的平均值。另选择两位有 3 年以上工作经验的放射科医师,在被告知每例患者 CT 所显示的结节位置后,分别观察胸片和数字断层融合图像上相应部位是否可见结节,将观察结果分为两种:可见(结节可以清晰或模糊显示)、不可见(结节不能被显示)。两位医师分别采取不同的顺序阅读胸片和数字断层融合图像,两种图像的观察间隔时间为二周以上。对两位医师的观察结果有不同意见者,经协商取得一致。

将所有结节根据其在 CT 上的直径分为 3 组:A 组:3~5 mm;B 组:5~10 mm;C 组:10~20 mm。观

察每组中结节的显示情况。

4. 统计学方法

以 CT 观察到的结节的结果为“金标准”,分别计算 DR 和 DTS 对结节观察的敏感度并进行配对 χ^2 检验,对不同直径组之间结节的显示情况进行比较。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

48 例患者中,CT 检查共发现肺结节 59 个(表 1),每例患者的结节数为 1~5 个,结节大小为 3.2~19.8 mm,平均直径为 12.6 mm。DR 和 DTS 分别发现结节 28 个和 52 个(图 1~3),敏感度分别为 47.46%和 88.14%,对两者之间发现率采用配对 χ^2 检验, $P<0.01$,差异有极显著统计学意义。将结节根据直径分为 3 组后,直径为 5~10 mm 的结节 DTS 检出敏感率最高。

表 1 DR 和 DTS 对不同直径肺结节的显示

结节直径 (mm)	检出结节数目			P 值
	CT	DR	DTS	
3<d≤5	3	1	2	—
5<d≤10	25	8	21	0.01
10<d≤20	31	19	29	0.02
合计	59	28	52	0.00

59 个结节中,CT 显示磨玻璃密度结节 16 个,其中,DTS 可显示 14 个(14/16,87.50%),DR 显示 2 个(2/16,12.50%)。DTS 显示率显著高于 DR(图 4、5)。

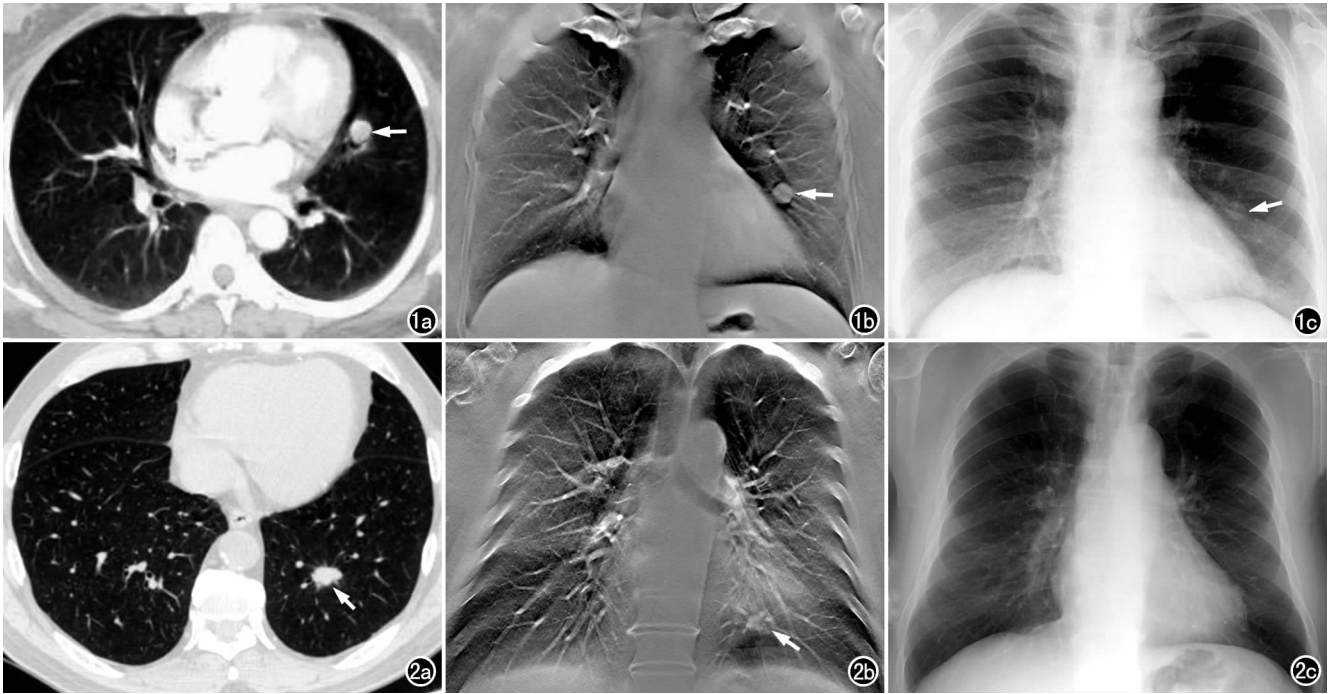


图 1 左上肺结节。a) CT 示左上肺类圆形小结节(箭); b) DTS 示左上肺结节显示清晰(箭); c) DR 亦可显示结节影(箭)。

图 2 心影后结节。a) CT 示左下肺结节,边缘有细毛刺(箭); b) DTS 可显示结节(箭); c) DR 由于解剖结构重叠未能显示结节。

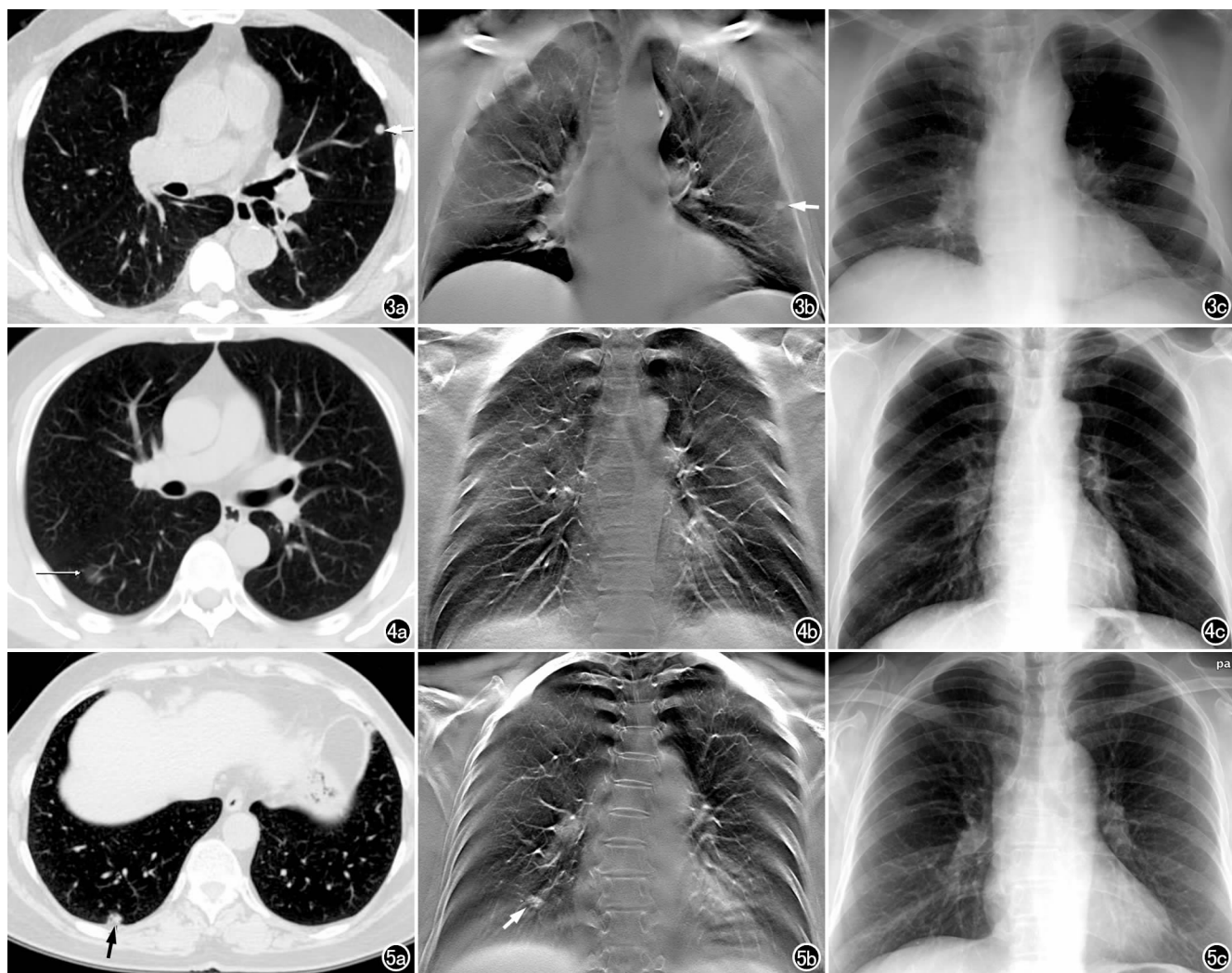


图 3 左上肺结节。a) CT 示左上肺胸膜下小结节(箭); b) DTS 显示结节靠近肺野外带(箭); c) DR 未能显示结节影。

图 4 磨玻璃密度结节。a) CT 显示小结节密度稍增高(箭); b) DTS 未能显示结节; c) DR 未能显示结节。图 5 磨玻璃密度结节。a) CT 示胸膜下磨玻璃密度小结节(箭); b) DTS 可显示结节(箭); c) DR 未能显示结节。

讨论

传统的 X 线断层摄影技术是 CT 出现前能够有效显示胸部病灶的成像技术之一,但是,由于其密度分辨率较低,限制了其在临床的广泛应用。数字断层融合技术是基于 X 线断层,并随着平板探测器和计算机成像技术的应用而发展起来的一种全新的 X 线断层技术^[4,5]。较多应用于血管、牙科、骨科、乳腺及胸部等^[6,8],在胸部多用于肺结节的观察。数字断层融合的工作原理:通过计算机控制,X 线管球和平板探测器同步进行反向运动,在运动中曝光采集数据,采集到被照体各层面的原始数据后,利用像素移动叠加法,计算并重建得到相应层面的清晰的图像。其技术优势在于,通过一次扫描采集获取容积数据,可以进行多平面的体层图像重建。球管与平板相对运动中连续曝光 74 次,时间仅 5 s,患者一次憋屏气即可轻松进行。曝光剂量相对较低,一次扫描患者接受的 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^[9]。可见,数字断层融合的剂量较胸部 CT 平扫明显减低。

据文献报道,数字断层融合和胸部 X 线平片对肺结节检测的敏感度分别为 70%和 22%,数字断层融合对肺结节探查的敏感度约为胸部 X 线平片的 3 倍多^[10]。本组结果显示,数字断层融合和胸部 X 线平片发现结节的敏感度分别为 88.14%和 47.46%,较文献报道的总体检出率要高。对比分析文献中病例的数据,可能原因为本组所选病例中,结节直径大于 5 cm 的多。此外,本组结果显示,数字断层融合和 DR 对不同直径结节的检出率有所不同,尤其对直径 5~10 mm 的结节数字断层融合技术检出率显著高于 DR,此结果与文献报道的结果一致^[10]。可见,数字断层融合可以明显提高对 5~10 mm 直径结节的检出率。

DR 不能发现结节的原因,多为由于解剖结构的重叠,使位于纵隔后、心影及膈肌重叠处的结节密度分

辨力受到影响,此外一些密度较淡、在 CT 上呈现磨玻璃密度的结节在 DR 上亦不能显示。

与传统的 DR 平片比较,数字体层融合的主要优势在于减少重叠,排除解剖结构的干扰,从而增加了病变检出的敏感度,尤其以直径小于 10 mm 的结节病灶为著。本组资料显示,相对于 DR 而言,数字断层融合发现结节的敏感度较高。同时,在对于磨玻璃密度结节的检出上,DTS 明显优于 DR,甚至基本接近于 CT (14/16,87.50%)。不能被显示的结节的位置为接近前、后胸壁处,由于肋骨的干扰而影响其观察,密度极低的磨玻璃密度结节也是漏诊的原因之一。此外,DTS 常常因左心缘旁搏动伪影而影响其对结节的观察。在数字断层融合技术中,我们通过观察发现,不同的后处理算法对结节的观察可能会有一定的影响。

DTS 在显示胸壁结构上也有其特点,有 2 例未能纳入本次研究的病例显示,DR 上可见结节,而 CT 显示肺野内未见明显病灶,经 DTS 检查证实为 DR 上所见的结节为肋骨骨岛重叠影所致。可见,DTS 可经冠状面直观连续的显示肋骨,从而克服 DR 上解剖结构重叠较多以及 CT 的轴位图像的不连续性的弊端,对一些可疑肺内结节的鉴别在某种程度上有一定的价值。

DTS 作为一种较新的 X 线断层技术,相对于普通的胸部 DR 技术,其空间分辨力较高,可以使患者在接受相对较低的剂量的情况下,获得对胸部结节的较高的敏感度,可作为胸部 X 线平片的较好的补充检查手段,并可作为患者胸部较小结节病灶的随访观察手段。但是,由于 DTS 多采用冠状面观察,需要阅片医师对冠状面断层解剖有相当的了解。

参考文献:

- [1] Stitik FP, Tockman MS. Radiographic screening in the early detection of lung cancer[J]. Radiol Clin N Am, 1978, 16(3): 347-366.
- [2] 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.
- [3] Yan H, Godfrey DJ, Yin FF. Fast reconstruction of digital tomosynthesis using on-board images[J]. Med Phys, 2008, 35(5): 2162-2169.
- [4] James T, Dobbins III, H Page McAdams. Digital tomosynthesis of the chest[J]. J Thorac Imaging, 2008, 23(1): 86-92.
- [5] Dobbins JT III, Godfrey DJ. Digital X-ray tomosynthesis: current state of the art and clinical potential[J]. Phys Med Biol, 2003, 48(19): R65-R106.
- [6] Godfrey DJ, McAdams HP, Dobbins JT III. Optimization of matrix inversion tomosynthesis (MITS) impulse response and modulation transfer function characteristics for chest imaging[J]. Med Phys JT, 2006, 33(3): 655-667.
- [7] Bliznakova K, Kolitsi Z, Speller RD, et al. Evaluation of digital breast tomosynthesis reconstruction algorithms using synchrotron radiation in standard geometry[J]. Med Phys JT, 2010, 37(4): 1893-903.
- [8] Duryea J, Dobbins JT 3rd, Lynch JA. Digital tomosynthesis of hand joints for arthritis assessment[J]. Med Phys, 2003, 30(3): 325-333.
- [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.
- [10] James TD, McAdams HP, Song JW, et al. Digital tomosynthesis of the chest for lung nodule detection: interim sensitivity results from an ongoing NIH-sponsored trial[J]. Med Phys, 2008, 35(6): 2554-2557.

(收稿日期:2010-05-26 修回日期:2010-09-21)

《骨科》杂志稿约

《骨科》杂志为专业性医学学术期刊,属于全国正式期刊,由华中科技大学同济医学院附属同济医院主办,华中科技大学同济医学院附属同济医院骨科陈安民教授担任主编,编委会由全国著名骨科专家组成(编委原则上要求学术地位是博士生导师)。国内外公开发行人,CN 42-1799/R。本刊现为《中国学术期刊综合评价数据库》统计源刊,并被《中国生物医学期刊引文数据库—CMCI》、《中文科技期刊数据库》、中国生物医学文献数据库、《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中国生物学文摘》、《中国学术期刊(光盘版)》、“中文生物医学期刊文献数据库—CMCC”、“中国期刊网”、《万方数据-数字化期刊群》等收录。在北美(哈佛大学、耶鲁大学)、西欧(德国、法国)、东南亚(日本、新加坡、台湾)等地区有广泛影响。在各位领导和国内外众多专家、同道的支持下,我们将致力于将它打造成国内一流的骨科专业学术期刊。

本刊由原《华中医学杂志》改名而成,《华中医学杂志》历史悠久,由原医学泰斗裘法祖教授于 1964 年创刊,有较高的学术价值和国内外影响力。本刊宗旨:坚持贯彻党的卫生工作方针政策,介绍骨外科学及其相关领域的临床新进展、新技术、新方法,推动与骨科临床密切相关的基础理论研究,促进国内外骨科学术交流。该刊以广大骨科医生及从事与骨科工作有关人员为读者对象。2010 年第一期出版创刊号,主要设有论著、经验介绍、实验研究、专家述评、专家笔谈、临床病例(理)讨论、综述、讲座、短篇报道等栏目。《骨科》面向全国,欢迎全国各地作者踊跃投稿。

来稿请寄:430030 武汉市解放大道 1095 号(同济医院内)《骨科》编辑部

联系电话:027-83662649(办公室) 手机号:15827054769(何老师) 15307113578(徐老师)

邮箱:orthopaedics2009@163.com(请勿寄给个人)

《骨科》编辑部