维普资讯 http://www.cqvip.com

论 著 文章编号:0253-3626(2007)07-0686-03

双能量减影胸部成像模拟肺部病变检出的实验研究

曾勇明[1],张志伟[1],梁开运[2],金 瑞[1]

(1.重庆医科大学附属第一医院放射科,重庆 400016;2.第三军医大学新桥医院放射科,重庆 400037)

【摘 要】目的:评价双能量减影胸部成像在检出模拟肺部病变中的价值。方法:在仿真胸部体模中放置模拟网状、线状和结节病变结构,对其实施数字 X 线摄影(DR)的双能量减影成像。采集 DR 胸片、能量减影的软组织和骨骼胸部图像,4 位放射医师分别对这 3 幅图像进行阅片评分,所有数据采用配对资料 t 检验进行统计学分析。结果:模拟网状、线状及大结节(直径≥1cm)结构在 DR 胸片和双能量减影胸片体模图像中,可见度两者无显著性差异($P>0.05$)。小结节(直径 <1cm)模拟结构的两种成像方法比较,可见度有显著性差异($P<0.05$)。结论:双能量减影胸部成像具有较高的敏感性,对肺部低对比小结构病变的检出率更高。

【关键词】数字 X 线摄影;双能量减影;模拟病变;胸部体模

【中国图书分类法分类号】R814.3 【文献标识码】A 【收稿日期】2006-11-21

The experimental study of the dual-energy subtraction chest radiography in detection of simulated pulmonary lesion

ZENG Yongming, et al

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

【Abstract】*Objective*: To assess the value of the dual-energy subtraction chest radiography in detection of simulated pulmonary lesion. *Methods*: Simulated reticular, linear, and nodular structures were located in an anthropomorphic chest phantom and were performed with chest digital radiography dual-energy subtraction imaging. Four radiologists reviewed chest digital radiography, dual-energy subtraction soft-tissue and bone images. We generated all detection datas. The paired t-test were performed for statistical analysis. *Results*: There was no statisticaly difference between chest digital radiography and dual-energy subtraction imaging in the visibility of simulated reticular, linear, and big nodular (diameter ≥ 1cm) structures ($P>0.05$); however, dual-energy subtraction imaging was superior to chest digital radiography in detection small nodular (diameter < 1cm) structures ($P<0.05$). *Conclusion*: Dual-energy subtraction imaging has higher sensitivity and is superior to digital radiography in detection of pulmonary low-contrast and small structure.

【Key words】Digital radiography; Dual-energy subtraction; Simulated lesion; Chest phantom

双能量减影成像(Dual-energy subtraction imaging)是胸部数字 X 线摄影(Digital radiography, DR)的一种高级临床应用技术,能为胸部疾病的诊断提供更多有用的信息。为了探明双能量减影技术对肺内疾病检出的敏感性,笔者运用胸部体模和模拟病变结构进行双能量减影成像实验研究,对这一新技术的临床应用价值进行评价和分析。

1 材料与方法

1.1 实验模型设计

成都方拓仿真技术有限公司提供的 CDP-1C 中国成人男性胸部体模。胸廓前后径中心线处无损切割为前、后两个冠状面。按上、中、下肺野,内、中、外带,将一侧胸部分为 9 个区域。模拟 3 种类型肺内病变结构的材料及在胸部体模内的放置方法:①网状结构用侵泡对比剂优维显 370 的 2cm × 2cm 大小的纱布来模拟;3 个网状结构分别布于右肺的上野、下野和左肺的中野。②线状结构用 4cm 长的丝线侵泡对比剂优维显 370 来模拟;八条分两组的线状结构分别布于右肺中野和下野。③结节性病变用直径 4~14mm 的半球形蜂蜡模拟,一组计有直径 4mm、5mm、6mm、7mm、8mm、10mm、11mm、12mm 和 14cm 共 9 个结节,即小结节(直径 < 1cm)5 个,大结节(直径≥1cm)4 个。不以直径大小,按已知顺序分别布于双肺上野、右肺中野和左肺下野,共 3 组 27 个结节,其中大结节 12 个、小结节 15 个。

1.2 成像方法

使用 GE 公司的 Revolution XR/d 型 DR 系统,碘化铯闪烁体 + 非晶体硅平板探测器,像素大小 0.2mm × 0.2mm,探测

作者介绍:曾勇明(1963-),男,副教授,
主要研究方向:数字图像处理技术。

基金项目:重庆市卫生局科研项目(05-2-198)。

维普资讯 http://www.cqvip.com

器成像尺寸 41cm×41cm,配以 65KW 高频 X 线机。用立式胸片架进行后前位胸部成像,双能量曝光(高能量 130kV,低能量 60KV),一次可获得 3 幅图像,分别为 DR 胸片、双能量减影的软组织影像和骨骼影像。见图 1,2,3。

1.3 阅片方法

在 3MP 日本 EIRO 高分辨显示器上,以软阅读形式评价图像。将 DR 胸片图像为一组观察对象,减影后的两幅图像为另一组观察对象。由我科 4 位副教授职称的医师分别对两组图像进行评价。在正式试验前,让每位阅片者熟悉评分方法、试验模式。图像按模拟病变种类编号,以随机顺序排列评价。

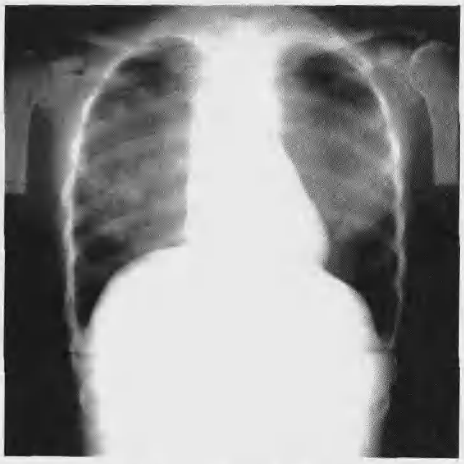


图 1 DR 胸片图像

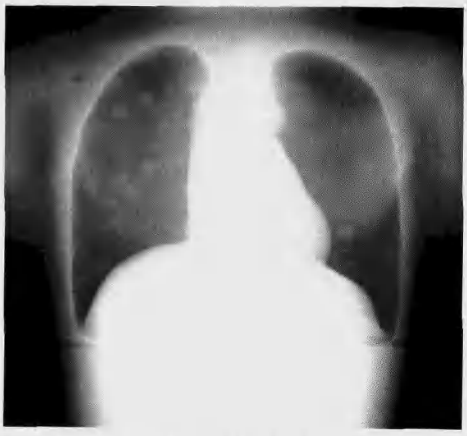


图 2 双能量减影胸部软组织图像

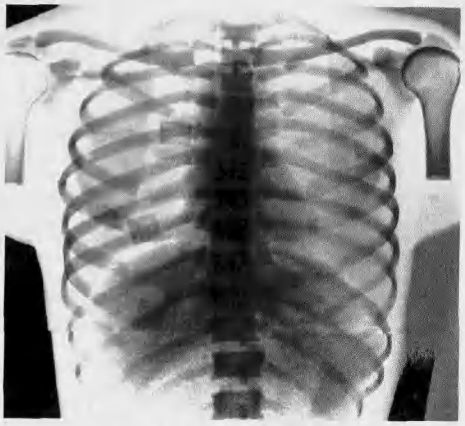


图 3 双能量减影胸部骨骼图像

1.4 图像评价

模拟网状结构和线状结构采用国际通用的 5 级记分法,阅片者回答观察区域内的 2 种模拟结构的显示,即肯定有、可能有、不清楚、可能没有和肯定没有,分级标准见表 1。

表 1 5 级记分法影像表现的定义

分值	分级	影像表现
5	肯定有	模拟病变结构细节清晰可见
4	可能有	模拟病变结构可见但细节不够清晰
3	不清楚	模拟病变结构特征可见,无法判断影像细节的存在
2	可能没有	未见模拟病变结构影像特征,可能不存在
1	肯定没有	明显不存在模拟病变结构

模拟结节结构评价方法与前者不同,我们给阅片者一张概要的肺部图,要求他们在 DR 胸片和能量减影胸片影像中发现显示清楚的结节,在肺部图纸上标注确切的位置。把阅片者在肺部图上的记录与真实体模中位置对照,即计算出每位阅片者对模拟结节影像显示的评价结果。

1.5 统计学方法

记录阅片评价后的数据。这些实验数据以平均值±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,用两组数据配对资料 t 检验进行统计分析,$P<0.05$ 被认为差异有显著性。采用 SPSS12.0 统计学软件进行处理。

2 结 果

模拟网状结构和模拟线状结构在 DR 胸片和双能量减影胸片体模影像中,可见度两者无显著性差异($P>0.05$)。大结节(直径≥1cm)在 DR 胸片和双能量减影胸片体模影像中,12 个全部可见;小结节(直径<1cm)在 DR 胸片和双能量减影胸片体模影像中,可见度两者有显著性差异($P<0.05$)。见表 2~4。

表 2 DR 图像与双能量减影图像模拟网状结构显示评分的比较($\bar{x}\pm s$)

	DR 图像	能量减影图像	P 值
网状结构图像质量评分	4.67±0.50	4.78±0.44	>0.05

表 3 DR 图像与双能量减影图像模拟线状结构显示评分的比较($\bar{x}\pm s$)

	DR 图像	能量减影图像	P 值
线状结构图像质量评分	4.67±0.82	4.83±0.41	>0.05

表 4 大小结节在 DR 图像与双能量减影图像中显示个数的比较($\bar{x}\pm s$)

模拟结节	DR 图像	能量减影图像	P 值
大结节(直径≥1cm)	12	12	
小结节(直径 < 1cm)	10.75±0.50	14.25±0.50	< 0.05

维普资讯 http://www.cqvip.com

3 讨 论

双能量减影成像技术连续使用两个不同的管电压(60kV、130kV)曝光,取得不同光密度分布的两幅图像,两幅图像加权相减,分别得到骨骼或软组织单一结构分布的图像。本研究所用设备,1 次检查后自动进行图像处理和运算, 同时得到 3 幅图像,即 DR 图像、减影后的骨骼图像及软组织图像。本研究利用成人男性胸部体模,内置 3 种类型肺部模拟病变结构,进行 DR 的双能量减影检查,分析 DR 图像和双能量减影图像中模拟病变的可见程度, 从而评价双能量减影在胸部检查中的应用价值。

本研究结果,网状结构和线状结构在体模中的可见度,DR 图像与双能量减影图像比较,两者没有显著性差异($P>0.05$)。这是因为实验模拟的网状结构(2cm×2cm)和线状结构(4cm 长)具有一定的尺寸和密度, 而 DR 有优于传统摄影和 CR 的优势,如 DR 的强大的质量控制模块和后处理技术保证了图像质量的稳定性[1]。DR 通过动态范围控制技术处理图像,实现影像组织均衡地显示,使其具有适当的密度和对比度,增加影像细节的可视度。因此对上述结构的显示,DR 与双能量减影技术比较,差异性没有统计学意义,间接地证明双能量减影技术对肺部纤维性病变的探测无明显的优势。

在医学影像学的分类中,大于 3cm 的致密影称为团块,小于 3cm 的致密影称为结节[2]。在 DR 出现之前,常规 X 线检查一直无法提高肺内小结节的检查率,DR 与传统 X 线摄影相比,结节性病变的检出率明显提高[3,4]。郭雪梅等通过胸廓外放置模拟结节的方法, 应用双能量减影胸片评价胸部结节性病变,提出双能量减影技术对胸部结节性病变的检出能力高于常规 DR 胸片[5]。本研究的实验设计,采用在人体标准胸部体模内放置模拟结节病变,更能反映 X 线摄影学的几何投影原理和结节性病变在肺内的真实情况。

本实验结果,12 个大结节(直径≥1cm)在体模中,DR 图像与双能量减影图像 4 位阅片者都准确地辨认出。15 个小结节(直径<1cm)在体模中的显示,DR 图像上,4 位阅片者最多观察到 11 个, 最少观察到 9 个,观察到的最小结节为 5mm;在双能量减影图像上,4 位阅片者最少也观察到 14 个, 观察到的最小结节为 4mm,DR 图像与双能量减影图像比较,两者的可见度有显著性差异($P<0.05$)。证明对小结节性病变的检出率,双能量减影技术高于 DR。低密度的微小结节影像在双能量减影技术产生的软组织图像上能被阅片者识别出,是由于软组织图像减去了骨骼等背景组织的"结构噪声",使肺野显示更加清晰。

同时产生的骨骼像对于各种肋骨病变诊断很有价值,被认为在用于诊断肋骨骨折和破坏性病变方面有较高的应用价值[6,7]。另外,双能量减影对于胸部异常钙化病变检查[8]和心脏冠状动脉钙化诊断[9]方面亦有一定的价值。需要说明的是多层螺旋 CT、HRCT 被认为是检出肺内小结节病变的理想检查方法, 而双能量减影胸部成像的优势是操作简便、快捷和检查费用低,因此是值得推荐的检查方法。

总之, 双能量减影技术具有较高的敏感性,对肺内低对比小结构的检出率很高。双能量减影成像对许多疾病诊断的潜在价值还有待进一步研究。

(致谢:四川大学制造科学与工程学院林大全教授、第三军医大学新桥医院邹利光教授对本课题给予无私的帮助。)

参 考 文 献

[1] 林建华,陈德基,陈焱焱,等.数字 X 线摄影和计算机 X 线摄影的应用比较与评价[J].中国医学计算机成像杂志,2004;10(2):136-138.

[2] 马 骏,朱晓华,孙希文,等.结节病肺部改变的 CT 征象分析[J].中华放射学杂志,2006;40(9):923-927.

[3] Tian SP,Zhang YQ,Ye HJ,et al.Clinical application of DR technology in patients with severe acute respiratory syndrome[J].Chin J Med Imagin Techol,2003;19(7):814-816.

[4] 段 刚,陈卫国,王江云,等.数字化放射成像与普通 X 线诊断肺内结节单发结节的 ROC 曲线评价[J].第一军医大学学报,2003;23(6):621-623.

[5] 郭雪梅,宋鲁新,李玉琦,等.应用双能量数字减影胸片评价胸部结节性病变:ROC 曲线分析 [J]. 中国医学影像技术,2004;20(6):938-940.

[6] 余建明,雷子乔,孔祥闯.DR 双能量减影的肋骨成像与胸部成像的对比研究[J].中华放射医学与防护杂志,2006;26(4):399-341.

[7] Kido S,Ikezoe J,Naito H,et al.Clinical evaluation of pulmonary nodules with single exposure dual energy subtraction chest radiography with an iterative noise-reduction algorithm[J].Radiology,1995;194(2):407-412.

[8] Frank F,Torsen F,Rainer R,et al.Dual-energy chest radiography with a flat-panel digital detector:revealing calcified chest abnormalities[J].AJR,2003;181(12):1519-1524.

[9] Robert C,R.D.Novak,Peter S.Digital radiography with dual-enerry subtraction:improved evalution of cardiac calcification[J]. AJR,2004;183(11):1233-1238.