

高分辨率小型数字平板在新生儿床边胸部数字X线成像中的应用研究

潘慧红^{1a}, 胡立伟^{1a}, 段海波², 周宇^{1a}, 曹少平^{1b}, 钟玉敏^{1a}

1. 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 a. 放射科; b. 设备科, 上海 200127;

2. 上海奕瑞光电子科技股份有限公司 临床部, 上海 201206

[摘要] 目的 本研究使用国产最新的高分辨率小型数字平板研究低剂量前提下优化新生儿胸片图像质量的可能性。方法 前瞻性入组2020年6至10月在本院新生儿监护室怀疑肺部感染的63例患儿, 年龄0~1月。其中28例新生儿(男16例, 女12例)纳入实验组, 35例新生儿(男24例, 女11例)纳入对照组。使用奕瑞Mars1012V高分辨率小型数字平板和DRX 2530C数字平板比较图像质量。结果 主观评价中, 两个观察者在实验组和对照组的主观评分没有统计学差异(0.749 vs. 0.766), 且两个观察者之间的一致性很好(Kappa=0.86 vs. Kappa=0.82)。客观评价中, ROI_{空气}, ROI_{气道}, ROI_{胸椎}在两组之间没有统计学差异。在ROI_{软组织}, ROI_{左肺}, ROI_{右肺}, 实验组的信噪比和对比噪声比都优于对照组, 差异有统计学意义(P<0.001)。结论 控制辐射剂量的前提下, 高分辨率小型数字平板可有效提高新生儿床边数字X线的图像质量, 并有广泛的推广和应用前景。
[关键词] 高分辨率小型数字平板; 床边数字X线; 图像质量; 新生儿

Application of High Resolution Small Digital Flat Panel in Digital X-Ray Imaging of Neonatal Bedside Radiography

PAN HuiHong^{1a}, HU Liwei^{1a}, DUAN Haibo², ZHOU Yu^{1a}, CAO Shaoping^{1b}, ZHONG Yumin^{1a}

1. a. Department of Radiology, b. Department of Equipment, Shanghai Children's Medical Center, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200127, China; 2. Clinical Department of Shanghai iRay Technology Ltd., Shanghai 201206, China

Abstract: Objective To optimize the image quality of neonatal chest X-ray using the latest high-resolution small digital tablet. Methods A total of 63 children with suspected pulmonary infection in the neonatal intensive care unit of our hospital from June to October in 2020 were prospectively enrolled (aged 0-1 month). Among them, 28 newborns (16 males and 12 females) were included in the test group, and 35 newborns (24 males and 11 females) were included in the control group. The image quality was compared between AIRRAY Mars1012V high resolution small digital flat panel and DRX 2530C digital imaging plate system. Results In the subjective evaluation, there was no significant difference in the subjective scores between the two observers in the test group and the control group (0.749 vs. 0.766), and the consistency between the two observers was good (Kappa=0.86 vs. Kappa=0.82). In objective evaluation, there was no significant difference in ROI (air, airway and thoracic vertebrae) between the two groups. In ROI_{soft tissue}, ROI_{left lung} and ROI_{right lung}, the signal-to-noise ratio and contrast noise ratio of the experimental group were better than those of the control group, with significant differences (P<0.001). Conclusion Under the premise of radiation dose control, high-resolution small digital plate can effectively improve the image quality of newborn bedside digital X-ray and has a wide range of promotion and application prospects.

Key words: high resolution small digital flat panel; neonatal chest X-ray; image quality; newborn

[中图分类号] R561; R814

[文献标识码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2021.10.040

[文章编号] 1674-1633(2021)10-0173-04

引言

当前, 儿童胸部疾病仍以X线平片作为首选检查方法^[1]。每年, 我国接受X线检查者达2.45亿人次以上^[2]。其中, 新生儿床边胸部数字X线是诊治过程中一项不可缺少的指标, 以了解患儿的心肺情况^[3-4], 其摄片流程和方法是临床检查中常见的难点。新生儿胸壁薄脂肪软组织多,

相对肺组织少, 肺含气量小, 心胸比例远大于成人, 软组织与气体的天然对比度较差^[5], 同时, 新生儿不能自主屏气, 依从性较差且易哭闹、不配合, 检查中多用沙袋固定后摄片^[6]。这些不利因素导致新生儿床边胸部X线检查难度系数较大, 摄片的图像质量明显下降。随着国内平板技术的研发进展, 已实现非晶硅技术实现高分辨率小型数字平板的定制。因此, 本研究的目的是使用最新国产高分辨率小型数字平板, 探讨硬件应用对于优化新生儿床边胸片图像质量的价值, 旨在提高图像质量的同时简化摄片操作流程

收稿日期: 2020-12-29

基金项目: 上海市科学技术委员会重点项目(17DZ1930505)。
通信作者: 曹少平, 高级工程师, 主要研究方向为X线影像技术。
通信作者邮箱: caoshaoping@scmc.com.cn

程,针对安置在暖箱内的早产儿及不可随意搬动危重患儿可置于暖床下检查,在低剂量的摄片条件下能够为新生儿的胸部疾患诊断提供精准的影像摄片诊断信息。

1 资料与方法

1.1 临床资料

前瞻性随机入组 2020 年 6~10 月在本院新生儿监护室怀疑肺部感染的 63 例患儿,年龄 0~1 月。其中 28 例新生儿(男 16 例,女 12 例)纳入实验组,35 例新生儿(男 24 例,女 11 例)纳入对照组,纳入者家属签订知情同意书。

1.2 检查方法

研究采用泰克威 TMB-300rdr 的移动床边 X 线机,摄片距离 60~70 cm,管电压 50 kV,管电流 0.5 mA 进行床边胸片检查。实验组使用奕瑞 Mars1012V 高分辨率小型数字平板,具体参数如下:尺寸 250 mm×300 mm;像素:125 μ m;分辨率 4 lp/mm;转化时间 6 s;后处理软件型号 IRay DR,对新生儿图像进行降噪、边缘增强、锐化,对比度提升等后处理。对照组使用 DRX 2530C 数字平板,具体参数如下:尺寸:250 mm×300 mm;像素:139 μ m;分辨率:3.6 lp/mm;后处理软件 V5.6,同样对图像进行降噪、边缘增强、锐化,对比度提升等后处理。

1.3 图像主观评价

数字 X 线胸片拍摄完毕传入 PACS 系统,由两名经验丰富的医生采取双盲法对两组新生儿胸片质量进行分析评价。评价按照《全国放射科(Quality Assurance, QA) Quality Control, QC) 学术研究会纪要》制定的标准^[7]对图像质量进行主观评分。评估标准为气管和支气管显示、双肺纹理清晰度、心影后和膈肌显示清晰度、对比度和噪声水平、椎体等 5 项。每项满意得 1 分,不满意 0 分,总分 5 分,图像评分越高则图像质量越好。

1.4 图像客观评价

使用 Image J 后处理软件评价实验组和对照组的图像质量。分别测量 6 组图像中的噪声、信号强度和信噪比(Signal to Noise Ratio, SNR) 和对比噪声比(Contrast to Noise Ratio, CNR)。具体方法为在图 1 中,选定空气、软组织、气道,左右肺,椎体分别测量信号强度和噪声,测量时设置感兴趣区(Range of Interest, ROI) 面积为 0.1~0.5 mm²。重复测量 3 次取平均值。CNR 的计算公式为 CNR=|感兴趣区信号强度-背景组织信号强度|/SD,背景噪声的平均值为空气信号强度的噪声,SD 指背景噪声,为空气信号强度的标准差。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析。计算 6 个感兴趣区信号强度以及噪声的平均值和标准差,并且计算感兴趣区的 SNR 和 CNR。使用 Kappa 检验对不同观察者比较两组数据的一致性。比较两组数据间的正态分布数据,用独立 *t* 检验;比较非正态分布数据,用连续变量的 Mann-Whitney U 检验。*P*<0.05 表示有统计学意义。

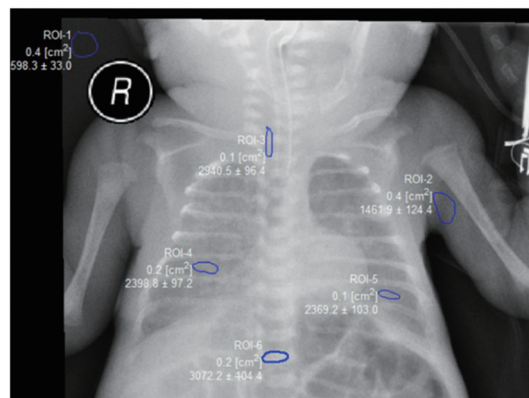


图1 高分辨率小型数字平板对新生儿胸片的客观评价方法
注:图中感兴趣区ROI1为空气;ROI2为软组织;ROI3为气道;ROI4为右肺纹理;ROI5为左肺纹理;ROI6为椎体。

2 结果

主观评价中,两个观察者在实验组和对照组的主观评分没有统计学差异(0.749 vs. 0.766),且两个观察者之间的一致性很好(Kappa=0.86 vs. Kappa=0.82,表1)。客观评价中,ROI_{空气},ROI_{气道},ROI_{胸椎}在两组之间没有统计学差异。在ROI_{软组织},ROI_{左肺},ROI_{右肺},实验组的信噪比和对比噪声比都优于对照组且有统计学差异(*P*<0.001,表2)。

表1 主观评价图像质量(分)

项目	实验组	对照组	<i>P</i> 值
观察者1	4.78 ± 0.42	4.83 ± 0.38	0.749
观察者2	4.82 ± 0.39	4.80 ± 0.41	0.766
Kappa 值	0.86	0.82	

3 讨论

普通胸部 X 线平片由于价格低廉、检查方便,是目前应用最广泛的儿童胸部影像学检查方法^[8-9]。本研究中,固定焦片距为 60~70 cm 这样可以通过距离的缩短减少 X 线能量从而保证使用较短的曝光时间,减少呼吸运动对影像质量的影响。儿童胸部摄影由于儿童依从性较差,无法进行呼吸训练,运动模糊是造成重拍^[10]的重要原因,儿童受照剂量就会成倍增长影响其生长发育^[11-12],所以新生儿摄影原则为高 mA、短时间,摄片时应尽量降低 mAs。王宪凯等提出使用 70~80 kV 管电压用于 1 岁以内新生儿床边摄片,可降低皮肤表面辐射剂量^[13]。但 70~80 kV 管电压用于 1 岁内新生儿会因其生理特点及个体差异产生图像质量下降,出线量较低造成部分病例图像的对比度降低、量子噪声水平增大^[14]。曝光时间越短,运动模糊产生的概率也会越小,大大降低了重拍率,相应的来说患儿所受的辐射剂量也减少了^[15]。在本次研究中,我们对两组病例均采用 50 kV、0.5 mAs 进行摄片,确保相对低剂量的前提下评价高分辨率小型数字平板组的图像质量。因高分辨率小型数字平板在参数上有了较大的提高和改进,具有 125 μ m 的像素间距,其具有的高分辨率使影像细节探测力上升,成像品质细腻清晰,同时足够的空间分辨率对于图像后处理的能力大大提高。

表2 客观评价图像质量

测试点	实验组	对照组	t值	P值
ROI 1 空气				
信号强度	26.28 ± 6.11	24.69 ± 6.40	17.2	0.597
噪声	1.81 ± 1.64	1.99 ± 0.85	2.18	0.623
信噪比	14.39 ± 4.35	13.86 ± 4.62	4.913	0.417
ROI 2 软组织				
信号强度	165.92 ± 38.78	79.06 ± 27.65	10.37	<0.001
噪声	4.13 ± 1.62	6.01 ± 1.78	4.54	<0.001
信噪比	47.31 ± 22.39	13.65 ± 5.49	8.59	<0.001
对比噪声比	16.93 ± 12.90	9.38 ± 4.92	6.53	<0.001
ROI 3 气道				
信号强度	150.47 ± 21.07	142.01 ± 21.33	1.576	0.248
噪声	6.14 ± 1.89	6.25 ± 1.63	0.24	0.844
信噪比	27.52 ± 11.63	24.69 ± 9.44	1.06	0.291
对比噪声比	18.65 ± 6.45	20.48 ± 8.36	2.58	0.383
ROI 4 右肺纹理				
信号强度	165.52 ± 29.61	116.29 ± 23.79	5.16	<0.001
噪声	4.04 ± 1.45	5.46 ± 0.89	4.723	<0.001
信噪比	45.53 ± 15.97	21.86 ± 5.84	7.96	<0.001
对比噪声比	21.58 ± 10.21	17.22 ± 5.06	1.89	0.031
ROI 5 左肺纹理				
信号强度	163.74 ± 23.22	119.77 ± 29.01	4.72	<0.001
噪声	3.53 ± 0.86	5.66 ± 1.26	6.97	<0.001
信噪比	49.24 ± 14.86	22.41 ± 10.92	9.51	<0.001
对比噪声比	26.14 ± 10.25	17.85 ± 10.37	6.79	<0.001
ROI 6 胸椎				
信号强度	98.63 ± 39.88	198.35 ± 14.63	14.51	<0.001
噪声	4.75 ± 1.98	5.04 ± 1.78	2.81	0.544
信噪比	24.74 ± 14.35	44.59 ± 16.48	7.36	<0.001
对比噪声比	39.45 ± 14.61	39.09 ± 14.78	0.36	0.928

本研究中发现实验组和对照组的主观评分没有统计学差异,证明使用高分辨率小型数字平板的图像质量可以满足临床诊断标准。与此同时,实验组在软组织、肺部组织的信噪比和对比噪声比优于对照组。在同样的曝光条件下对于新生儿胸部感染的诊断征象明显,因其对肺纹理的清晰显示可充分显示胸部病变时肺纹理增多模糊紊乱,高对比度可显示肺野内是否出现小斑点实变,心影后或横膈边缘的病变也可显示,证明高分辨率平板确实可以在满足临床应用时尽可能地降低辐射剂量^[16],又在同类产品中有较高的图像质量,为临床的诊断和治疗提供重要的依据。

高分辨率小型数字平板尺寸非常适合本院新生儿的暖箱外摄片,除去曝光范围内的常规异物,对于患儿的移动减少,对其摆位相对舒适,安静状态下完成检查可提高摄片成功率,减少因重拍带来的辐射,特别是小年龄患儿对射线敏感度高^[17-18],同时也提高了技师的工作效率^[19]。

4 结论

在控制辐射剂量的前提下,高分辨率小型数字平板可有效提高新生儿床边胸片的图像质量,同时也以小巧方便的体积满足暖箱内新生儿及早产儿胸片投照的特殊需求,在暖箱床下的摄片可避免患儿的搬动接触造成的交叉感染风险,因此具有广泛的推广和应用前景。

[参考文献]

- [1] Alejo L,Corredoira E,Sánchez-Muñoz F,*et al.*Radiation dose optimisation for conventional imaging in infants and newborns using automatic dose management software: an application of the new 2013/59 EURATOM directive[J].*Br J Radiol*, 2018,91(2):201-202.
- [2] 赵建设,崔若棣,宋丹,等.儿童床边摄影技术及优缺点分析[J].中国辐射卫生,2013,22(3):371.
- [3] 张斌,胡志海,佟硕,等.基于iPad的可视化床旁机在新生儿重症监护室X线检查中的应用价值[J].中国医疗设备,2020,35(10):122-125.
- [3] 暴忠坤,潘芝梅.500例新生儿CR床边X线摄影的质量分析[J].医疗装备,2011,24(7):27-28.
- [4] 李竹强.小儿胸部滤线器摄影[J].实用放射学杂志,2005,21(11):1127.
- [5] Frush DP.Radiation, thoracic imaging, and children: radiation safety[J].*Radiol Clin North Am*,2011,49(5):1053-1069.
- [6] 岑人丽,曾庆思,宋玉全,等.直接数字摄影系统图像的质量控制[J].中国医学影像学杂志,2006,14(2):141-143.
- [7] Leaver T,Johnson B,Lampard J,*et al.*The risks following the exposure to radiation associated with the surgical correction of limb deformities in children are minimal[J].*Bone Joint J*, 2019,101-B(3):241-245.
- [8] 彭春玲,张梦龙,张翼.婴幼儿常见体位数字摄影中辐射剂量的调查研究[J].中国辐射卫生,2017,26(4):418-420.
- [9] Al-Murshedi S,Hogg P,Meijer A,*et al.*Comparative analysis of radiation dose and low contrast detail detectability using routine paediatric chest radiography protocols[J].*Eur J Radiol*,2019(113):198-203.
- [10] 刘道永,彭芸.小儿胸部CRX线摄影优化剂量探讨[J].中华放射医学与防护杂志2010,30(3):56-58.
- [11] 王国亮,胡茂能,含笑.浅谈小儿DR胸片的质量控制和辐射剂量[J].安徽医学,2012,33(2):223-225.
- [12] 王宪凯,李海亮,陈英民,等.儿童胸部DR摄影条件优化的临床应用分析[J].医学影像学杂志,2020,30(1):120-123.
- [13] 余春丽,黄洪磊,杨华财.新生儿床边胸部计算机X射线摄影及辐射防护探究[J].现代医用影像学,2021,30(5):903-905.
- [14] Precht H,Tingberg A,Waaler D,*et al.*New developed DR detector performs radiographs of hand, pelvic and premature chest anatomies at a lower radiation dose and/or a higher image quality[J].*J Digit Imaging*,2014,27(1):68-76.
- [15] 赵红兰,平杰,吴笑松,等.婴幼儿胸部DR摄影千伏对辐射效能和图像质量的影响[J].实用放射学杂志,2012,28(8):1270-1273.
- [16] Kirpalani H,Nahmias C.Radiation risk to children from computed tomography[J].*Pediatrics*,2008,121(2):449-450.
- [17] 马国林,王武,张彦彩.儿童螺旋CT低剂量扫描的临床应用[J].

中华放射医学与防护杂志,2011,31(1):111-114.

- [18] Ngan TL,Wong ETH,Ng KLS,*et al.*The enhanced workflow and efficiency of the wireless local area network (wlan)-based direct digital radiography (DDR) portable radiography[J].*J*

上接第152页

and high-pitch-spiral coronary CT-angiography: image quality and radiation exposure[J].*Int J Cardiovasc Imaging*,2019,35(7):1379-1386.

- [14] Nickoloff EL,Dutta AK,Lu ZF.Influence of phantom diameter, kVp and scan mode upon computed tomography dose index[J].*Med Phys*,2003,30(3):395-402.
- [15] Kidoh M,Utsunomiya D,Oda S,*et al.*Validity of the size-specific dose estimate in adults undergoing coronary CT angiography: comparison with the volume CT dose index[J].*Int*

上接第160页

- [14] 康正阳,王可,刘百峰.颈椎保留椎体后壁椎体次全切除减压结合钛笼植骨AO钢板内固定的有限元分析[J].中国组织工程研究,2017,21(11):1723-1729.
- [15] Watson DV,Gandhi AA,Fredericks DC,*et al.*Sheep cervical spine biomechanics: a finite element study[J].*Iowa Orthop J*, 2014,34(34):137-143.
- [16] Xie T,Qian J,Lu Y,*et al.*Biomechanical comparison of laminectomy, hemilaminectomy and a new minimally invasive approach in the surgical treatment of multilevel cervical intradural tumour: a finite element analysis [J].*Eur Spine J*, 2013,22(12):2719-2730.

上接第168页

- [11] 贾永军,贺太平.宝石能谱CT临床应用及研究进展[J].实用放射学杂志,2016,32(5):799-801.
- [12] Li X,Wang X,Yu Y,*et al.*Detection of uric acid depositing in to-phaceous gout using a new dual energy spectral CT technology[J].*J Xray Sci Technol*,2014,22(4):541-549.
- [13] Lim K,Kwon H,Cho J,*et al.*Initial phantom study comparing image quality in computed tomography using adaptive statistical reconstruction and new adaptive statistical iterative reconstruction V[J].*J Comput Assist Tomomgr*,2015,39(3):443-448.
- [14] De Marco P,Origgi D.New adaptive statistical iterative reconstruction ASiR-V: assessment of noise performance in comparison to ASiR[J].*J Appl Clin Med Phys*,2018,19(2):275-286.
- [15] 金玉莲,张祥,孙金磊,等.能谱CT在胆囊阴性结石诊断中的价值[J].中外医学研究,2015,13(22):71-73.
- [16] 韩文艳.CT能谱成像的基本原理与临床应用优势[J].中国医疗设备,2015,30(12):90-91.
- [17] 杨创勃,贾永军,于勇,等.宝石能谱CT在检出胆囊阴性结石

Digit Imaging,2015,28(3):302-308.

- [19] 杜其聪,杨承欢,罗春材.2种平板探测器在床旁摄影的临床应用对比研究[J].医疗卫生装备,2016,37(1):71-73.

本文编辑 皮志超

J Cardiovasc Imaging,2015,31(S2):205-211.

- [16] 徐健,何小龙,方焕新,等.CT冠状动脉成像体型特异性剂量估算值的对比研究[J].中华放射医学与防护杂志,2019,39(7):523-528.
- [17] Angel E,Yaghmai N,Jude CM,*et al.*Dose to radiosensitive organs during routine chest CT: effects of tube current modulation[J].*Am J Roentgenol*,2009,193(5):1340-1345.

本文编辑 崔丽君

- [17] Saito T,Yamamuro T,Shikata J,*et al.*Analysis and prevention of spinal column deformity following cervical laminectomy. I. Pathogenetic analysis of post laminectomy deformities[J].*Spine*,1991,16(5):494-502.
- [18] Yoganandan N,Pintar FA,Stemper BD,*et al.*Level-dependent coronal and axial moment-rotation corridors of degeneration-free cervical spines in lateral flexion[J].*J Bone Joint Surg Am*,2007,89(5):1066-1074.
- [19] 梁卡丽,何其舟,戴贵东. C2、C3椎弓根内倾角范围的MSCT研究及其临床意义[J].中国医疗设备,2019,34(7):87-89.

本文编辑 崔丽君

中的临床应用[J].实用放射学杂志,2015,31(10):1631-1634.

- [18] 贾爱英.宝石CT基物质分离及keV值变化在胆囊阴性结石中应用[J].中国实用医药,2014,9(24):59-60.
- [19] 陈翔,朱庆强,吴晶涛.能谱CT基物质图像结合能谱曲线对痛风早期尿酸盐沉积的诊断价值[J].中华消化病与影像杂志(电子版),2016,6(4):165-169.
- [20] 汪卫兵,陈昌毅,胡新杰,等.单能量成像及能谱曲线对胆囊等密度胆固醇结石的诊断价值[J].临床放射学杂志,2014,33(2):217-220.
- [21] Li H,He D,Lao Q,*et al.*Clinical value of spectral CT in diagnosis of negative gallstones and common bile duct stones[J].*Abdom Imaging*,2015,40(6):1587-1594.
- [22] Yang CB,Zhang S,Jia YJ,*et al.*Clinical Application of dual-energy spectral computed tomography in detecting cholesterol gallstones from surrounding bile[J].*Acad Radiol*,2017,24(4):478-482.

本文编辑 皮志超