

- [13] 赵虎,张强,陈晓. 大学新生入学初心身健康水平及其相关因素[J]. 中国学校卫生,2001,22(3):211-212.
- [14] 张强,陈丽钰,赵虎. 大学生毕业前心身健康水平及其相关因素的研究[J]. 健康心理学杂志,2001,9(2):83-87.
- [15] Brolin Laftman S, Ostberg V. The pros and cons of social relations; an analysis of adolescents' health complaints [J]. Soc Sci Med,2006,63(3):611-623.
- [16] 刘冬莹. 296名知识分子心身健康及职业满意度、生活满意度的相关研究[J]. 中国全科医学,2003,6(12):1009-1011.
- [17] 张理义,曹连生,高柏良,等. 部队驾驶员事故与心身健康水平及其影响因素的研究[J]. 中国心理卫生杂志,1992,6(5):224-225.
- [18] 赵虎. 中国心身健康量表与SCL-90作为筛查工具的应用和适用性比较[J]. 中国行为医学科学,2001,10(2):127-129.
- [19] 刘海莹,吕欣,施红琼,等. 护理干预对老年功能性消化不良患者心身健康作用的对照研究[J]. 解放军护理杂志,2005,22(5):30-31.
- [20] 施建安,张理义,陈方斌,等. 某部官兵登岛演习心理疾病预防研究[J]. 人民军医,2007,50(12):717-718.
- [21] 张理义,王云征,苏宗荣,等. 心理干预对官兵心身及心理健康影响的研究[J]. 人民军医,2007,50(5):249-250.
- [22] 崔淑芳,刘晓辉. 心理教育和训练对维和士兵心身疾病的相关研究[J]. 中国民康医学,2007,19(5):403-404.
- [23] Chandrashekar CR, Math SB. Psychosomatic disorders in developing countries; current issues and future challenges [J]. Curr Opin Psychiatry,2006,19(2):201-206.
- (收稿日期:2008-10-15)
- (本文编辑:孙军红)

野战便携式X线机的研究进展

朱海云,张春阳,柏挺,张永秋

(解放军第85医院,上海 200052)

[摘要] 本文通过文献复习,就我军和外军便携式X线机的历史与使用过程中存在的问题进行系统回顾分析。指出便携式X线机数字化发展的趋势和作用意义,认为野战X线机数字化水平和能力对X线诊断质量、远程医学以至于卫勤保障信息化的影响很大。

[关键词] X线机,便携式;研制;数字化

中图分类号: TH774 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-271X(2009)02-0142-03

1895年德国物理学家伦琴在实验室内利用阴极射线管研究阴极射线时发现了X线。1896年德国西门子公司研制出世界上第一支X线球管。20世纪10~20年代,出现了常规X线机。到20世纪60年代中、末期,已形成了较完整的学科体系。野战用小型X线机的发展历史基本上沿袭了普通X线机的发展历史。80年代以前采用的是传统工频X线机,其工作频率为50~60 Hz,这类机器结构笨重,输出效率低,故障率高。这以后,机器的工作频率向中频和高频技术发展,X线机工作频率的改变带来了结构和性能上质的飞跃。

1 便携式X线机的研制

我国早期自行研制生产的便携式X线机,采用工频设计,整机主要分为X线球管、控制台、机架及机箱几部分,其中有一个体积笨重的自耦变压器,电路结构陈旧、机器结构不合理、整机效能低。输入功

率大,输出功率低,曝光参数的准确性和重复性差,射线量不稳定,散射线强,体积大,不方便携带,展开工作时间长,机械性能差,操作不方便,不适于腰椎、骨盆等身体较厚部位的投照检查^[1]。随着科技的发展,高频逆变技术在X线机领域得到广泛应用。高频X线机的核心就是逆变器及其控制电路,即将工频电源整流成直流,再通过逆变电路,将直流电压变成高频脉冲,提供给变压器,再经整流、滤波,得到高压并提供给X线球管。同时,高频X线机的高压变压器和灯丝变压器可以做得很小,大大减小体积和质量。图像质量比工频X线机的图像质量高;医生和受检者受到X线照射的剂量大大减少;输出射线量增大;输出稳定,可重复性好;实现了操作自动化,如自动曝光、实时监控和监测显示、故障报警等,为数字化、智能化创造了条件^[2-3]。

目前日本、美国、德国等军队的野战X线机都是采用高频技术,因而机器可以做得非常轻巧,效率也

作者简介:朱海云(1971-),女,湖北武汉人,博士,副主任医师,从事影像诊断工作。

非常高,用较小的射线量就能够拍出效果很好的X线片。装备在日本自卫队等一些亚洲国家军队的小型高频X线机机器非常轻巧,携带方便,故障率低,可以开展四肢、胸部、头部、脊椎等全身拍摄。特别适合野战部队在环境比较艰苦、条件简陋的地方使用。但是外军与X线机相配套的机架一直没有很好的解决,至今机架十分笨重,所配外箱体体积庞大,携带运输均不方便。

2 便携式X线机辅助装置的研制或改造

便携式X线机除了组合机头之外,还需配有辅助装置。目前我军配发的X线机使用时安装在一个三脚支架上,对卧位伤员检查时无法进行机头角度的调整。而且携行时需从固定支架上拆卸机头,十分不方便。赵庆军等^[4]设计了一种移动式支架,采用薄壁不锈钢管,总体结构采用可伸缩折叠式。设置了一个可以上下伸缩的垂向支架和一个可以推拉提升的悬臂及斜撑装置。在悬臂的端部设置了可转动连接机头提手的定位件。在垂向支架的底部设置了枢轴和车轮,同时设置了可折叠的支撑腿。但其地表适应性较差,制作成本高。杨利等^[5-6]对三脚支架进行了改进,在原三脚支架的中轴支撑杆下端增加一个固定螺杆,支架3个支脚的伸缩管内各加装1个可伸缩支杆,形成二级伸缩支脚,全部展开后可增加支架整体高度。增加旋钮卡锁,用于固定展开位支杆,保证展开的支杆受力后不会受压而回缩。改进后球管固定牢固,支架整体稳定性增强,收拢后不影响装运。温毅等^[7]研制出一种简易多功能支架,由底座、立柱、横杆、片架及托盘组成,大部分可拆卸后与X线机共同放置在大型医疗箱中保存。潘凡举等^[8]利用一种整体外观为C型臂、T型底座结构的简易摄片装置代替三脚支架,通过移动万向轮确定水平面内定位点,既方便床上、担架病员摄片,又方便立位病员摄片。

3 野战X线数字化技术

国外于1980年将数字化血管减影技术作为首个数字化影像系统引入临床^[9]。同年X线图像也首次用数字化的方式存储下来^[10]。数字化影像的优势为:优异的图像质量和强大的后处理功能;明显降低X线辐射剂量;实现无胶片化;图像传输和资料共享^[11]。野战卫生装备的信息化水平和能力对X线诊断质量、远程医疗以至于卫勤保障信息化的影响很大,外军非常重视发展和装备野战数字化X线诊断

设备^[12-13]。我军现有装备的车载X线机具有影像增强器—电视系统,虽然具有数字化功能,但其空间分辨率低,难以满足精细的X线诊断和远程诊断要求。

目前常规X线诊断的数字化成像技术途径有:

①基于胶片扫描技术的X线胶片数字化扫描仪系统:利用光电转换的原理,使用氦氖激光,通过多面体旋转式反光镜对已有X线胶片进行扫描。同时由快速多路自动跟踪接收器将接收到的光信号转变为电信号,再经过模/数转换器转换计算,将图像资料转变成数字信号资料从而可以存储并再利用。这种方法不适宜做大工作量的数字化转换,影像质量受摄片质量和胶片冲洗质量的影响较大,其数字化程度低^[14-15]。②基于影像增强器电耦合技术(CCD)的间接数字化系统:属于狭义的DR^[16-17],它由影像增强器、电荷耦合器、模/数转换组成,可直接利用现有X线机作为射线发射装置。将X射线信号通过影像增强器在荧光屏上转换成可见光信号,再通过电荷耦合器件作为探测器采集荧光影像并转换成电信号,经模/数转换,计算机处理得到数字化图像。目前这种方式最常见用于数字减影血管造影系统(DSA)。此系统空间分辨率虽然较高,但是仍不能满足精细诊断和远程诊断;且影像增强器视野小,不能满足成人胸片的视野要求。③计算机摄影术(computed radiography, CR)系统:CR与普通X线照片的不同在于采用一种具有特殊荧光物质的影像板取代传统X线胶片接受X线照射,影像板感光后在荧光物质中形成潜影,将带有潜影的影像板置入读出器中用激光束进行精细扫描,其信号经光电转换最终得到数字化图像,可以在荧光屏上观看或进行不同的后处理,也可用激光相机打印成胶片。影像板则经过强光照射消除潜影后再用^[18]。CR的装置包括影像采集部分即影像板,影像扫描部分即读出器及影像后处理和记录部分即计算机、打印机和其他存储介质。影像板与普通胶片一样分成各种不同大小规格。读出器分为多槽自动排列读出处理式和单槽读出处理式,前者可在相同时间内处理更多影像板。凡是符合国际通用影像传输标准DICOM 3.0格式的图像均可以经过网络传输、归档及打印。影响CR系统影像质量的主要因素是IP板。CR的分辨率及操作方便性虽然略逊于DR,但其可满足战伤X线诊断及远程会诊的需求,且其环境适应性也可满足野战环境的要求,另外CR不需要更换X线机设备即可实现现有装备的数字化。美军、欧盟军队都装备了CR系统,其阅读器均为胶辊碾压送进旋转扫描

式,虽然体积小、重量轻,但易使IP板产生磨损。此外这种扫描方式光接收角度偏小,造成动态范围偏小,影像调整范围偏窄,即X线曝光宽容度小。④基于线扫描数字化摄影(digital radiography, DR)系统、基于非晶硅或非晶硒平板探测器的数字化摄影系统及荧光平板-CCD(电耦合器件探测器, charge-coupled device)数字化摄影系统等。线扫描数字化摄像设备利用数字化探测器进行线扫描曝光成像,利用线阵列CCD+荧光晶体技术,电耦合器件探测器与荧光晶体之间直接耦合,缺点是空间分辨率低,必须通过逐行线扫描获得平面图像,扫描成像时间长,对机械结构精度要求高,无法实现动态成像。平板探测器数字化摄影的关键是平板探测器,其核心技术是利用薄膜晶体管工艺把每一个像素信号储存电容和行列矩阵开关及控制和采样电路都做在一块大的玻璃基板上。研究显示平板探测器DR的分辨率和动态范围较好,图像质量优异、工作流程快捷^[19-22],荧光平板-CCD数字化摄影系统的探测器用碘化铯涂层作为X线交互介质,由CCD将转换的可见光变为电信号。其空间分辨率高,超过任何平板数字化摄影系统,但是价格也非常昂贵。数字化摄影制作工艺复杂,环境适应性差,无法适应野战环境下的温度和湿度,且数字成像系统多为国外产品,价格高,成本增加。

目前便携式X线机未能解决机器携运性差,携运前需拆卸X线机机头,野外作业无直流电源支持等缺点。以传统透视和胶片作为载体,操作环节多,造成图像质量与诊断要求差距大。从各种X线成像技术的特点、战伤X线诊断要求、野战应用环境等方面分析,采用计算机摄影技术配合我军当前装备的野战X线诊断装备,是实现我军野战X线影像系统数字化的比较经济又行之有效的技术途径。

参考文献

- [1] 潘凡举,葛均尉.浅谈师以下部队医用X线设备的发展趋势[J].医疗卫生装备,2005,26(1):51.
- [2] 赵庆军.新型野战便携式高频X线机的研制[J].医疗设备信息,2001,16(8):14-16.
- [3] 周凌宏,何志强.便携式高频X线机的研制[J].医疗卫生装备,2004,25(7):16-19.
- [4] 赵庆军,斯海臣.便携式X线机移动式支架的研制[J].医疗设备信息,2005,20(6):13-14.
- [5] 杨利,陈自谦,张晓苏,等.野战X线机多体位三脚支架的研制[J].医疗卫生装备,2007,28(9):85-86.
- [6] 杨利,陈自谦,宋斌,等.野战X线机支架的改进[J].医疗卫生装备,2007,28(2):73.
- [7] 温毅,吕晓东,杨生春,等.野战X线机简易多功能支架设计[J].医疗卫生装备,2008,29(5):68,70.
- [8] 潘凡举,杨传高,戚仕涛,等.野战简易摄片装置的研制[J].医疗卫生装备,2007,29(5):56,83.
- [9] Ovitt TW, Christenson PC, Fisher HD, et al. Intravenous angiography using digital video subtraction; X-ray imaging system[J]. Am J Roentgenol, 1980, 135(6):1141-1144.
- [10] Moore R. Computed radiography [J]. Med Electron, 1980, 11(2):78-79.
- [11] 赵庆军,杨树欣,孙喜文.便携式数字化X线机实现方法研究[J].中国医学装备,2006,3(10):5-7.
- [12] Cho KH, Freckleton MW. Digital radiography for the field: a portable prototype[J]. J Digit Imaging, 2002, 15(Suppl 1):194-197.
- [13] Harcke HT, Statler JD, Montilla J. Radiology in a hostile environment: experience in Afghanistan[J]. Mil Med, 2006, 171(3):194-199.
- [14] 王政,石梅生,张慧,等.野战X线影像系统数字化技术方案研究[J].中国医学装备,2007,4(10):17-19.
- [15] 石梅生,张慧,陈平,等.几种数字化X线成像技术及其性能探讨[J].中国医学装备,2007,4(3):24-26.
- [16] 黄家富,陈海峰,张远林,等.基于电耦合数字成像技术的野战便携式X线机数字成像系统设计[J].中国医学装备,2006,3(8):20-23.
- [17] 王卓宇,周凌宏,贺志强,等.基于CCD的数字化移动式X线机的研制[J].医疗卫生装备,2005,26(6):5-6.
- [18] Rowlands JA. The physics of computed radiography [J]. Phys Med Biol, 2002, 47(1):R123-R166.
- [19] Rapp-Bernhardt U, Bernhardt TM, Lenzen H, et al. Experimental evaluation of a portable indirect flat-panel detector for the pediatric chest: comparison with storage phosphor radiography at different exposures by using a chest phantom [J]. Radiology, 2005, 237(2):485-491.
- [20] Rapp-Bernhardt U, Roehl FW, Esseling R, et al. Portable flat-panel detector for low-dose imaging in a pediatric intensive care unit: comparison with an asymmetric film-screen system[J]. Invest Radiol, 2005, 40(11):736-741.
- [21] Kotter E, Langer M. Digital radiography with large-area flat-panel detectors[J]. Eur Radiol, 2002, 12(10):2562-2570.
- [22] Fischbach F, Freund T, Pech M, et al. Comparison of indirect CsI/a;Si and direct a;Se digital radiography. An assessment of contrast and detail visualization[J]. Acta Radiol, 2003, 44(6):616-621.

(收稿日期:2009-01-04)

(本文编辑:潘雪飞)