

ISSN1674-1633
CN11-5655/R

融合医学与工程 服务医疗与设备

中国医疗设备

China Medical Devices (原名 医疗设备信息) 吴阶平题

· 荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀期刊奖
· 中国生物医学期刊全文数据库(CMCI)收录
· 中国期刊全文数据库(CJFD)全文收录
· 中国科技论文与引文数据库(CSTPD)全文收录
· 中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)全文收录
· 《中国学术期刊影响因子年报》统计源期刊
· 中国医师协会临床工程师分会会刊
· 中华医学会医学工程学分会会刊
· 中国科技论文统计源期刊
· 中国科技核心期刊

◎ 专栏——分子医学影像设备研发进展

分子医学影像研究进展(上)
一种新型的小动物四模态分子医学影像系统
RAY-SCAN 64 PET/CT性能测试与临床测试
光声层析成像研究进展

◎ 研究论著

PET/CT胸腹部图像配准算法及系统设计
基于灰色马尔可夫模型的医学影像检查量预测
基于Matlab的尿沉渣图像有形成分的自动分类方法

◎ 临床影像技术

腱鞘巨细胞瘤的临床病理学及影像学分析
锥形束CT在宫颈癌放疗中的应用
磁共振扩散张量成像在婴幼儿脑瘫诊断中的应用价值

◎ 综述

心脏磁共振新技术在缺血性心脏病中的临床应用进展(下)
放疗新技术的研究进展

2

2015年 第30卷 第02期
VOL.30 No.02, 2015



ISSN 1674-1633



专栏——分子医学影像设备研发进展

分子医学影像研究进展(上)	李素莹 等	1
一种新型的小动物四模态分子医学影像系统	周 坤 等	7
RAY-SCAN 64 PET/CT性能测试与临床测试	田 润 等	11
光声层析成像研究进展	吴 宁 等	16

研究论著

PET/CT胸腹部图像配准算法及系统设计	吴薇薇 等	21
基于灰色马尔可夫模型的医学影像检查量预测	倪杭建 等	25
基于Matlab的尿沉渣图像有形成分的自动分类方法	刘肖肖 等	29
基于半导体变温技术的离体肾脏保存箱温度控制系统的研制	丁志良 等	33
社区医院DR设备远程拍片系统研究	唐 颖 等	38
医用正压气体系统露点温度与含水量的监控	施 洋 等	41

临床影像技术

髓鞘巨细胞瘤的临床病理学及影像学分析	张志国 等	44
锥形束CT在宫颈癌放疗中的应用	马广栋 等	49
磁共振扩散张量成像在婴幼儿脑瘫诊断中的应用价值	张 朋 等	53
肺癌PET/CT的 ¹⁸ F-FDG标准化摄取值分析	秦 雷 等	56
正常成人前列腺3.0T磁共振3种b值扩散加权成像研究	王 猛 等	59
乳腺癌钙化在数字化全景乳腺摄影中的特征性分析	李 彬 等	63

综述

心脏磁共振新技术在缺血性心脏病中的临床应用进展(下)	刘明熙 等	65
放疗新技术的研究进展	王 冬 等	69
现代传感器技术在Maquet SERVO-s呼吸机中的应用	钱雷鸣 等	72

医院数字化

临床采供血信息管理系统的建立与应用	卢 征 等	75
VMware虚拟软件在医院数据中心建设中的应用研究	巴江波 等	78
军队医院体系综合管理信息平台的研发实践	徐利民 等	81
医院智能化楼宇信息系统的设计与实施	王玉珍 等	84
数字化管理医院供应商信息的设计和应用	马冠颖 等	87
呼吸机质控管理系统的设计与实现	庞剑飞 等	90
基于多系统的医院局域网管理与维护	翁铁鹰 等	94

临床工程

产科新生儿安全信息系统的研制	王 芳 等	96
可调式CT扫描多功能头托的设计	王育新 等	99
新型节能实用熏蒸床的研制	张 涵 等	101
一种肩关节镜手术用上肢牵引架的设计及应用	林洪光 等	104
宫颈癌术后调强放疗计划中不同射野参数的比较	雷占全 等	106
一次性手术用无菌四肢套的应用	王晓旭 等	108
基于3G/4G无线网络的区域急救系统的设计	宋 斌 等	111

科学管理

基于效益-效果评价的大型医疗设备成本效益分析	杜振伟 等	114
从典型个案讨论注射泵质量风险源控制	罗铮娜 等	117
信息化临床路径管理应用实践	陈 曲 等	120
临床路径管理系统的应用分析	吴锐东	122
消毒供应中心信息管理系统中“外来器械”管理模块的开发与应用	刘承军 等	125
追踪方法学在医学装备管理中的应用	李姝颖 等	128
我院高值耗材管理存在的问题和改进措施	胡云华	131
血液净化中心信息化管理系统在我院的应用	向 杨 等	133
基于医疗安全角度的医疗设备计量管理	王 欢 等	135
医院排班管理软件的设计与实现	王碧华 等	138
医疗器械流通现状分析与医疗机构的对策	徐浩然 等	140
内蒙古医疗机构临床工程人员现状及发展研究	高关心 等	142

设备运营与保障

医用监护仪常见故障的分析与排除	万 里 等	144
Varian 23EX医用直线加速器故障分析与维修	张炳昌 等	147
ABX血液分析仪常见故障处理及保养	高双英	149
Lunar iDXA 双能X线骨密度仪的工作原理和维修两例	张 影 等	151
纤维支气管镜的保养和消毒	黄 桃 等	154

资讯

156

FEATURES—Research and Development Progress of Molecular Medical Imaging Equipment

Overview of Advances in Molecular Imaging (Part1)	<i>LI Su-ying, et al.</i>	1
A New Quad-Modality Integrated Molecular Imaging System for Small Animals	<i>ZHOU Kun, et al.</i>	7
Performance Testing and Clinical Trials of RAY-SCAN 64 PET/CT	<i>TIAN Jian, et al.</i>	11
Advances in Studies on Photoacoustic Tomography	<i>WU Ning, et al.</i>	16

RESEARCH WORK

Design of A Registration Algorithm and System for Thoracic and Abdominal PET/CT Images	<i>WU Wei-wei, et al.</i>	21
Prediction about the Quantity of Medical Imaging Examinations Based on the Grey Markov Model	<i>Ni Hang-jian, et al.</i>	25
Matlab-Based Automatic Classification Method of Tangible Components in Urinary Sediment Images	<i>LIU Xiao-xiao, et al.</i>	29
Development of A Temperature Control System for Isolated Kidney Preservation Device Based on the Semiconductor Temperature Control Technology	<i>DING Zhi-liang, et al.</i>	33
Research on the Remote Filming System for Digital Radiography Equipment in Community Hospitals	<i>TANG Ying, et al.</i>	38
Monitoring of Dew-Point Temperature and Water Content of the Medical Barotropic Gas System	<i>SHI Yang, et al.</i>	41

CLINICAL IMAGING TECHNOLOGY

Analysis of Clinicopathological Features and Imaging Findings of Patients with GCTTS	<i>ZHANG Zhi-guo, et al.</i>	44
Application of Cone Beam CT in Radiotherapy for Cervical Cancers	<i>MA Guang-dong, et al.</i>	49
Significance of Applying DTI in the Diagnosis of Cerebral Palsy in Infants with Developmental Delays	<i>ZHANG Peng, et al.</i>	53
Analysis of ¹⁸ F-FDG SUV of PET/CT in Patients with Lung Cancer	<i>QIN Lei, et al.</i>	56
Study on Three b-Values in 3.0T DW MRI of Normal Prostates	<i>WANG Meng, et al.</i>	59
Characteristic Analysis of Breast Carcinoma Calcification in Full-Field Digital Mammography	<i>LI Bin, et al.</i>	63

REVIEW

Clinical Application Progress of New Cardiac Magnetic Resonance Technologies in Ischemic Heart Diseases	<i>LIU Ming-xi, et al.</i>	65
Advances in Research on New Radiotherapy Techniques	<i>WANG Dong, et al.</i>	69
Application of Modern Sensor Technologies in Maquet SERVO-s Ventilator	<i>QIAN Lei-ming, et al.</i>	72

DIGITALIZED HOSPITAL

Establishment and Application of an Information Management System for Blood Collection and Supply	<i>LU Zheng, et al.</i>	75
Research on the Application of the VMware Virtual Software in Data Centre Construction in the Hospital	<i>BA Jiang-bo, et al.</i>	78
R&D and Practice of an Integrated Management Information Platform for the Military Hospital System	<i>XU Li-min, et al.</i>	81
Design and Implementation of an Intelligent Building Information System in the Hospital	<i>WANG Yu-zhen, et al.</i>	84
Design and Application of a Digital Supplier Information Management System in the Hospital	<i>MA Guan-ying, et al.</i>	87
Design and Implementation of Management System for the Quality Control of Respirator	<i>PANG Jian-fei, et al.</i>	90
Management and Maintenance of Multisystem-Based LAN in the Hospital	<i>WENG Tie-ying, et al.</i>	94

CLINICAL ENGINEERING

Development of the Safety Information System for Newborns in the Department of Obstetrics	<i>WANG Fang, et al.</i>	96
Design of A Multi-Functional Adjustable Head Support for CT Scanning	<i>WANG Yu-xin, et al.</i>	99
Development of A Novel Practical Energy-Efficient Fumigation Bed	<i>ZHANG Han, et al.</i>	101
Design and Application of An Upper Limb Traction Device for Shoulder Arthroscopies	<i>LIN Hong-guang, et al.</i>	104
Comparisons of Different Beam Parameters in the IMRT Plan for Postoperative Patients with Cervical Carcinomas	<i>LEI Zhan-quan, et al.</i>	106
Application of the Sterile Disposable Surgical Limb Cover	<i>WANG Xiao-xu, et al.</i>	108
Design of A Regional Emergency System Based on 3G/4G Wireless Network	<i>SONG Bin, et al.</i>	111

SCIENTIFIC MANAGEMENT

Cost-Benefit Analysis of Large Medical Equipment Based on the Benefit and Effect Evaluation	<i>DU Zhen-wei, et al.</i>	114
Discussion on Control of Quality Risk Sources for the Injection Pump Based on Typical Cases	<i>LUO Jing-na, et al.</i>	117
Application and Practice of Information Management of the Clinical Pathway	<i>CHEN Qu, et al.</i>	120
Analysis of the Application of the Clinical Pathway Management System	<i>WU Rui-dong</i>	122
Development and Application of a "Foreign Device" Module in IMS of the Sterilization and Supply Center	<i>LIU Cheng-jun, et al.</i>	125
Application of Tracer Methodology in Medical Equipment Management	<i>LI Shu-ying, et al.</i>	128
Problems and Improvement Measures in High-Value Consumable Management	<i>HU Yun-hua</i>	131

Application of IMS in the Hemopurification Center of the Hospital	<i>XIANG Yang, et al.</i>	133
Discussion on the Metrological Management of Medical Equipment from the Perspective of Medical Safety	<i>WANG Huan, et al.</i>	135
Design and Implementation of the Scheduling Management Software in the Hospital	<i>WANG Bi-hua, et al.</i>	138
Analysis of the Status Quo of Medical Equipment Circulation and its Measures for Medical Institutes	<i>XU Hao-ran, et al.</i>	140
Research on the Status Quo and Development of Clinical Engineers in Medical Institutes in Inner Mongolia	<i>GAO Guan-xin, et al.</i>	142
OPERATION & GUARANTEE FOR INSTRUMENTS		
Analysis and Elimination of Common Malfunctions of Medical Monitors	<i>WAN Li, et al.</i>	144
Malfunction Analysis and Maintenance of Varian 23EX Medical Linear Accelerator	<i>ZHANG Bing-chang, et al.</i>	147
Common Troubleshooting and Maintenance of ABX Hematology Analyzer	<i>GAO Shuang-ying</i>	149
Working Principle of Lunar iDXA Dual X-ray Absorbtiometry and Two Maintenance Cases	<i>ZHANG Ying, et al.</i>	151
Maintenance and Disinfection of Fiber Bronchoscope	<i>HUANG Tao, et al.</i>	154
NEWSCLIPS		156

专栏——分子医学影像设备研发进展

编者按：作为当今生物医学工程领域先进的成像技术，分子医学影像技术能够在活体状态下对生物过程进行细胞和分子水平的定性和定量研究，在分子水平上对生物体生理、病理的变化进行实时、动态、在体、无创成像。近10余年，分子医学影像技术快速发展，同时在临床的应用也日益广泛。在这一期的系列文章中，我们主要对分子医学影像领域的设备研发技术进行了综述和分析，介绍了用于小动物成像研究的四模态分子影像系统和光声层析成像技术。同时我们也介绍了一款拥有自主知识产权的PET/CT设备，对其性能进行了测试和临床研究。



栏目主编：任秋实（北京大学生物医学工程学系）

任秋实教授于1984年获得华中科技大学光学工程学士学位，分别于1987及1990年获得美国俄亥俄州立大学电子工程硕士及博士学位。曾任美国加州大学尔湾分校副教授，美国佛罗里达州迈阿密大学生物医学工程系助理教授。2006年获得国家杰出青年基金，2007年被评为长江学者特聘教授。2009年至今，他担任北京大学工学院生物医学工程系系主任。任秋实教授的主要研究方向包括分子医学影像、多模态分子医学影像系统、智能化医疗器械与装备的研究与开发，主持国家重大科学仪器设备开发专项，国家重点基础研究发展规划（973计划）首席科学家。已发表学术论文100余篇；获得美国专利3项和20余项授权的专利；获4次教育部科技进步奖和1次中国高校科技成果二等奖。2004年，任秋实教授的科研团队获得分子医学影像领域自然科学基金委审批的国内唯一创新研究团队。

分子医学影像研究进展（上）

Overview of Advances in Molecular Imaging (Part1)

李素莹，孟祥溪，周坤，
谢肇恒，丁翼晨，杨昆，任秋实
北京大学工学院生物医学工程系，
北京 100871

LI Su-ying, MENG Xiang-xi,
ZHOU Kun, XIE Zhao-heng,
DING Yi-chen, YANG Kun,
REN Qiu-shi
Department of Biomedical Engineering,
College of Engineering, Peking
University, Beijing 100871, China

[摘 要] 分子医学影像技术应用影像学的方法对活体状态下的生物过程进行细胞和分子水平的定性与定量研究，极大地改变着我们对于生理作用机制、药物研发、疾病诊断与评估方面的认识角度和研究方法。本文综述了其核心技术的研究进展与应用分析，指出分子医学影像技术在生物医学工程研究和临床诊断中的重要性。

[关键词] 分子医学影像；成像设备；多模态成像；CT；磁共振；核医学；超声成像；光学分子影像技术

Abstract: Objective The molecular imaging (MI) technique employed imaging methodologies to make qualitative and quantitative studies on the biological processes of living organisms at the cellular and molecular level. It had revolutionized the way we studied on the biological mechanism, drug R&D (Research and development) as well as diagnosis and evaluation of diseases. This paper reviewed the advances in studies on the core technique of MI and its applications, pointing out the importance of MI techniques in biomedical studies and clinical diagnosis.

Key words: molecular imaging; imaging instrumentation; multi-modality imaging; CT; MRI; ultrasound imaging; optical molecular imaging technique

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.001

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0001-06

收稿日期：2014-10-05

基金项目：国家重大科学仪器专项(2011YQ030114)，国家基础研究计划973项目(2011CB707500)，国家自然科学基金(11104058)，河北省自然科学基金(A2011201155)支持。

通讯作者：任秋实，教授。

通讯作者邮箱：renqsh@coe.pku.edu.cn

1 研究背景

分子影像学 (Molecular Imaging, MI) 的概念是美国哈佛大学 Weissleder^[1] 于 1999 年首次提出, 即应用影像学的方法对活体状态下的生物过程进行细胞和分子水平的定性和定量研究。分子影像学利用影像探针, 对分子生物学和生物化学层面的信息进行在体成像和综合分析。从临床角度看, 分子影像学的内涵是借助现代影像学技术, 从分子水平研究和观察疾病的发生、发展中病理生理变化和代谢功能改变。它使得传统的医学诊断方式发生了革命性变化, 已成为预警、早期诊治疾病最具有应用前景的医疗新技术、新方法和新手段。

分子医学影像涉及多方面技术, 本文主要对分子医学成像设备、分子探针以及靶点筛选技术的研究概况进行综述概要, 并对其临床和研究中的应用做初步的分析与探讨。

2 分子医学影像设备的研究进展

在过去的几十年里, 分子医学影像设备有了突飞猛进的发展。针对不同研究目的, 也有多种新兴的成像模式应运而生。这些模式主要包括: 计算机断层成像技术、磁共振成像技术、核医学成像技术及光学成像技术。下面, 将对这几种主要的成像技术发展及其临床应用进行综述和探讨。

2.1 计算机断层成像技术

计算机断层成像技术 (CT) 依赖于不同组织器官对 X 射线的衰减系数不同而成像。世界上首台临床应用的 CT 设备于 1971 年 9 月安装在 Atkinson-Morley 医学院^[2], 此后的数十年间, 计算机断层成像技术经历了五代改进发展, 不断缩短扫描时间和提高性能。1987 年, 西门子推出了第一台螺旋 CT, 实现了连续扫描, 把 CT 技术推上了一个新的水平, 目前已成为 CT 的主流技术。在 20 世纪 90 年代末, 多排 CT (MDCT) 问世^[3], 较高的时间分辨率和轴向分辨率使其在心脏成像中独具优势。但其高辐射剂量仍是限制它应用的一个主要因素, 相关技术有待改进。在多排 CT 设备基础上, CT 技术上又有一新突破, 即双能 CT, 通过两种不同能量的 X 射线穿透物体成像, 根据不同物质能量吸收曲线的差异, 准确地推算出该物体的成分构成^[4]。它能够根据物质成分的不同, 有区分性进行组织成像, 而不再是仅依赖于衰减系数。目前双能 CT 主要用于肾脏病变诊断^[5]、尿路结石与钙化的区分^[6]和骨密度成像^[7]。

CT 成像具有分辨率高 (临床 CT: 0.5~1.0 mm, 小动物 CT: 0.05~0.2 mm)、成像速度快、设备简单等特点, 在人体成像与小动物成像中均得到了广泛应用。然而, CT 成像过程中的高辐射剂量, 是限制它在临床应用中的一个主要因素。此外, 它对软组织成像的分辨率较 MRI 相比仍有

较大差距, 且需要借助碘造影剂, 因此对肾脏功能有毒性作用, 不能适用于所有患者^[8]。

2.2 磁共振成像技术

磁共振成像技术 (MRI) 利用生物体内原子核在磁场内共振产生的电磁信号, 对生物体的内部结构和软组织形态进行重建。通过应用不同的脉冲序列, 可提供软组织的多种图像信息, 例如动态增强磁共振成像技术 (DCE-MRI)、弥散加权磁共振成像技术 (DW-MRI)、血氧依赖水平磁共振成像技术 (BOLD-MRI) 等。除了能够对组织结构成像, 在磁共振成像设备基础上发展而来的核磁共振波谱技术 (MRS), 可以测定物质的分子结构和成分, 在临床中能够物质的获得人体多种生化物质的核磁共振波谱信息, 测定其成分及含量变化, 例如, 胆碱、乳酸盐、磷脂等。临床主要用于研究中枢神经系统疾病^[9]、肿瘤^[10]及骨骼肌肉失调^[11]等。

磁共振成像技术的空间分辨率较高, 临床磁共振成像可达到 1 mm 分辨率。与 CT 成像相比, 磁共振图像无需增强造影剂, 即可对软组织成像有较好的对比度; 相比 CT 和 2.3 章节中的核医学成像技术, 磁共振成像是一种无损伤性检查, 使患者免于电离辐射和同位素辐射的危害; 相比光学成像技术, 磁共振成像技术不受成像深度限制^[12]。但是磁共振成像技术的灵敏度较低, 需要大量成像介质和较长的扫描时间; 其时间分辨率较低, 难以实现动态成像。

2.3 核医学分子医学影像技术

核医学成像技术主要包括正电子发射计算机断层成像技术 (PET) 和单光子发射计算机断层成像术 (SPECT), 可以提供实现全身三维成像, 观测分子水平的生理代谢变化。

2.3.1 正电子发射计算机断层成像技术

正电子发射计算机断层成像技术 (PET), 将正电子放射性核素标记的示踪剂注入体内或器官, 核素发生衰变和湮灭, 对符合事件记录, 从而进行代谢成像。目前对 PET 的研究主要集中在发展新的探测器技术, 以获得较高的空间分辨率。近年来, 随着新型闪烁晶体和光电器件的使用^[13-14], 飞行时间技术 (TOF) 成功应用于 PET 系统, 提供更多的准确信息, 减少了重建图像噪声^[15]; 同时, 电子学技术的精进, 能够获取多晶体探测器中深度作用信息 (DOI), 提高了对核素作用定位的精确性^[16]。

PET 通过响应线 (LOR) 进行电子准直, 具有较高的空间分辨率: 临床 PET 的空间分辨率为 4~6 mm, 用于脑部成像的 PET 分辨率约为 2.5 mm; 预临床研究的小动物 PET 空间分辨率可达到 1~2 mm^[17]。临床 PET 主要通过¹⁸F 标记的 FDG 进行肿瘤检测、分期和预后。

2.3.2 单光子发射计算机断层成像技术

单光子发射计算机断层成像技术 (SPECT) 检测放射性核素在人体或器官中的分布并对其进行成像。SPECT 是

由伽马相机发展而来,用 $^{99}\text{Tc}^m$ 、 ^{123}I 等同位素药物进行平面成像、断层成像或全身成像。

为了突破像素尺寸对空间分辨率的影响,1999年Weber设计的针孔准直器用于小动物SPECT设备^[18]。但是单针孔准直器的灵敏度比较有限,在此基础上Ochoa、Meikle^[19-20]等人设计了多针孔方案和针孔编码算法,在提高分辨率的同时保证较高的灵敏度。近十年来,晶体制造和半导体工艺的成熟,使得像素化的晶体在SPECT中广泛应用,许多课题组在研制基于新型晶体的探测器设备,例如可以直接探测射线、无需光电信号转换的碲锌镉(CZT)探测器^[21],利用康普顿效应直接记录 γ 射线的多晶体探测器^[22]等。

在临床诊断中,SPECT因其价格低廉、设备结构相对简单、特异性高,且适用于多种核素标记探针,在全身骨扫描、脑灌注成像和心肌灌注成像等检查中得到广泛应用。

2.4 超声成像

超声成像设备发射高频声波,通过采集生物组织反射回来的超声波,并结合重建算法,来进行成像。超声技术既可以作为诊断设备用于成像,也可以用作治疗工具。提高发射的声波频率越高,可以提升分辨率,但是其成像深度随之降低,超声成像主要适用于软组织成像,反应不同组织的机械性质差异,图像的对比度比较低,并受到超声散斑的影响。但在临床,超声成像仍是普遍使用的检查手段,其优势在于时间分辨率高,能够实时成像,提供定量信息,借助微泡造影剂具有较好的灵敏度,无放射性危害。目前用于超声成像的微泡主要有两类:气体微泡和磷脂微泡^[23],用以对微脉管系统显像。在预临床研究中,靶向微泡研究主要集中在炎症^[24]和血管生成^[25]。Willmann课题组^[26]使用双靶向微泡造影剂,靶向血管生成过程中的两种不同抗体标记,在卵巢肿瘤研究中取得较好结果,明显优于单靶向成像结果。随着分子合成技术的发展,通过在微泡造影剂表面附着上特定的抗体、多肽或者其他靶向分子,使用超声成像技术即可以对特定的生理过程进行成像,达到分子医学成像的效果。

2.5 光学分子影像技术

光学分子医学影像主要包括荧光成像、切伦科夫成像等。光学成像设备对光学分子探针发出的光信号进行分析处理,得到光学分子探针的位置与浓度信息,从而实现光学分子探针相关的生理过程成像^[27-28]。

2.5.1 荧光分子成像

荧光分子成像利用荧光探针对体内标定的蛋白进行成像,基于发光方式可分为自发荧光^[29]和激发荧光^[30]。20世纪90年代起,随着荧光蛋白在基因表达中的成功表达与复制,使得荧光成像在分子医学领域中开始了一个崭新的发展阶段,主要应用包括基因在细胞中的表达^[31]、标记蛋

白的表达与作用过程^[32]、监测肿瘤发展与转移^[33]。

随着研究的发展,二维荧光分子成像已经不能满足对深层组织分子影像的要求。20世纪90年代后期出现的荧光分子层析成像(FMT),是一种对生物组织光学特性参数进行成像的近红外光学散射断层成像技术。2002年哈佛医学院/麻省总医院首次利用激发荧光层析成像对裸鼠脑部神经胶质瘤进行了在体观测^[34],显示了利用荧光成像进行分子影像研究的诸多优点,从此荧光层析成像成为分子影像中的一个重要手段。

荧光成像技术虽然具有灵敏度较高、成本低、无电离辐射、能进行长期定量监测等诸多优点,但是由于成像深度受限,荧光蛋白毒性仍有待研究,目前在临床应用中并不广泛,主要用于动物模型研究。近几年,随着成像设备技术的改进,荧光成像在逐步向临床转化,例如将双轴内窥镜^[35]和手持式光学成像仪^[36]与荧光显像剂的结合,可以用来疾病筛查和早期诊断。

2.5.2 契伦科夫荧光断层成像

契伦科夫荧光断层成像(CLT)是基于契伦科夫效应的分子影像技术,继承了分子核医学的高灵敏和光学分子影像的低成本特征,使用同一探针同时进行功能与结构信息成像^[37],具备临床应用价值。CLT的基本流程是光学分子影像设备多角度采集医学同位素诱发的契伦科夫光子,基于解剖结构信息进行三维图像的重建。虽然契伦科夫效应早在20世纪初就已经发现^[38],直到2009年Robertson课题组通过 ^{18}F -FDG对小鼠进行契伦科夫荧光断层成像,通过与PET结果对比,验证了契伦科夫成像。同时一系列放射性同位素在CLT的应用仍在研究中^[39]。

2.6 光声层析成像

光声层析成像(PAT)是一种新兴的生物医学成像模式,结合了传统光学的高对比以及超声成像深层高分辨率,探测组织吸收激发电磁波后热膨胀所产生的超声信号。PAT有主要两个子模式:光声显微成像(PAM)和光声计算机层析成像(PACT)。在PAT成像中,生物组织吸收光子后能够对外发射超声波,而生物软组织对超声波的散射要远小于对光的散射,因此PAT能够突破光散射对高分辨率光学成像的壁垒^[40]。用于光声成像的对比造影剂类型广泛^[41],实现了多尺度高分辨率的生物结构成像;成像深度相比光学成像有明显的优势,有较高的信噪比;同时PAT具备光谱成像能力,对组织光吸收具有很高的灵敏度。作为一种新兴的小动物层析成像模式,PAT很好地完成了小鼠、斑马鱼等小动物的层析成像。但是相比CT、核医学等典型成像技术,PAT的成像深度仍比较有限,目前还未能广泛用于人体成像。Wang等课题组最近研究发现PAT可以测定活体组织局部环境参数,包括pH值^[42]、含氧量^[43]等,未来可以向临床应用的血氧监测、血流多普勒测量和多尺度

活体成像等方面进行转化与应用。

3 多模态分子医学成像

为了能够得到包括解剖结构、生理过程、遗传信息等在内的综合图像信息,同时提高疾病诊断的准确性和精确性,多模态分子医学影像技术应运而生。多模态分子影像技术可实现不同影像设备的优势互补,使获取的影像结果更精确、更可靠。临床实践已证明,多模态分子医学影像设备在重大疾病的早诊早治、治疗方案的制定、治疗效果验证与评估中发挥着重要作用^[44]。因此,研发多模态分子影像设备逐渐成为业内的研究热点,主要是将较为成熟的成像模态如CT、PET、SPECT、光学分子影像、MRI进行结合,研制开发信息更全面的多模态分子医学影像设备。以下对典型的多模态分子医学影像系统进行简述。

3.1 核医学与解剖成像融合系统

1992年,Beyer T等人首次实现了PET/CT两模态融合^[45],在短短三年内完成了从研究设想到临床应用的过程,于2001年正式推出成熟的临床PET/CT产品^[46]。截至2008年,全球临床PET/CT设备已多达3000台,主要用于重大疾病的分期诊断和预后评估,成为临床广泛认可的多模态分子医学影像^[47]。在此期间,SPECT与CT的同机融合技术也日趋成熟。2005年6月Gamma Medica在加拿大多伦多召开的核医学年会上推出了世界首台专门用于小动物成像的Triumph Micro PET/SPECT/CT三模态成像设备,提供了一个灵活性高、可扩充性、可组合性的三模态分子影像平台。几乎同时期,Christensen等人提出将PET与MR融合成像,但由于PET探测器对强磁场极敏感,其发展远慢于PET/CT和SPECT/CT,直到2006年,第一幅人脑PET/MRI图像诞生^[48],PET/MRI开始成为临床多模态分子成像领域的焦点。

3.2 光学与解剖成像融合系统

2008年,Davis等人通过光纤将FMT系统耦合到一台飞利浦MRI设备,能够同时获取FMT和MR采集的数据,验证了MRI提供的先验结构信息可以提高FMT的重建质量^[49]。2010年,Shulz和X.L.Guo分别成功将FMT与CT融合为一体,实现了FMT/CT双模态集成成像。近年,中国科学院自动化所田捷教授课题组研发的小动物光学多模态融合分子医学影像设备,将BLT/CLT/CT/FMT/PET五种模态进行集成^[50],实现了反映细胞分子水平生理病理变化的荧光光源的精确快速在体重建,构建多源影像信息融合与计算平台,以乳腺癌为病理模型进行疾病早期诊断的研究和抗肿瘤药物疗效评估。

3.3 核医学、光学成像融合系统

2013年,北京大学任秋实教授领导的科研团队研制出

一套包括X-ray CT、PET、SPECT、FMT四个模态具有自主知识产权的多模态分子医学影像原理验证样机^[51],其中的PET、SPECT核素成像能够反映同位素标记的化合物在病变组织内的代谢过程,获得血流量、能量代谢、蛋白质合成、脂肪酸代谢、神经递质合成速度、受体密度及其与配体结合的选择性和动力学等生理生化定量信息;荧光成像具有较高的特异性,能够区分代谢高表达的肿瘤与炎症组织,弥补核素成像的不足。四模态小动物分子医学影像技术的发展将为解决重大疾病的新药研制及生物医学研究提供新方法、新工具和新思路。

多模态分子成像技术为临床研究者提供了丰富的信息,可以从多角度、多维度的观测生理过程,为临床诊断提供了更全面的影像信息。虽然多模态的分子影像系统已经得到了广泛研究和报道,但大多数仍是原理样机,相应的设备产业化还有待进一步完善,以提高在临床应用中的可靠性和稳定性。

致谢

该项目由国家重大科学仪器专项(2011YQ030114),国家基础研究计划973项目(2011CB707500),国家自然科学基金(11104058),和河北省自然科学基金(A2011201155)支持。


[参考文献]

- [1] Weissleder R,Gambhir SS.Molecular imaging:principles and practice[M].2010:PMPH-USA.
- [2] Paxton R,Ambrose J.The EMI scanner.A brief review of the first 650 patients[J].The British journal of radiology, 1974,47(561):530-565.
- [3] Prokop M.General principles of MDCT[J].European journal of radiology,2003,45:S4-S10.
- [4] Chiro GD,Brooks RA,Kessler RM,et al.Tissue signatures with dual-energy computed tomography[J].Radiology, 1979,131(2):521-523.
- [5] Graser A,Becker CR,Stahler M,et al.Single-phase dual-energy CT allows for characterization of renal masses as benign or malignant[J].Investigative radiology,2010,45(7):399-405.
- [6] Primak AN,Fletcher JG,Vrtiska TJ,et al.Noninvasive differentiation of uric acid versus non-uric acid kidney stones using dual-energy CT[J].Academic radiology,2007, 14(12):1441-1447.
- [7] Zhang J,Yan CH,Chui CK,et al.Acurate measurement of bone mineral density using clinical CT imaging with single

- energy beam spectral intensity correction[J].IEEE Trans Med Imaging,2010,29(7):1382-1389.
- [8] Massoud TF,Gambhir SS.Molecular imaging in living subjects: seeing fundamental biological processes in a new light[J].Genes Dev, 2003,17(5):545-580.
- [9] Soares DP,Law M.Magnetic resonance spectroscopy of the brain:review of metabolites and clinical applications[J].Clinical radiology,2009,64(1):12-21.
- [10] van der Graaf M.In vivo magnetic resonance spectroscopy: basic methodology and clinical applications[J].European Biophysics Journal,2010,39(4):527-540.
- [11] Boesch C.Musculoskeletal spectroscopy[J].Journal of Magnetic Resonance Imaging,2007,25(2):321-338.
- [12] Chatham JC,Blackband SJ.Nuclear magnetic resonance spectroscopy and imaging in animal research[J].ILAR Journal, 2001,42(3):189-208.
- [13] Szczesniak T,Moszynski M,Swiderski L,et al.Fast photomultipliers for TOF PET[C].Nuclear Science Symposium Conference Record,2007.
- [14] Miyaoka RS,Kohlmyer SG,Lewellen TK.Performance characteristics of micro crystal element (MiCE) detectors[J].IEEE Transactions on Nuclear Science,2001,48(4):1403-1407.
- [15] Surti S,Kuhn A,Werner ME,et al.Performance of Philips Gemini TF PET/CT scanner with special consideration for its time-of-flight imaging capabilities[J].Journal of Nuclear Medicine,2007,48(3):471-480.
- [16] Miyaoka RS,Lewellen TK,Yu H,et al.Design of a depth of interaction (DOI) PET detector module[J]. IEEE Transactions on Nuclear Science,1998,45(3):1069-1073.
- [17] Yuan-Chuan Tai,Arion F Chatzioannou,Yongfeng Yang,et al.MicroPET II: design, development and initial performance of an improved microPET scanner for small-animal imaging[J]. Physics in medicine and biology,2003,48(11):1519.
- [18] David A Weber,Marijana Ivanovic.Ultra-high-resolution imaging of small animals: implications for preclinical and research studies[J].Journal of Nuclear Cardiology,1999,6(3):332-344.
- [19] V Valva Ochos A,Ploux L,Mastrippolito R,et al.An original emission tomograph for in vivo brain imaging of small animals[J]. IEEE Transactions on Nuclear Science,1997,44(4):1533-1537.
- [20] Meikle S R,Kench P,Weisenberger AG,et al.A prototype coded aperture detector for small animal SPECT[C].Nuclear Science Symposium Conference Record, 2001.
- [21] Kastis GA,Wu MC,Balzer SJ,et al.Tomographic small-animal imaging using a high-resolution semiconductor camera[C]. Nuclear Science Symposium Conference Record,2000.
- [22] Meier D,Czermak A,Jalocha P,et al.Silicon detector for a Compton camera in nuclear medical imaging[J].IEEE Transactions on Nuclear Science,2002,49(3):812-816.
- [23] Deshpande N,Needles A,Willmann JK.Molecular ultrasound imaging:current status and future directions[J].Clinical radiology, 2010,65(7):567-581.
- [24] Lindner JR,Song J,Christiansen J,et al.Ultrasound assessment of inflammation and renal tissue injury with microbubbles targeted to P-selectin[J].Circulation,2001,104(17):2107-2112.
- [25] Howard Leong-Poi,Jonathan Christiansen,Alexander L Klibanov,et al.Noninvasive assessment of angiogenesis by ultrasound and microbubbles targeted to αv -integrins[J].Circulation, 2003,107(3):455-460.
- [26] Willmann JK,Lutz AM,Paulmurugan R,et al.Dual-targeted Contrast Agent for US Assessment of Tumor Angiogenesis in Vivo[J].Radiology,2008,248(3):936-944.
- [27] 田捷.多模态光学分子影像研究进展[C].第十三届中国体视学与图像分析学术会议论文集. 2013.
- [28] Vasilis Ntziachristos,Jorge Ripoll,Lihong V Wang,et al.Looking and listening to light:the evolution of whole-body photonic imaging[J].Nature biotechnology,2005,23(3):313-320.
- [29] Xiaoyuan Chen,Peter S Conti,Rex A.Moats 3 In vivo near-infrared fluorescence imaging of integrin $\alpha v \beta 3$ in brain tumor xenografts[J].Cancer research,2004,64(21):8009-8014.
- [30] Dmitriy M Chudakov, Vladislav V Verkhusha, Dmitry B Staroverov, et al. Photoswitchable cyan fluorescent protein for protein tracking[J].Nature biotechnology, 2004,22(11):1435-1439.
- [31] Zhang S,Ma C,Chalfie M.Combinatorial marking of cells and organelles with reconstituted fluorescent proteins[J]. Cell,2004,119(1):137-144.
- [32] Nathan C Shaner,Robert E Campbell,Paul A Steinbach,et al.Improved monomeric red, orange and yellow fluorescent proteins derived from *Discosoma* sp. red fluorescent protein[J]. Nature biotechnology,2004,22(12):1567-1572.
- [33] Hoffman RM.Visualization of GFP-expressing tumors and metastasis in vivo[J].Biotechniques,2001,30(5):1016-1027.
- [34] Vasilis Ntziachristos,Ching-Hsuan Tung,Christoph Bremer,et al.Fluorescence molecular tomography resolves protease activity in vivo[J].Nature medicine,2002,8(7):757-761.
- [35] Jonathan T C Liu,Michael J Mandella,Hyejun Ra,et al.Minature near-infrared dual-axes confocal microscope utilizing a two-dimensional microelectromechanical systems scanner[J].Optics letters,2007,32(3):256-258.
- [36] Ge J,Erickson SJ,Godavarty A.Fluorescence tomographic

- imaging using a handheld-probe-based optical imager:extensive phantom studies[J].Applied optics,2009,48(33):6408-6416.
- [37] Robertson R, Germanos MS, Li C, et al. Optical imaging of Cerenkov light generation from positron-emitting radiotracers[J]. Physics in medicine and biology, 2009, 54(16):N355.
- [38] Oliver Heaviside. On the electromagnetic effects due to the motion of electrification through a dielectric[J]. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 1889, 27(167):324-339.
- [39] Hongguang Liu, Gang Ren, Zheng Miao, et al. Molecular optical imaging with radioactive probes[J]. PloS one, 2010, 5(3):e9470.
- [40] Wang LV. Multiscale photoacoustic microscopy and computed tomography[J]. Nature photonics, 2009, 3(9):503-509.
- [41] Razansky D, Baeten J, Ntzichristos V. Sensitivity of molecular target detection by multispectral optoacoustic tomography (MSOT)[J]. Medical physics, 2009, 36(3):939-945.
- [42] Thomas D Horvath, Gwangseong Kim, Raoul Kopelman, et al. Ratiometric photoacoustic sensing of pH using a "sonophore" [J]. Analyst, 2008, 133(6):747-749.
- [43] Shai Ashkenazi, Shen-Wen Huang, Thomas Horvath, et al. Photoacoustic probing of fluorophore excited state lifetime with application to oxygen sensing[J]. Journal of biomedical optics, 2008, 13(3):034023.
- [44] Matthias Nahrendorf, Edmund Keliher, Brett Marinelli, et al. Hybrid PET-optical imaging using targeted probes[C]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2010, 107(17):7910-7915.
- [45] Beyer T, Townsend DW, Brun T, et al. A combined PET/CT scanner for clinical oncology[J]. Journal of nuclear medicine, 2000, 41(8):1369-1379.
- [46] 朱朝晖. PET-CT技术的发展现状与展望[J]. 现代仪器, 2004, 10(4):6-11.
- [47] Mawlawi O, Townsend DW. Multimodality imaging: an update on PET/CT technology[J]. European journal of nuclear medicine and molecular imaging, 2009, 36(1):15-29.
- [48] Pichler BJ, Wehl HF, Judenhofer MS. Latest advances in molecular imaging instrumentation[J]. Journal of Nuclear Medicine, 2008, 49(Suppl 2):5S-23S.
- [49] Scott C Davis, Brian W Pogue, Roger Springett, et al. Magnetic resonance-coupled fluorescence tomography scanner for molecular imaging of tissue[J]. Review of Scientific Instruments, 2008, 79(6):064302.
- [50] Dong D, et al. Preliminary design of a multimodality molecular imaging system[C]. Biomedical Imaging (ISBI), 2014 IEEE 11th International Symposium on. 2014. IEEE.
- [51] Yanye Lu, Kun Yang, Kedi Zhou, et al. An integrated quad-modality molecular imaging system for small animals[J]. Journal of Nuclear Medicine, 2014, 55(8):1375-1379. 

上接第15页

- Association of Physicists in Medicine, Chicago, Illinois, 1977
- [7] Philips. GEMINI TF Big Bore PET/CT[EB/OL]. http://www.medical.philips.com/au_en/products/nuclearmedicine/products/geminitfbigbore/#&&/wEXAQUOY3VycmVudFRhYlBhdGgFFkRldGFpbHM6U3BIY2lmaWNhdGlbnOKh+5fzpW/Rh82+nJNs/BzMC6HpA==.
- [8] Philips. Advanced Molecular Imaging- PET/CT[EB/OL]. http://www.healthcare.philips.com/in_en/products/nuclearmedicine/products/geminitf/#&&/wEXAQUOY3VycmVudFRhYlBhdGgFFkRldGFpbHM6U3BIY2lmaWNhdGlbnOKh+5fzpW/Rh82+nJNs/BzMC6HpA==.
- [9] Jakoby BW, Bercier Y, Conti M, et al. Physical and clinical performance of the mCT time-of-flight PET/CT scanner[J]. Physics in Medicine and Biology, 2011, 56(4):2375-2389.
- [10] Jakoby BW, Bercier Y, Watson CC, et al. Performance Characteristics of a New LSO PET/CT Scanner With Extended Axial Field-of-View and PSF Reconstruction[J]. IEEE Transactions on Nuclear Science, 2009, 56(6):633-639.
- [11] Jakoby BW, Bercier Y, Watson CC, et al. Performance of the new generation of whole-body PET/CT scanners: Discovery STE and discovery VCT[J]. European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 2007, 34(10):1683-1692.
- [12] E De Ponti, S Morzenti, L Guerra, et al. Performance measurements for the PET/CT Discovery-600 using NEMA NU 2-2007 standards[J]. Medical Physics, 2011, 38(2):968-974. 

一种新型的小动物四模态分子医学影像系统

A New Quad-Modality Integrated Molecular Imaging System for Small Animals

周坤, 孟祥溪, 谢肇恒,
李素莹, 田润, 杨昆, 任秋实
北京大学 工学院 生物医学工程系,
北京100871

ZHOU Kun, MENG Xiang-xi, XIE
Zhao-heng, LI Su-ying, TIAN
Jian, YANG Kun, REN Qiu-shi
Department of Biomedical Engineering,
College of Engineering, Peking University,
Beijing 100871, China

[摘要] 本文介绍了一种新型的小动物四模态分子影像系统的研发。该系统集成了计算机断层成像 (computed tomography, CT)、正电子发射断层成像 (positron emission tomography, PET)、单光子发射计算机断层成像 (single-photon emission computed tomography, SPECT) 和荧光分子断层成像 (fluorescence molecular tomography, FMT) 四种模态。对小鼠肿瘤-炎症模型的成像结果显示, 融合了各个模态的综合重建结果可以提供较单一模态更加丰富的结构、功能代谢信息。

[关键词] 四模态; 分子医学影像; CT; PET; SPECT; 荧光分子断层成像; 图像融合

Abstract: A new quad-modality integrated molecular imaging system for small animal was invented, which integrated the modalities of computed tomography (CT), positron emission tomography (PET), single-photon emission computed tomography (SPECT) and fluorescent molecular tomography (FMT). The imaging results of mouse models of tumors and inflammation revealed that the multi-modality integrated comprehensive reconstruction can provide more structural, functional and metabolic information than the single modality.

Key words: quad-modality; molecular imaging; CT; PET; SPECT; fluorescent molecular tomography; image integration

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.002
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0007-04

分子医学影像技术已经成为生物医学研究和临床成像的重要手段^[1-2]。传统的医学影像手段只能提供有限的信息, 例如成像对象的解剖结构。为了实现对疾病的深入认识与准确诊断, 以及对治疗响应的及时监测和药物研发的具体需求, 我们必须了解生物体在分子和细胞层面的生理和病理过程。分子影像即是满足了这种需求, 其含义是通过跟踪生物过程, 分子影像技术在分子水平上实现实时的, 高分辨无创的生物代谢观测, 为疾病的早期诊断提供可能。

分子医学影像学的前沿不断拓展, 新手段、新技术层出不穷, 已经成为生物医学工程的活跃领域。目前的分子影像技术已经能够在多个层次上较为灵活的表征人体的生理病理过程, 深入细胞、分子乃至基因层面。在细胞水平,

利用磁共振技术结合对特定细胞的顺磁标记, 可以跟踪疾病的血管新生过程。在分子水平, 利用分子影像手段可以对肿瘤发生发展的病理过程, 如血管新生、细胞凋亡、受体识别与信号转导等过程的分子机理进行研究。在基因水平, 借助先进的分子生物学技术, 可以利用核酸探针等进行特定基因及其表达产物的精确定位和成像。

除了开发面向临床应用的分子影像设备, 针对小动物的分子影像设备研发则可以成为分子影像的研究提供重要模型。在基础病理学研究、药物的临床前评价、分子靶标的发现与筛选等方面, 小动物分子影像具有不可替代的作用。同时, 小动物影像设备也可以作为临床设备的技术储备。目前, 国际上能够生产小动物分子影像设备的企业寥寥无几, 价格普遍较高。

虽然分子影像的概念形成仅有不到 20 年的时间, 但分子影像的相关技术却有深厚的背景。从科学研究到临床应用, 许多分子影像模态已经成为了实验室和临床诊断的金

收稿日期: 2014-10-05 修回日期: 2014-12-16
基金项目: 国家重大科学仪器专项(2011YQ030114), 国家自然科学基金
973项目(2011CB707500), 国家自然科学基金(11104058), 河北省自然科学基金
(A2011201155)支持。
通讯作者: 任秋实, 教授。
通讯作者邮箱: renqsh@coe.pku.edu.cn

标准。例如常用的磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI), 就是利用具有特定核自旋量子数的原子核在外磁场调控下的弛豫信号实现对软组织的高分辨率成像。

正电子发射断层成像 (positron emission tomography, PET) 和单光子发射计算机断层成像 (single-photon emission computed tomography, SPECT) 均属于核医学分子影像。PET 利用发生 β^+ 衰变的核素在体内产生正电子, 正电子与周围的电子发生湮灭后发射出一对方向相反, 能量均为 511 keV 的高能 γ 光子。通过对这对 γ 光子的检测即可重构出核素的空间分布^[3-4]。SPECT 则利用直接发射 γ 光子的核素, 并通过装有准直器的探测器对不同方位收集到的 γ 光子进行计数, 最终重建出核素的空间分布。

荧光分子断层成像 (fluorescence molecular tomography, FMT) 是一种相对较新的光学分子影像模式。该技术将荧光物质注入动物体内, 并从体外对其进行光照激发, 使其产生荧光。同时, 探测器将荧光光子收集记录, 并重建出荧光物质的空间分布。

但是, 生物体是一个极其复杂的系统, 即使是一个最简单的生物过程也会涉及到许多生化反应, 一个生物标志物可能只是部分代表了过程; 此外, 不同的生物过程可能有重叠的分子反应。同时, 不同的分子影像模式具有各自的特点、优势和不足, 利用单一手段很难在多个参数上得到同步提高。因此, 使用单一模式进行生物代谢过程的观测是十分局限的, 必须使多个分子影像模式有机融合, 才能获得更为全面立体的信息。

具体的, 对于以上列举的几种模式, PET 具有较高的探测灵敏度, 可以对疾病早期的小病灶进行有效的探测, 但是其辐射光子的能量为固定的 511 keV, 且分辨率难以提高。SPECT 的示踪剂较为易得, 不需要装备医用回旋加速器即可制备相应的探针, 但其灵敏度比 PET 要低很多。FMT 的优点是可供选择的荧光分子种类丰富, 可以利用高度特异性的配体进行成像, 并且没有电离辐射, 但是其穿透深度的限制较大, 图像重建过程中出现病态的程度较高。同时, 以上几种模式均难以获得高分辨的解剖结构, 限制了其实际应用。而传统的计算机断层成像 (computed tomography, CT) 技术是提供解剖结构的理想模式。除此之外, CT 还可以帮助 FMT 的重建, 参与 FMT 初值参数的设定过程。

因此, 我们开发了一种新型的四模式小动物分子影像设备, 并通过对动物模型的成像实验展示了其良好的性能。该设备将 CT、PET、SPECT 和 FMT 集成在同一套系统中, 实现了不同模式对于同一实验动物的共同成像。

1 四模式分子影像系统

1.1 CT

CT 系统的核心部件采用 33 μm 焦点的微焦点 X 射线源与线型 X-ray 探测器, 采用三代螺旋 CT 扫描方式, 通过

二次自主研发的滑环供电 / 信号传输系统实时采集传输数据。在现有探测器上的基础上, 将线型 X-ray 探测器的等距采集方式改造为等角采集, 针对三代螺旋 CT 扫描方式需要实时采集传输数据, 利用国内现有的滑环技术, 设计配套的驱动装置、传输装置、固定装置、设备安装托架等部件。在 CT 系统的旋转机架上加入嵌入式系统采集数据, 形成完整的滑环系统, 以低廉的成本实现高速数据采集减少因插值而引入的误差, 并采用合适的 CT 光路图设计, 最终达到 < 80 μm 的空间分辨率及传输功能, 达到 < 7s/ 层的扫描速度, Micro X-ray CT 系统能够实现透视扫描、螺旋扫描、高精度定点扫描采集模式, 能够实现小动物高精度断层成像, 并为 PET/SPECT 模块提供解剖结构信息, 以及为 FMT 模块图像重建提供 CT 先验知识。CT 结构图如图 1 所示, CT 重建效果图如图 2 所示。

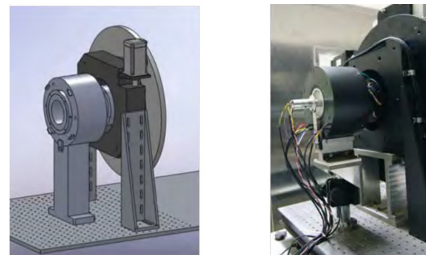


图1 CT系统结构图(左)及实物图(右)

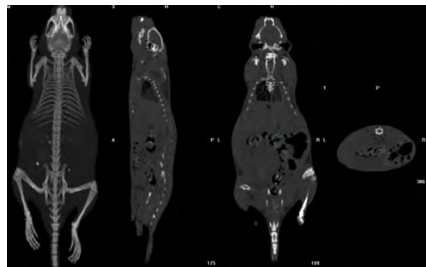


图2 CT系统小鼠重建效果图

1.2 PET

PET 探测模块由 LYSO 晶体与 SiPM 探测器之间耦合而成, 确保晶体与探测器的耦合精度以及遮光性。PET 探测环由 27 组 PET 探测器模块组成, 构成 8 环探测环, 具有 60 mm 的有效 FOV 视野以及 24 mm 的轴向视野, 如图 3 所示。同时, PET 采用高灵敏度 3D 采集方式, 提高符合探测的计数率, 缩短 PET 扫描时间, 如图 4 所示。

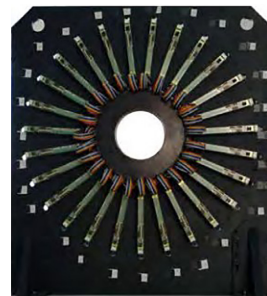


图3 PET系统探测器布置图

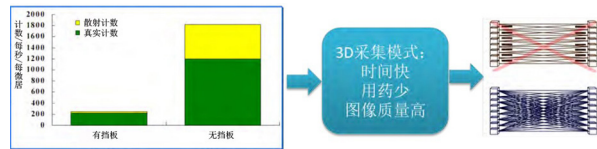


图4 高灵敏度3D采集模式

1.3 SPECT

SPECT 成像设备采用二维阵列（像素尺寸 $2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ ）的LYSO 闪烁晶体耦合PSPMT 探测器组态，从而获得高灵敏度与高计数率。同时采用互成 180° 前后错位排列的双探头，使有效FOV 足以覆盖整个小动物，极大地缩短SPECT 检测的扫描时间。采集过程中，入射的 γ 射线事件，在晶体上激发出的荧光的位置，经过权重网络和ADC 转为包含位置信息的X、Y、E 数据，通过100M 传输速度的TCP/IP 网络接口发送到采集计算机，形成图像帧。SPECT 结构以及与CT 融合效果图如图5 所示。

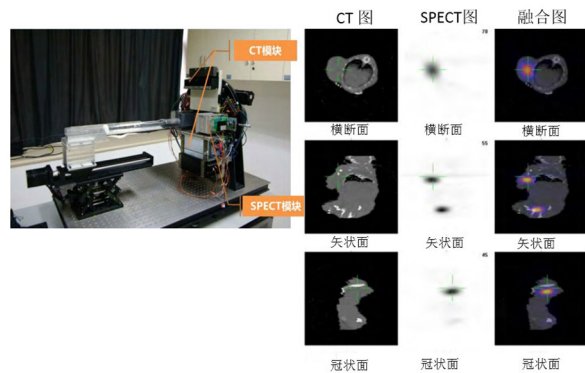


图5 SPECT/CT 结构及图像重建融合图

1.4 FMT

荧光分子层析成像系统主要包括激发光源，光纤传输系统，滤波片轮，动物平移台，电动转台，镜头以及相机，如图6 所示。同时系统为保证动物实验时处于自然的状态，采用光源及成像系统旋转而动物水平固定到动物床的方式。光源模块中采用卤钨灯或者氙灯作为光源。整体光源部分采用了分块设计，光源的电源和控制箱分别放置在旋转台下面，激发光源通过传导光纤连接至旋转台上方。在光纤耦合端通过使用布线器及轴承，使得传导光纤与电源线、信号线相分离，避免缠绕，如图6（右）所示。透射、反射光纤在布线器内部，通过滑槽的滑动及磁铁的固定，可实现在电动转台 360° 旋转时光纤不随之转动。同时缠绕在布线器外圈的电源线和信号线随电机转动，实现稳定的系统供电及信号传输。激发光通过透镜聚焦，在转动轴线上直接将激发光射入光纤，使光源和激发光光纤没有机械的连接，从而使系统在旋转过程中没有光纤的扭曲。

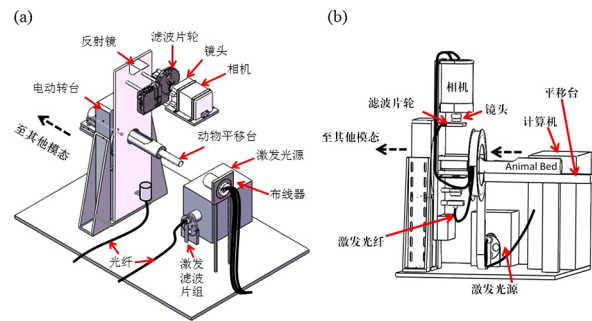


图6 FMT系统结构图

1.5 四模态集成

四模态集成采用图7 所用的设计方式，SPECT 与CT 放置于同一个机架上（图5），PET 放置于SPECT/CT 前端并保证共轴。由于FMT 的遮光需求，将FMT 放置在整个系统的另一侧，通过设计一个可旋转动物床，确保在小动物实验过程中由SPECT/CT/PET 模态转至FMT 模态不会造成小动物的位移误差^[5]。

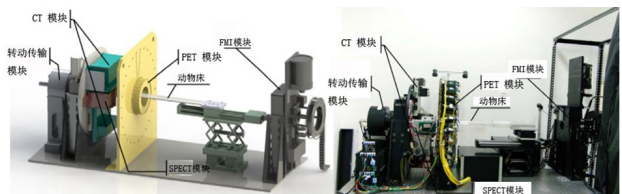


图7 四模态分子影像系统结构图

2 多模态分子影像系统实验及结果

基于小动物多模态分子影像系统，我们进行了一系列的实验，获得了很好的效果，其中以小鼠的炎症及癌症分辨最为成功^[6]。

众所周知， ^{18}F - 氟代脱氧葡萄糖 ($2\text{-deoxy-2-}(^{18}\text{F})\text{fluoro-D-glucose}$, $^{18}\text{F-FDG}$) 是PET 进行肿瘤探测的最常用药物，其原理是基于肿瘤细胞的高代谢特征使得 $^{18}\text{F-FDG}$ 在肿瘤细胞浓聚，但是，炎症区域也会由于其高代谢特性使得 $^{18}\text{F-FDG}$ 发生浓聚现象，因此会使得单一的PET 探测产生假阴性判断。庆幸的是，一种靶向整合素 $\alpha_v\beta_3$ 受体的SPECT 探针， $[^{99}\text{Tc}^m(\text{HYNIC-PRGD2})(\text{tricine})(\text{TPPTS})]$ ($^{99}\text{Tc}^m\text{-3PRGD2}$) 具有更强的肿瘤细胞靶向性，将其与PET 探测有机融合，可以大大减少肿瘤细胞的假阴性判断。

实验设计如下^[6]：我们通过20gBALB / C 裸鼠（16 周）进行诱导人肺腺癌 A549 细胞的皮下注射 ($2.5 \times 10^7, 2.5\text{mL}$)（右肩）和皮下注射促炎物质的杆菌 Calmette-Gu 注射 (1mg/mL ，分别为 0.2mL ）（右下肢），培养具有肿瘤细胞（右肩）以及炎症的小鼠模型。

在实验过程中，对小鼠注射 $^{18}\text{F-FDG}$ ， $^{99}\text{Tc}^m\text{-3PRGD2}$ ，以及一种基于近红外荧光染料的 F M T 探针 Cy7-entrapped CCPM，并使用多模态分子影像系统进行数据采集及图像重建融合。为了确认影像学的结论，我们还在将实验动物处

死后对齐进行了组织学鉴定。相关结果如图8所示。

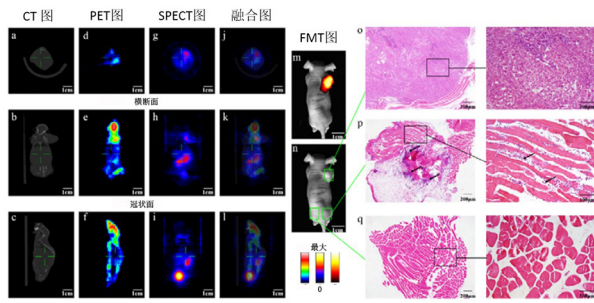


图8 四模态活体成像实验。CT成像结果图 (a-c), PET成像 (d-f) 显示FDG在脑部、右肩以及两腿上的高度浓聚。在SPECT成像中 (g-i), $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -3PRGD2 在右肩、腹部以及膀胱上的浓聚现象, 同时FMT成像 (m) 显示右肩上的浓聚现象。(n) 显示了FMT提供的白光图。通过SPECT/CT/PET的三模态融合, 我们就可以准确地确定肿瘤的位置位于右肩上, 而FMT的图像也验证了这一点。组织切片 (o) 显示了右肩细胞的高增殖现象, 证明了我们的实验的论断。组织切片 (p) 证实了右腿的验证细胞。

3 总结及展望

分子影像技术已经成为医学领域的前沿热点研究方向。世界著名大学及制药公司纷纷加大对分子医学影像手段的研发支持力度, 高档次的研究成果不断涌现。在可以预计的将来, 分子影像将成为未来新药创制及生物医学研究的主要方法及技术手段。20世纪90年代以来, 多模态的设计理念已经成为小动物活体成像的技术潮流和发展趋势。基于正电子发射断层成像 (PET)、单光子发射断层成像 (SPECT) 的核素成像设备和荧光分子层析成像 (FMT) 的光学成像设备特别适合研究分子、代谢和生理学事件 (功能成像); 而X射线断层成像 (CT) 设备则适合于解剖学成像 (结构成像); 融合多模态成像技术 PET/CT、SPECT/

CT) 则能够结合功能成像和结构成像两方面的优点。多模态融合成像技术已逐渐获得生物医学研究领域科学家的广泛认可, 成为最受欢迎的生命科学研究技术平台之一。

致谢

该项目由国家重大科学仪器专项 (2011YQ030114), 国家自然科学基金 973 项目 (2011CB707500), 国家自然科学基金 (11104058), 和河北省自然科学基金 (A2011201155) 支持。

[参考文献]

- [1] Robert A de Kemp, Frederick H Epstein, Ciprian Catana, et al. Small-animal molecular imaging methods[J]. Journal of Nuclear Medicine, 2010, 51: 18S-32S.
- [2] Bushberg Jerrold T, Boone John, Leidholdt Edwin. The essential physics of medical imaging[M]. Lippincott Williams & Wilkins, 2011.
- [3] Beyer T, Townsend DW, Brun T, et al. A combined PET/CT scanner for clinical oncology[J]. Journal of Nuclear Medicine, 2000, 41: 1369-1379.
- [4] S R Cherry. Multimodality imaging: Beyond pet/ct and spect/ct[J]. Semin Nucl Med, 2009, 39(5): 348-353.
- [5] H Zaidi, R Prasad. Advances in multimodality molecular imaging[J]. Journal of medical physics/Association of Medical Physicists of India, 2009, 34: 122.
- [6] Yanye Lu, Kun Yang, Kedi Zhou, et al. An integrated quad-modality molecular imaging system for small animals[J]. Journal of Nuclear Medicine, 2014, 55: 1375-1379. C

上接第20页

- using the Twente photoacoustic mammoscope: What do we learn from twelve new patient measurements?[J]. Opt. Express, 2012, 20(11): 11582-11597.
- [32] Sergey A Ermilov, Tuenchit Khamapirad, Andre Conjusteau, et al. Laser optoacoustic imaging system for detection of breast cancer[J]. Journal of Biomedical Optics, 2009, 14(2): 024007-14.
- [33] Song W, Wei Q, Feng L, et al. Multimodal photoacoustic

- ophthalmoscopy in mouse[J]. Journal of Biophotonics, 2012, 6(6-7): 505-512.
- [34] Yang JM, Maslov K, Yang HC, et al. Photoacoustic endoscopy[J]. Opt Lett, 2009, 34(10): 1591-1593.
- [35] Liming Nie, Xin Cai, Konstantin Maslov, et al. Photoacoustic tomography through a whole adult human skull with a photon recycler[J]. Journal of Biomedical Optics, 2012, 17(11): 110506. C

RAY-SCAN 64 PET/CT性能测试与 临床测试

Performance Testing and Clinical Trials of RAY-SCAN 64 PET/CT

田润, 丁翼晨, 杨昆, 任秋实
北京大学 工学院 生物医学工程系,
北京 100871

TIAN Jian, DING Yi-chen, YANG
Kun, REN Qiu-shi

Department of Biomedical Engineering,
College of Engineering, Peking University,
Beijing 100871, China

[摘要] 我国PET-CT等高端医疗器械市场被国外产品长期垄断, 屈指可数的国产设备远低于市场需求。北京锐视康科技发展有限公司完全掌握了PET/CT的核心器件及整机生产的全套技术, 研发成功型号为RAY-SCAN 64 PET/CT, 并于2014年2月通过国家食品药品监督管理总局的评审获得注册许可证。严格按照国家标准对该设备进行性能测试, CT的空间分辨率为0.35 mm, PET的最优分辨率达到3.4 mm, 不低于市场主流机型的性能指标。在解放军总医院和北京大学附属北京肿瘤医院完成临床测试, 分别对头部、胸部、腹部、盆腔和病灶区域的病例进行图像质量分析, 并在同等测试条件下与国外两家公司的相似性能设备对比, 发现无显著性差异。

[关键词] PET-CT; 技术参数; 性能测试; 临床测试

Abstract: The PET-CT (Positron Emission Tomography - Computed Tomography) market in China has long been monopolized by imported products. However, current medical equipment designed in China is far from meeting the clinical requirements. ARRAYS Medical Imaging Corporation has a thorough knowledge of the core techniques of PET-CT and production of the integrated system. Its new product, RAY-SCAN 64 PET/CT, demonstrated excellence in the performance test and was successfully validated by China Food and Drug Administration (CFDA) in February 2014. According to the test result, the spatial resolution of CT is 0.35 mm and the best resolution of PET achieves 3.4 mm, which indicates RAY-SCAN 64 PET/CT is comparable with the leading products in the market. In its clinical test, the image quality of brain, chest, abdomen, pelvic and lesion region scans were respectively analyzed by the General Hospital of Chinese People's Liberation Army and Beijing Cancer Hospital. Moreover, in comparison with two products from foreign companies under the same testing conditions, RAY-SCAN 64 PET/CT demonstrated no significant differences in its clinical performance.

Key words: PET-CT; technical parameter; performance testing; clinical trials

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.003
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0011-05

1 简介

近年来, PET-CT 成像技术快速发展^[1], 以美国通用电气 (GE)、荷兰飞利浦 (Philips)、西门子 (Siemens) 为代表的国际化大公司推出了多款 PET-CT 产品, 迅速垄断国际高端医疗设备市场, 在中国市场占有率高达 90% 以上。但是进口设备费用高昂, 使得医疗设备的采购费用与维护成本居高不下, 患者检查检验费用大幅攀升^[2], 导致患者

看病难看病贵, 很大程度上加重了医疗负担, 医患矛盾成为阻碍社会和谐的重大因素^[3]。

中国目前拥有自主知识产权的 PET-CT 几乎空白, 屈指可数的国产设备远远达不到市场的需求^[4]。为了促进国产高端医疗设备的发展, 北京锐视康科技发展有限公司围绕 PET-CT 系统的关键核心技术攻坚克难, 取得了一系列的技术创新与突破, 完全掌握了 PET-CT 的核心器件及整机生产的全套技术。

北京锐视康科技发展有限公司 (ARRAYS Medical

收稿日期: 2014-10-05

修回日期: 2014-11-09

通讯作者: 任秋实, 教授

通讯作者邮箱: renqsh@coe.pku.edu.cn

Imaging Corporation, AMIC) 于 2012 年 12 月研发成功型号为: RAY-SCAN 64 PET/CT 样机。该设备于 2013 年 4 月通过了由国家食品药品监督管理总局 (CFDA) 认可的医疗设备检测中心进行设备性能及电器安全性的检测。于 2013 年 6 月在中国人民解放军总医院、北京肿瘤医院开始了该设备的临床试验。临床试验结果证明该产品完全满足医院临床对疾病诊断的技术要求, 整体图像质量综合评分、定量分析结果与对照设备无显著性差异。2013 年 12 月, RAY-SCAN 64 PET/CT 整机系统被评选为“中关村十大创新成果”。2014 年 2 月, RAY-SCAN 64 PET/CT 整机系统通过 CFDA 评审, 获得注册许可证。

目前北京锐视康科技发展有限公司在产学研医协同技术创新的基础上, 与合作单位一起开展了工程技术的转移及产业化建设。已经建设完成了一条年产能为 20 台的 PET/CT 生产线, 并正在逐步建立完善国内的销售和技术服务体系^[5]。

2 RAY-SCAN 64 PET/CT 系统

Ray-Scan 64PET/CT 是由最新的 64 排 CT 和 36 环 PET 组合而成的一体式 PET/CT 系统, 实现了 PET 与 CT 的同机融合, 共用一个检查床, 一次检查完成 CT 和 PET 的扫描, 在检查过程中病人没有移位, 从物理结构上保证 PET 图像和 CT 图像的融合精度, 不仅可以精确地显示机体的解剖结构, 而且可以从分子水平展现机体组织的功能变化, 并将两者融合显示, 使医生获得最全面的诊疗信息, 对疾病的诊断有重大意义, 特别适用于肿瘤、心血管疾病、神经系统疾病的诊断。

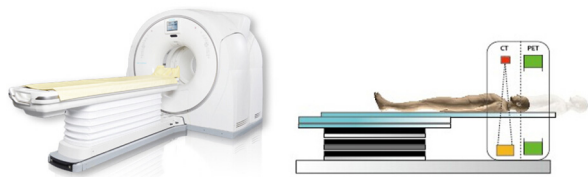


图1 锐视康 (AMI) RAY-SCAN 64 PET/CT 高分辨率PET+64 排CT共轴精确融合

RAY-SCAN 64 PET/CT 的 CT 部分采用管电压 80~140 kV、管电流 10~600 mA 的连续 X 射线发生器和 88 ch×64 排的固体探测器; 扫描开口直径为 750 mm, 减少了患者的幽闭感, 加宽床板可保证患者自然体位进行检查; 通过激光器进行定位, 可进行定位扫描、常规扫描、容积扫描和动态扫描; 同时配备有造影剂浓度监视自动摄影和自动照射控制, 可以根据人体不同部分的特点, 有效控制基于人体三维方向的辐射剂量, 在保证成像质量的前提下, 达到了低辐射剂量的需求。

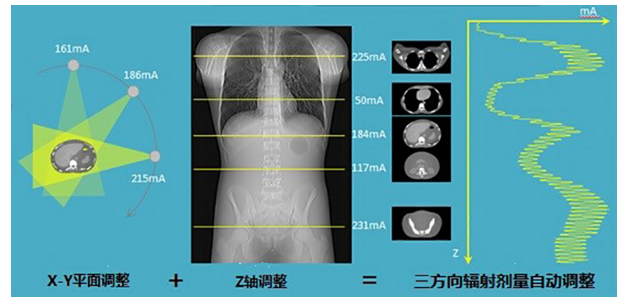


图2 低剂量高画质的64排CT

RAY-SCAN 64 PET/CT 的 PET 部分的探测器由 36 环共 20736 块 BGO 探测器组成。单个晶体的尺寸为 $4.35 \times 4.35 \times 30 \text{ mm}^3$, 将其组合为 9×9 的晶体块, 通过光导耦合到 4 个光电倍增管构成一个探测器模块, 4 个探测器模块通过构成一个探测器, 并在轴向构成 36 个探测器环。整个探测器环的直径为 860 mm, 轴向视野是 163 mm, 横向视野为 $\Phi 600 \text{ mm}$ 。探测器可在二维模式或三维模式下工作, 二维模式的轴向可接受角度为 4.3° , 三维模式下的可接受角度为 10.8° 。此外, 能量阈是 350~650 keV, 不论是二维还是三维模式, 符合窗宽均为 12 ns。

3 性能测试

3.1 CT部分

对于 CT 部分的性能参数, 严格按照全国大型医用设备应用技术评审委员会 1997《X 射线计算机断层扫描装置 (CT) 应用质量检测与评审规范》, 利用 AAPM 体模进行测试。AAPM 体模是一个有机玻璃外壳灌水圆柱体, 内含几个部件分别用于测量高、低对比度分辨率、线性、均匀性和噪声等^[6]。检验结果表明 Ray-Scan 64PET-CT 系统中, CT 的图像噪声低至 0.25%; 采用水模检测 CT 值的均匀性, 结果为 -1.6 HU; CT 值的准确性在空气中为 -1000.4 HU, 在水中为 +0.2 HU; 空间分辨率 (高对比度分辨率) 为 0.35 mm, 对于低对比度分辨率满足孔直径 (mm) × 对比率 (%) $\leq 0.625 \text{ mm} \%$ 的图像张数不低于 50%; 对于大于 2 mm 厚度的切片, 实测值与标称值偏差为 -0.86 mm, 对 1~2 mm 厚度的切片, 实测值与标称值偏差 +14.2%, 对小于 1 mm 厚度的切片, 实测值与标称值偏差 +0.37 mm; 患者床的高度调节范围为 $(465 \pm 3 \sim 1050 \pm 3) \text{ mm}$, 纵向移动范围 $(2110 \pm 5) \text{ mm}$, 横向移动范围从中央位置向左右方向各 $(80 \pm 1) \text{ mm}$, 患者床的步进误差为 0.025 mm。

3.2 PET部分

对于 PET 部分的性能参数, 严格按照美国全国电器制造商协会 (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) NU-2 2007 标准, 对二维和三维模式下的空间分辨率、敏感度、散射分数和图像质量进行了测试, 在 RAY-SCAN 64 PET/CT 系统中, 对于半径为 0 和 100 mm 位置, PET 在二维模式下的灵敏度分别为 1.741 kcps/MBq 和

1.767 kcps/MBq, 三维模式下的灵敏度分别为 7.157 kcps/MBq 和 7.513 kcps/MBq。机架中心 1 cm 处的横断面分辨率不论二维模式还是三维模式半高宽均为 4.5 mm; 机架中心 10 cm 处的横断面分辨率在二维和三维模式下半高宽分别为 5.4 mm 和 5.2 mm; 机架中心 10 cm 处的径向(切向)分辨率在二维和三维模式下半高宽分别为 5.6 mm (5.3 mm) 和 5.4 mm (5.2 mm); 机架中心 1 cm 和 10 cm 处在二维(三维)模式下的轴向分辨率半高宽分别为 3.4 mm (4.8 mm) 和 5.5 mm (5.8 mm)。系统的散射分数在二维和三维模式下分别为 18.36% 和 42.92%。二维模式下, 背景活度缩小倍数 $N=4(N=8)$ 时, 图像质量测试仿体中直径为 22, 17, 13 和 10 mm 的热模对比度分别为 50.33% (52.87%), 33.34% (40.86%), 20.64% (26.36%) 和 10.99% (15.82%)。最后将测试结果与 GE, Philips 和 Siemens 的主流机型性能参数进行比较, 结果如表 1 所示。

表1 Ray-Scan 64PET-CTPET核心性能参数与主流机型对比图

生产商	Philips		Siemens		GE		AMIC
	GEMINI TF BigBore TM	GEMINI TF 64(PET/CT) TM	Biograph mCT TM	Biograph TruePoint TM	Discovery VCT TM	Discovery PET/CT 600 TM	
1 cm处的横断面分辨率	4.7	4.8	4.4	平均4.4	5.0(2D) 5.0(3D)	5.1	4.5(2D) 4.5(3D)
10 cm处的横断面分辨率	5.2	5.2	5.8	平均5.0	5.4(2D) 5.4(3D)	5.6	5.4(2D) 5.2(3D)
1 cm处的轴向分辨率	4.7	4.8	4.5	平均4.4	5.0(2D) 5.0(3D)	5.6	3.4(2D) 4.8(3D)
10 cm处的轴向分辨率	5.2	5.2	4.8	平均5.0	5.6(3D)	6.3	5.5(2D) 5.8(3D)
系统灵敏度 kcps/MBq	6.6	7.0	5.3	7.6	8.0	9.6	7.1
散射分数 (%)3D	26	37	32.7	32	35	36.6	42.9

Ray-Scan 64PET/CT在核心参数上与GE, Philips和Siemens目前市场上销售的主流仪器性能无显著差异。

4 临床测试

Ray-Scan 64PET/CT 的临床试验由解放军总医院和北京大学附属北京肿瘤医院负责完成。所有的病例均来源于核医学科室就诊的患者, 招募的研究对象在充分告知前提下自愿参加并充分了解临床测试方案, 研究对象接受 1.25 mCi/kg 的 ^{18}F -FDG (由解放军总医院放射药物室按 GMP 标准常规生产) 后, 按临床常规方案进行显像, 最终完成 55 例。其中男性 30 例, 女性 25 例, 年龄 54.1 ± 13.6 , 其中 26 例 (47.3%) 就诊目的为肿瘤确诊/诊断, 6 例 (10.9%) 是为了做治疗后评估/复发, 15 例 (27.3%) 目的是肿瘤筛查, 另外有 8 例 (14.5%) 进行非 FDG 显像如 ^{11}C -CFT 和 ^{18}F -DOPA 显像。分别对头颈部、胸部、腹部和盆腔四大重要部分以及病灶区域和非 FDG 成像结果进行临床图像质量的考察, 侧重在 CT 解剖结构清晰度、组织对比度、图像均匀性、形态保真性和图像噪声水平; PET 代谢分布清晰度、均匀性、伪影、失真度和噪声水平; 融合图像上解剖结构显示精度与结构融合精确性、失真度。

4.1 头部

图 3 为 51 岁女性正常头部的 ^{18}F -FDG RAY-SCAN 64

PET/CT 成像结果, 在 PET 图像中, a1 可以清晰观察到皮层和白质, 两者有清晰的分界线, a2 中可以分辨动眼肌和小脑, a3 中可以分辨尾状核头; 在 CT 图像中, b1 可以清晰分辨脑灰质和脑白质, 各脑室基本可以区分, b2 可以清晰分辨眼球、颅底骨及头皮软组织结构, b3 显出了椎孔, 内含脊髓, c1,c2,c3 的 PET-CT 融合图像颅脑解剖结构和代谢结构融合无明显错层或失配准现象。

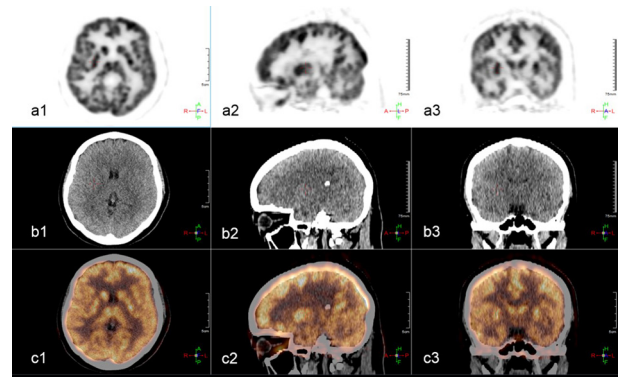


图3 Ray-Scan64排PET-CT对正常头部的 ^{18}F -FDG成像, 其中 a1,a2,a3分别为PET成像的横断面、矢状面和冠状面,比例尺: 5 cm; b1,b2,b3分别为CT成像的横断面、矢状面和冠状面, c1,c2,c3分别为PET-CT融合图像的横断面、矢状面和冠状面, 比例尺: 75 mm。

4.2 胸部

图 4 为 69 岁男性右侧肺癌并伴有淋巴转移的治疗前后 ^{18}F -FDG RAY-SCAN 64 PET/CT 成像结果, a1 的治疗前 PET 图像中显示在右侧肺部有高浓聚, 同时伴随有心肌摄取和膀胱聚集, b1 的治疗后 PET 图像中右侧肺部高浓聚面积减小, 肾部和膀胱都有代谢后的聚集, 对比 a4 和 b4 的 PET-CT 融合图像可明显看到肿瘤经过治疗, 病灶区域明显减小; 从 a2, b2 的 PET 横断面图像可以清晰看到肺部、心脏及胸壁软组织的放射性摄取, 从 a3, b3 的 CT 横断面图像可以清晰分辨肺纹理、气管与支气管、心脏、脊柱、肋骨及胸部软组织。

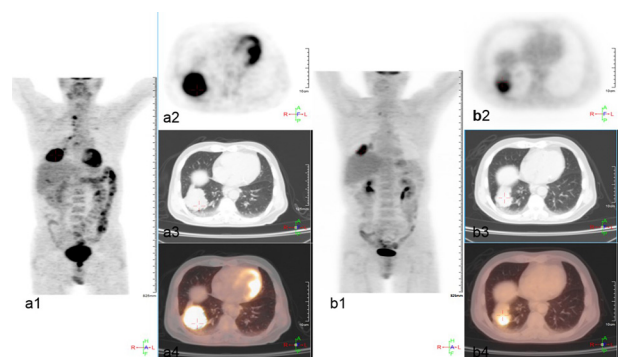


图4 RAY-SCAN 64 PET/CT对胸部病灶治疗前后的 ^{18}F -FDG成像, 其中a1, a2, a3, a4分别为治疗前PET成像的冠状面, PET成像的横断面, CT成像的横断面, PET-CT融合图像的横断面

面；b1, b2, b3, b4分别为治疗后PET成像的冠状面，PET成像的横断面，CT成像的横断面，PET-CT融合图像的横断面。比例尺：（a1, b1）82.5 cm；（a2, a4, b2, b3, b4）10 cm；（a3）12.5 cm。

4.3 腹部

图5为42岁女性宫颈癌并伴有肝转移的¹⁸F-FDGRAY-SCAN 64 PET/CT 成像结果，从a3的PET冠状面图像可以观察到肝、胃、肠、骨及软组织摄取等，b2和b3的CT图像可以分辨肝脏、胆囊、脾脏、胰腺、双肾上腺、双肾、肠管和腹背肌肉，c2, c3的PET-CT融合图可见子宫颈和肝部都有葡萄糖的高浓聚，c1是肝部肿瘤的横断面。

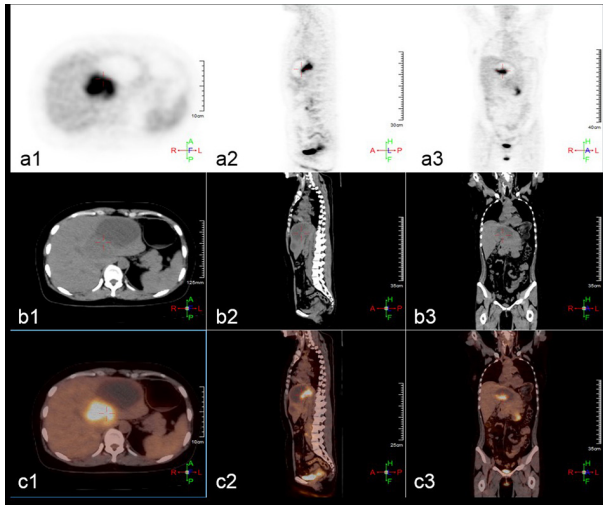


图5 RAY-SCAN 64 PET/CT对腹部病变的¹⁸F-FDG成像，其中a1, a2, a3分别为PET成像的横断面、矢状面和冠状面；b1, b2, b3分别为CT成像的横断面、矢状面和冠状面；c1, c2, c3分别为PET-CT融合图像的横断面、矢状面和冠状面。比例尺：（a1, c1）10 cm；（b1）12.5 cm；（c2）25 cm；（a2）30 cm；（b2, b3, c3）35 cm；（a3）40 cm。

4.4 盆腔

图6为45岁女性乙状结肠癌与甲状腺良性病变¹⁸F-FDGRay-Scan 64PET-CT 成像结果，a2, a3的PET图像可分辨盆腔部分的膀胱尿液、肌肉与骨关节，b2, b3的CT图像可以清晰显示子宫及其附件、膀胱、盆腔骨与周围软组织结构、下肢骨及关节，c2, c3的PET-CT融合图像可见乙状结肠部位高亮，同时伴有膀胱和肾脏处代谢的浓聚，c1是乙状结肠处肿瘤的横断面图。

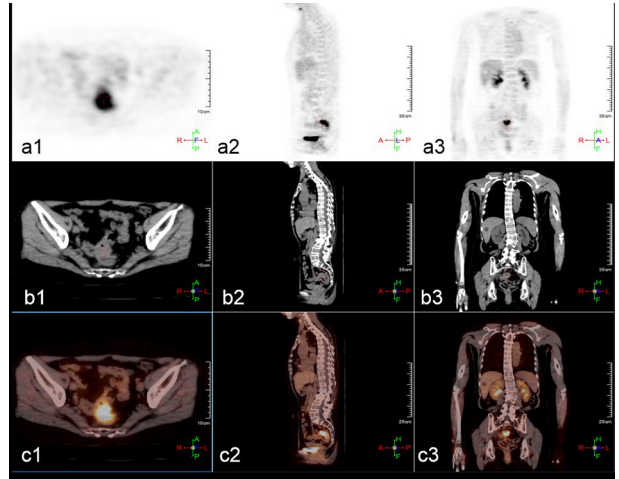


图6 RAY-SCAN 64 PET/CT对盆腔病变的¹⁸F-FDG成像，其中a1, a2, a3分别为PET成像的横断面、矢状面和冠状面；b1, b2, b3分别为CT成像的横断面、矢状面和冠状面；c1, c2, c3分别为PET-CT融合图像的横断面、矢状面和冠状面。比例尺：（a1, b1, c1）10 cm；（a2, a3）30 cm；（b2, b3）35 cm；（c2, c3）25 cm。

4.5 病灶区域

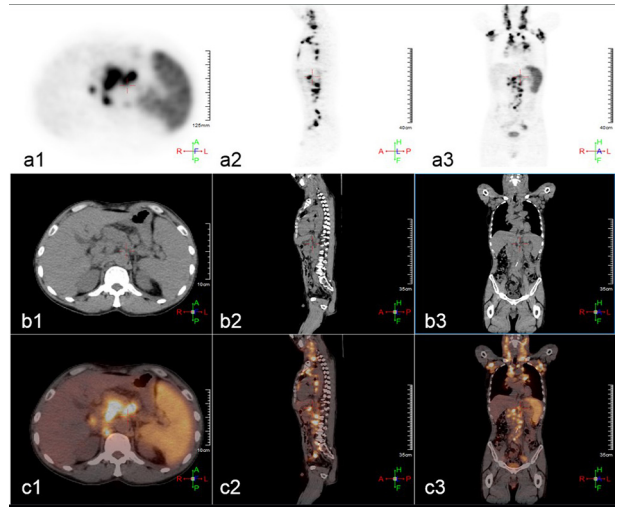


图7 RAY-SCAN 64 PET/CT对全身肿瘤的¹⁸F-FDG成像，其中a1, a2, a3分别为PET成像的横断面、矢状面和冠状面；b1, b2, b3分别为CT成像的横断面、矢状面和冠状面；c1, c2, c3分别为PET-CT融合图像的横断面、矢状面和冠状面。比例尺：（a1）12.5 cm；（b1, c1）10 cm；（a2, a3）40 cm；（b2, b3, c2, c3）35 cm。

4.6 非FDG成像

图7为50岁男性非霍奇金淋巴瘤¹⁸F-FDG Ray-Scan64 PET-CT 成像结果，从c2, c3可见在淋巴结、脾脏、胸腺等淋巴器官和淋巴结外的淋巴组织和器官的淋巴造血系统均有恶性肿瘤分布，是一种全身性疾病。

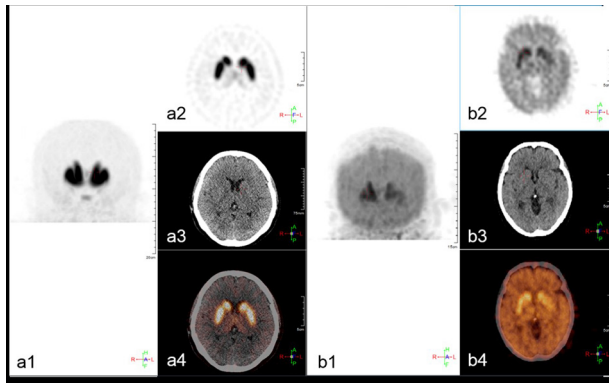


图8 RAY-SCAN 64 PET/CT的非FDG成像,其中a1-4为头部的 ^{18}F -DOPA成像结果,分别为PET图像的冠状面、横断面,CT图像的横断面和融合图像的横断面; b1-4为头部的 ^{11}C -CFT成像结果,分别为PET图像的冠状面、横断面,CT图像的横断面和融合图像的横断面。比例尺:(a1) 20 cm;(a2, a4, b2, b3, b4) 5 cm;(a2) 75 mm;(b1) 15 cm。

除了FDG成像, Ray-Scan 64 PET-CT使用 ^{18}F -DOPA和 ^{11}C -CFT对正常脑部的成像结果如图8所示。图8a和图8b是均可清晰分辨基底节,一定程度上, ^{18}F -DOPA的显像效果更优于 ^{11}C -CFT。从结果可知,该设备对FDG以外药物响应仍满足临床需求。

4.7 临床测试结果对比

国产设备锐视康公司产品 RAY-SCAN 64PET/CT 经北京解放军总医院和北京肿瘤医院临床验证,在同一个病人同样的药物剂量的情况下,在两台不同的PET-CT下进行扫描,与两款国际市售进口先进设备定性对比。图9、10展示代表性结果, RAY-SCAN 64 PET/CT 与国际市场主流产品在病灶数量和器官结构上没有显著性差异,一定程度上对肿瘤部位的显示更加清晰,有助于临床医生的判断。

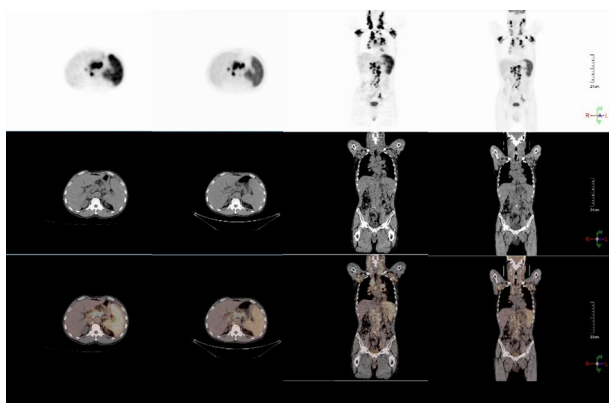


图9 RAY-SCAN 64 PET/CT与国外某公司1的临床图像对比,其中a1, a2, a3分别为锐视康公司的PET、CT、PET-CT的横断面图像, b1, b2, b3分别为国外某公司1的PET, CT, PET-CT的横断面图像, c1, c2, c3分别为锐视康公司的PET, CT, PET-CT的冠状面图像, d1, d2, d3分别为国外某公司1的PET,CT,PET-CT的冠状面图像。

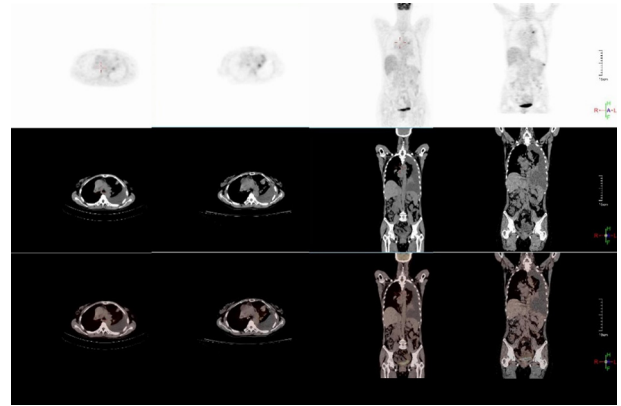


图10 RAY-SCAN 64 PET/CT与国外某公司2的临床图像对比,其中a1, a2, a3分别为锐视康公司的PET, CT, PET-CT的横断面图像, b1, b2, b3分别为国外某公司2的PET, CT, PET-CT的横断面图像, c1, c2, c3分别为锐视康公司的PET, CT, PET-CT的冠状面图像, d1, d2, d3分别为国外某公司2的PET, CT, PET-CT的冠状面图像。

5 总结

锐视康科技发展有限公司的 RAY-SCAN 64PET/CT 是我国第一台 64 排全自主知识产权 PET-CT, 打破了国际垄断, 为价格更低诊断更优的国民医疗服务奠定了基础。充分考虑病人就诊的舒适程度与医生操作读片的方便易用, 同时在技术参数和性能参数上与国际市场上主流机型无显著差异, 部分核心参数超过国外厂商的产品。在临床测试中, 分析了 5 个病例, 分别为正常头部、胸部右侧肺癌伴有淋巴转移, 腹部宫颈癌伴随肝转移, 盆腔部乙状结肠癌伴随甲状腺良性病变和非霍奇金淋巴瘤全身性病灶, RAY-SCAN 64 PET/CT 的显像结果均能够对各部位重要解剖结构进行分辨, 达到诊断的目的。有充分的理由相信优秀的国产设备终将在国际高端医疗设备领域占领一席之地。

[参考文献]

- [1] Townsend DW, Carney JP, Yap JT, et al. PET/CT today and tomorrow[J]. Journal of Nuclear Medicine, 2004, 45(1): 4S-14S.
- [2] 郑小溪, 陆庆生, 姜天. 国产医疗设备对于减少患者医疗费用的重要作用[J]. 医疗卫生装备, 2010, (11): 127-128.
- [3] 李延. 中国医疗公平问题研究[D]. 济南: 山东大学, 2008.
- [4] 许迎新. 浅谈国产医疗设备在医疗市场的现状[J]. 医疗装备, 2002, (11): 41.
- [5] 张东宁. 东软派斯通医疗系统有限公司 PET 产品美国市场营销策略研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2010.
- [6] Judy PF, Balter S, Bassano D, et al. Rothenberg. Report No. 1 PHANTOMS FOR PERFORMANCE EVALUATION AND QUALITY ASSURANCE OF CT SCANNERS[M]. American

下转第6页

光声层析成像研究进展

Advances in Studies on Photoacoustic Tomography

吴宁, 任秋实, 李长辉

北京大学 工学院 生物医学工程系,
北京 100871

WU Ning, REN Qiu-shi, LI
Chang-hui

Department of Biomedical Engineering,
College of Engineering, Peking University,
Beijing 100871, China

[摘要] 光声层析成像 (Photoacoustic tomography, PAT) 是一种新兴的生物医学成像技术, 它结合了组织的光学吸收特性以及超声探测优势, 具有对比性强、灵敏度高、成像深度深的优点。本文综述了PAT技术的原理和主要成像手段。并重点结合PAT的技术优势, 讨论了它在临床医学中的巨大应用前景。

[关键词] 光声层析成像, 分子成像, 功能成像

Abstract: As an emerging bio-medical imaging technique, photoacoustic tomography (PAT) combines the optical absorption and ultrasonic detection, which can provide high-contrast, high-sensitivity and in-depth imaging in living tissues. In this paper, the principle of PAT mechanism and its primary imaging methodology are reviewed. In addition, its great potential to be applied in clinical medicine is discussed based on its unique advantages.

Key words: photoacoustic tomography; molecular imaging; functional imaging

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.004

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0016-05

1 引言

我们都有这样的经历, 在乌云密布的雷雨天, 空中的闪电照亮了一大片云层, 随之而来的是轰鸣的雷声。19世纪70年代, Few利用雷声信号到达不同雷声传感器的时间差以及雷声信号和雷电电磁信号的时间差首次定位了雷声声源的位置^[1]。这个事实告诉我们, 如果光源发光的同时产生声波, 即使该光源处于光学散射介质中, 例如生物组织, 我们也可以通过观测声波获得光源的位置。本文要介绍的光声层析成像 (PAT) 就是利用这样的探测原理。

PAT成像的理论依据是光声效应 (Photoacoustic effect, PA), 该效应描述的是: 当脉冲或经过调制的电磁波来照射物体时, 有的物体会吸收电磁波能量并发热, 伴随着的热膨胀产生向外传播的声波^[2]。该效应最早由亚历山大·贝尔于1880年发现, 到20世纪70年代开始广泛地应用于物理、化学、生物、医药等多个领域中 (Rosencwaig 1980, Gusev et al 1993)。PAT正是利用这个效应, 并结合声波在软组织中的低散射性, 通过测量产生的声波获得体内光学吸收体的位置和形态等信息。

收稿日期: 2014-10-05

基金项目: 国家重大科学仪器专项 (2011YQ030114), 国家自然科学基金973项目 (2011CB707500), 国家自然科学基金 (11104058), 河北省自然科学基金 (A2011201155) 支持。

通讯作者: 李长辉, 特聘研究员。

通讯作者邮箱: chli@pku.edu.cn

PAT最重要的优势就是突破了纯光学高分辨成像技术的成像深度壁垒: 由于组织对光的强散射作用, 光学成像分辨率随着深度的增加而急剧降低, 使得纯光学技术的高分辨组织成像被限制在几个毫米深度, 这在很大程度上限制了它的实际应用范围^[3-4]。PAT正是通过光学与超声技术的结合, 充分地利用了低散射的超声波, 实现了几个厘米深的高分辨成像。以下我们先解释PAT的基本机制, 然后介绍它的主要成像模式, 在第三部分讨论了PAT在临床医学学生的研究现状和潜在应用, 最后总结并展望该技术未来可能的发展趋势。

2 光声层析成像原理及模式

在生物医学领域中, 具有短脉宽 (纳秒级) 的脉冲激光常被用做PAT的光源^[2]。就像云层中的闪电那样, 激光射入组织后, 光子被组织散射到很大的区域。如果在光子到达的区域中存在光学吸收体, 那么这些部位吸收光能后产生的热量会引起吸收体升温膨胀挤压周围的组织从而产生超声波。就像雷声穿透厚厚的云层那样, 产生的超声波在软组织中可以在软组织内自由传播很远。

在位置 \mathbf{r} 处的物体吸收脉冲光能量后发生热膨胀会产生一个初始压强 $p_0(\mathbf{r})$, 其正比于吸收光的能量, 数学表达式为:

$$p_0(\mathbf{r}) = \Gamma A(\mathbf{r}) \quad (1)$$

$$= \Gamma \mu_a F(\mathbf{r})$$

其中 $A(\mathbf{r})$ 是指位置 \mathbf{r} 处单位时间和单位体积内吸收的光能量, Γ 是格日尼森系数 (Gruneisen coefficient), 描述吸收的光能量转化为压力的关系, μ_a 是吸收体的光吸收系数, F 是到达 \mathbf{r} 处的光子注量 (正比于光子密度)。在一定的光照和环境条件下, 初始压力波幅值正比于组织的光吸收系数。通过初始条件 (公式 1), 根据声波的波动方程就可以得到超声波在软组织中的传播过程。由于对超声压力波的探测灵敏度足够高, PAT 中引起的组织局部升温原小于 1 摄氏度, 是一种非常安全的成像技术。而不同组织的光吸收系数不同, 就成为了 PAT 图像对比度的来源。图 1 列举了生物体内主要组织的消光系数 (主要是吸收) 随波长的变化。例如, 在可见光和近红外范围内血管和黑色素相比于外周脂肪组织和水有更大的消光系数, 这一特性使 PAT 在血管系统以及黑色素瘤等成像方面具有巨大的优势。

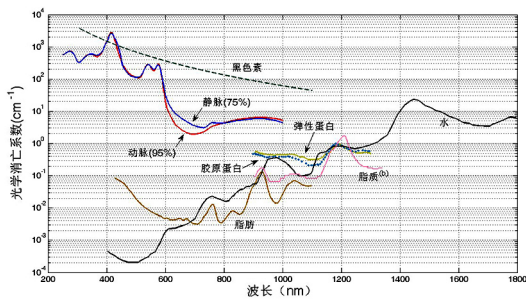


图1 生物体内主要发色团的消光系数和波长关系图

基于不同的重建算法, PAT 可以分为两大类: 光声显微 (PA microscopy, PAM) 和光声计算层析 (PA computed tomography, PACT)。类似光学显微成像使用聚焦物镜那样, PAM 使用聚焦的超声探头来探测在探头聚焦区域的原始信号, 不同的是 PAM 可以根据超声信号的时域信息获得该方向的一维深度信息。根据决定横向分辨率的方法不同, PAM 又可以分为声分辨率的 PAM (acoustic-resolution PAM, AR-PAM) 和光分辨率的 PAM (optical-resolution PAM, OR-PAM)。相比 PAM 的高分辨率, PACT 更多的像临床用的 B 超那样多点采集信号, 然后通过计算机的重建获得由深度散射光产生的光声信号, 实现深度组织成像。图 2 展示了 PAT 不同模式的成像深度和分辨率的趋势。从图中可以看到, 目前 PAT 的成像深度可以达到 $10^{-1} \sim 10^2$ mm 量级, 而分辨率跨越了 $10^{-1} \sim 10^3 \mu\text{m}$ 量级, 同时成像深度和分辨率的比值高达 200。多尺度高分辨率的成像优势使 PAT 在生物医学光学成像中成为了一颗耀眼的明星^[4-8]。

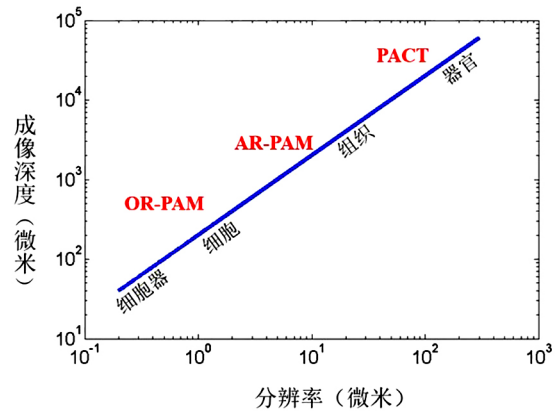


图2 PAT多尺度在体成像。PAT目前可以实现从亚微米的细胞器到厘米尺度的组织器官不同尺度成像。

2.1 光声显微成像

我们已经知道, 根据横向分辨率的决定因素不同, PAM 可以分为 OR-PAM 和 AR-PAM。下面将会一一介绍。

OR-PAM 基于光学聚焦, 在 PAT 成像的所有模式中提供了最高的成像分辨率。图 3 给出了一个 OR-PAM 模式的系统及成像结果^[9-10]。在该式系统中 (图 3(a) 和 (b)), 聚焦激光 (532 nm) 从样品底部照射, 同时聚焦超声探头从样品上部接收。为了达到最优的信噪比, 激发光和探测超声的要求“共聚焦”。由超声探头接收到的信号被放大器放大, 经高速采集卡转换成数字信号存储并用于后续的图像处理。激发聚焦光路, 超声探头以及放大器固定在二维平移台上, 进行平面扫描。在 PAM 系统中, 每一个光激发位置得到该深度方向的一维信息, 随着平移台的二维移动, 最终可以得到样品的三维信息。图 3(c) 是用该系统对受精后 3~4 天斑马鱼进行成像以及对照片结果。基于斑马鱼的自发对比度, 我们可以清晰地看到斑马鱼全身的血管, 黑色素, 眼睛等精细结构。

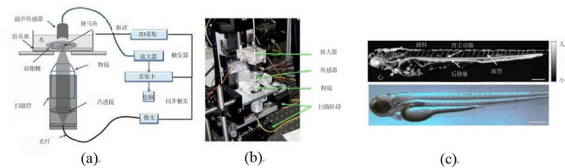


图3 OR-PAM系统及成像结果。系统结构图 (a), 照片 (b), 幼年斑马鱼全身成像 (c, 上) 和对照片 (c, 下)。图片摘自并获得文献^[9]的使用许可。

由于光在组织中散射很强, 依赖光学聚焦的 OR-PAM 的成像深度受到限制。AR-PAM 的横向和纵向分辨率都是由超声探头决定。由于超声在组织中的散射很小, 基于超声探头不同的带宽, 可以实现从皮下血管到内脏的不同尺度成像。

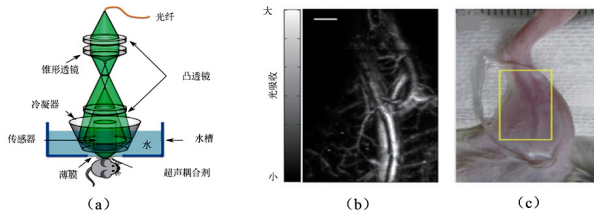


图4 暗场AR-PAM系统结构图及成像结果。(a) AR-PAM系统结构图；(b) 小鼠下肢(图c黄框内)的成像结果。图片摘自并获得文献^[11]的使用许可。

图4给出了我们研发出的AR-PAM系统结构图以及对小鼠下肢血管的成像结果^[11]。如图4(a), 脉冲激发经多模光纤导出, 经过锥透镜, 聚焦透镜以及聚光器后在样品表面形成中空的多纳圈。被激发出的光声信号被聚焦探头接收, 经过放大器后由计算机进行采集和处理。图4(b)是对(c)中黄框区域成像结果。在无任何标记的情况下, 小鼠后腿部的血管大小都可以以高信噪比进行成像, 并且部分血管是在皮下较深部位。

总体来说, 光声显微成像利用纯光学聚焦或者超声聚焦, 同时具备光学成像的高分辨率又利用超声的强穿透性弥补了光在组织中的强散射, 从而提高了成像的深度。光声显微成像在细胞, 表层以及皮下血管的成像中有不可替代的地位。

2.2 光声计算机断层成像

光声计算机断层成像(PACT)通过探测被成像物体周围不同位置处的光声信号 $p(\mathbf{r}, t)$, 经过重建算法得出组织内光学吸收体位置。最简单的重建过程与在不同地点记录雷声, 从而得到闪电位置类似。

和PAM相比, PACT成像中收集信号的位置有更大的自由度, 可以针对真实成像对象进行相应的设计, 使其在临床前动物研究和临床应用方面具有广阔的空间。早期的PAT成像利用单探头环形扫描的形式, 成功获得了小动物脑皮层血管的高分辨无创成像。随着技术的发展, 越来越多的定制PAT阵列用于不同的研究方向。例如, 目前国际上已有多个实验室研发了PAT小动物全身成像系统, 部分已经形成产品^[12-15]。

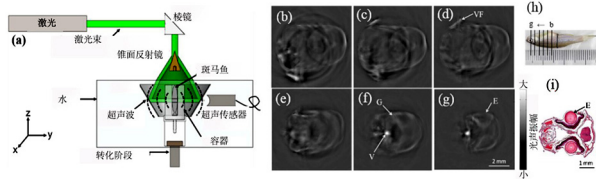


图5 PACT系统及成像结果。(a) 系统结构图；(b) — (g) 是(h)中相应断层PAT图；(i)解剖图。E眼睛；VF腹部；V血管；G鳃。图片摘自并获得文献^[16]的使用许可。

图5是我们研发的一个PACT系统^[16]。激发光经过棱镜、

锥面镜以及反声透光膜水平照射于样品, 由样品断面发出的光声信号经过反声透光膜被聚焦超声探头接收, 在由放大器放大后被计算机采集和处理。超声探头被固定在与入射光同轴心的圆形旋转控制台上进行环形扫描。利用该系统我们研究了成年斑马鱼。图5(b) - (g)是(h)中相应黑色标记线的断层图像。眼睛、血管、鳃、鳍等器官结构在PACT上高对比度地成像。

除了介绍的这两种基本类型, 根据不同的成像需要和条件, PAT已经发展了大量的成像系统, 有的是这两类的综合。

2.3 光声功能与分子影像

作为光学成像的一种, PAT也可以通过多波长的进行光谱功能性成像。此外, 和其他成像模态类似, 当与靶向光声造影剂相结合, PAT可以针对性地对肿瘤、炎症等进行分子影像。

光声功能影像的代表是对血氧饱和度的成像。红细胞内的氧和血红蛋白(HbO_2)和脱氧血红蛋白(Hb)对光的吸收有很大不同, 所以血液的光学吸收系数为

$$\mu_a(\lambda, r) = 2.303 \times [\epsilon_{Hb}(\lambda)[Hb](r) + \epsilon_{HbO_2}(\lambda)[HbO_2](r)] \quad (2)$$

其中 $[HbO_2]$ 表示氧合血红蛋白的摩尔浓度(mol L^{-1}), $[Hb]$ 表示脱氧血红蛋白的摩尔浓度。若用 $\epsilon_{Hb}(\lambda)$ 表示脱氧血红蛋白在波长 λ 下的吸收系数, $\epsilon_{HbO_2}(\lambda)$ 表示氧合血红蛋白在波长 λ 下的吸收系数。通过多波长下进行PAT成像, 就可以将 $[Hb](r)$ 和 $[HbO_2](r)$ 计算出来, 进而得到该位置的血氧饱和度

$$SO_2 = \frac{[HbO_2]}{[Hb] + [HbO_2]} \quad (3)$$

生物体局部血氧饱和度的变化是反映新陈代谢水平的重要标志, 不少课题组在功能性光声成像中已取得了重要突破。Hu等(2011)利用高分辨率OR-PAM实现高精度小鼠耳部毛细血管血氧饱和度成像(如图6b)^[7], Jiang等(2014)利用PAT实现乳腺血氧饱和度的定量检测, 并监测新型辅助化疗后乳腺癌血氧饱和度的变化^[17]。

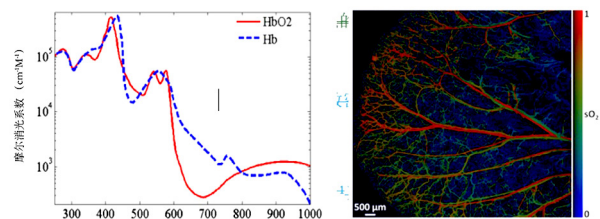


图6 (a) 含氧血红蛋白(红色)和脱氧血红蛋白(蓝虚线)在不同波长下的消光系数；(b) 小鼠耳朵血氧饱和度图像。图片摘自并获得文献^[7]的使用许可。

光声分子影像把分子影像和 PAT 结合, 通过对带有分子探针的光声对比剂成像, 从影像学上研究在分子和细胞层次上的生理病理过程。为了使分子探针具有很好的光学吸收特性, 利用生物化学的方法把分子探针(例如抗体蛋白)和光学吸收体结合(例如染料分子或者纳米粒子), 成为了光声造影剂的主要合成方法。分子探针通过与靶分子的结合, 将光学吸收体富集在靶分子的位置。通过对光声造影剂的高对比度成像, 就可以得到靶分子的在体分布, 实现分子影像的目的。目前, 已有多种光学吸收体, 包括碳纳米材料、金属纳米颗粒和染料等, 被成功地用于合成光声造影剂, 并用于研究包括肿瘤和炎症等生理病理过程^[18-24]。以下以金纳米粒子做具体说明。

图 7 是对黑色素靶向的纳米金笼, 随着观察时间的增加, 在黑色素瘤处的 PA 信号逐渐增强, 经过 6 h 后, 达到最大并稳定^[25]。通过在 0 h 和 6 h 的对比, 我们可以看出对黑色素瘤具有靶向性的纳米金笼为 PAT 成像提供了极高的对比度, 这也为肿瘤生理病理过程的研究提供了极大帮助。

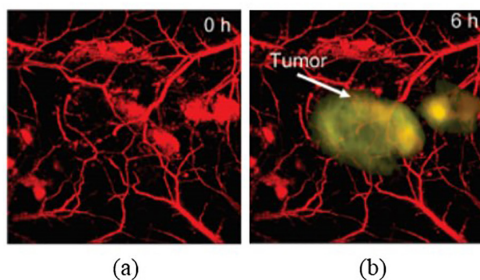


图7 PAT对纳米金笼造影剂靶向富集监测。红色为血管, 金色为被靶向的肿瘤。Tumor: 肿瘤。图片摘自并获得文献^[25]的使用许可。

3 光声层析成像在医学上的应用

PAT 不仅突破了传统高分辨光学成像的深度壁垒, 也可以通过光谱 PAT 实现功能成像。PAT 成像在临床上有极其广泛的应用前景, 是目前国内外重点研究的新型临床影像设备。根据 PAT 的成像特点, 现有的重点研究方向包括: 皮肤成像、乳腺成像等。

皮肤虽然平均厚度只有 1 mm, 但皮肤对光的强散射使得传统光学显微镜在皮肤病的诊断上作用非常有限, 而纯超声对疾病组织的对比度又不够。因此皮肤科医生更多的是依靠经验而不是影像结果进行诊断。PAT 可以对皮肤内和皮下的很多病变组织(如黑色素瘤、血管增生相关)进行高分辨率无创成像。目前, 针对皮肤癌、烧伤、葡萄酒色斑等疾病的诊断和影像引导治疗已经开展前期研究^[26-28]。除了皮肤成像外, 由于血管增生是乳腺癌的重要特征, 本身也是光学强吸收体, 针对血管的光声乳腺成像一直是 PAT 研究的热点。国内外在这方面都做了大量研究, 研发了不仅和超声检查结合的手持式光声/超声探测设备, 还

有定制的光声乳腺成像系统。目前, 已经实现在无标记乳房 4 cm 深度的 PAT 成像^[29]。多个实验室已经开展临床前期实验, 并获得了重要进展^[30-32]。

随着 PAT 的发展, 越来越多的 PAT 系统面向临床问题需求进行研发, 包括眼睛成像^[10,33]、光声内窥镜^[34]、脑成像^[35]等。

4 展望与总结

本文系统性地介绍了 PAT 成像技术的原理, 系统模式以及在基础研究和临床医学中的应用。PAT 的重要优势是其利用软组织中超声弱散射的特点, 将高分辨光学成像深度大大推进到几个厘米的范围, 可以实现从细胞器到组织乃至器官的多尺度成像。另一方面它也保留了光学光谱成像的优势, 可以通过多光谱实现重要的功能影像, 如定量测量血氧饱和度。同时, 光声造影剂的使用进一步提高了 PAT 的成像深度和对比度, 并通过靶向造影剂实现了光声分子影像。作为一种新兴的成像手段, PAT 成像技术在生命科学和临床医学上快速发展, 并受到广泛关注。然而, PAT 在临床的应用依然面临挑战, 主要是存在对深层组织的图像的对比度不够的缺点。这一方面要求在激光(尤其是红外激光)技术和高灵敏超声探测技术的进一步发展, 另一方面需要和临床研究更紧密结合, 并结合图像分析和处理技术, 对 PAT 的临床成像结果进行更加精确和全面的解读。

光声层析成像通过在体内制造“闪电”, 并透过厚厚的组织探测产生的“雷声”, 为生命医学成像开辟了一个新的道路。如何只让特定的组织(如癌症组织)产生“雷声”? 如何更有效地探测“雷声”都是今后的研究重点。我们期望在今后的五到十年内, PAT 可以实现在临床上的真正应用, 成为像超声系统那样普遍采用的临床诊断影像设备。

致谢

该项目由国家重大科学仪器专项(2011YQ030114), 国家自然科学基金 973 项目(2011CB707500), 国家自然科学基金(11104058), 和河北省自然科学基金(A2011201155)支持。

[参考文献]

- [1] Few A. Lightning channel reconstruction from thunder measurements[J]. Journal of Geophysical Research, 1970, 75(36): 7517-7523.
- [2] Li C, Wang LV. Photoacoustic tomography and sensing in biomedicine[J]. Physics in Medicine and Biology, 2009, 54(19): R59-R97.
- [3] Kim C, Favazza C, Wang LV. In vivo photoacoustic tomography of chemicals: high-resolution functional

- and molecular optical imaging at new depths[J].*Chemical reviews*,2010,110(5):2756–2782.
- [4] Wang LV,Hu S.Photoacoustic tomography:in vivo imaging from organelles to organs[J].*Science*,2012,335(6075):1458–1462.
- [5] Zhang C,Maslov K,Wang L V.Subwavelength-resolution label-free photoacoustic microscopy of optical absorption in vivo[J].*Optics letters*,2010,35(19):3195–3197.
- [6] Christopher P Favazza,Omar Jassim,Lynn A Cornelius,et al.In vivo photoacoustic microscopy of human cutaneous microvasculature and a nevus[J].*Journal of biomedical optics*,2011,16(1):0160.
- [7] Hu S,Maslov K,Wang LV.Second-generation optical-resolution photoacoustic microscopy with improved sensitivity and speed[J].*Optics letters*,2011,36(7):1134–1136.
- [8] Kruger RA,Lam RB,Reinecke DR,et al.Photoacoustic angiography of the breast[J].*Medical physics*,2010,37(11):6096.
- [9] Shuoqi Ye,Ran Yang,Jingwei Xiong,et al.Label-free imaging of zebrafish larvae in vivo by photoacoustic microscopy[J].*Biomedical optics express*,2012,3(2):360–365.
- [10] Wu N,Ye S,Ren Q,et al.High-resolution dual-modality photoacoustic ocular imaging[J].*Optics Letters*,2014,39(8):2451–2454.
- [11] Shuoqi Ye,Junyu Yang,Jianzhong Xi,et al.Studying murine hindlimb ischemia by photoacoustic microscopy[J].*Chinese Optics Letters*,2012,10(12):121701.
- [12] Brecht HP,Su R,Fronheiser M,et al.Whole-body three-dimensional optoacoustic tomography system for small animals[J].*Journal of Biomedical Optics*,2009,14(6):064007–8.
- [13] Jun X,Wang LV.Small-Animal Whole-Body Photoacoustic Tomography: A Review[J].*Biomedical Engineering,IEEE Transactions on*,2014,61(5):1380–1389.
- [14] Jun Xia,Muhammad R Chatni,Konstantin Maslov,et al.Whole-body ring-shaped confocal photoacoustic computed tomography of small animals in vivo[J].*Journal of Biomedical Optics*,2012,17(5):050506.
- [15] Jun Xia,Muhammad R Chatni,Konstantin Maslov,et al.Whole-body ring-shaped confocal photoacoustic computed tomography of small animals in vivo[J].*J Biomed Opt*,2012,17(5):050506.
- [16] Zijian Deng,Honghong Zhao,Qiushi Ren.Acoustically penetrable optical reflector for photoacoustic tomography[J].*Journal of Biomedical Optics*,2013,18(7):070503.
- [17] Li X,et al.Functional photoacoustic tomography of breast cancer: Pilot clinical results[C].*Biomedical Optics 2014*. Miami,Florida:Optical Society of America.
- [18] Alexander A Oraevsky,Sergey Ermilov,Andre Conjusteau,et al.Molecular imaging in the mouse model of breast cancer based on optical illumination and ultrasonic detection[J].*Breast Cancer Research and Treatment*,2007,106:S77–S78.
- [19] Adam De La Zerda,Cristina Zavaleta,Shay Keren,et al.Carbon nanotubes as photoacoustic molecular imaging agents in living mice[J].*Nature Nanotechnology*,2008,3(9):557–562.
- [20] Xiang L,Yuan Y,Xing D,et al.Photoacoustic molecular imaging with antibody-functionalized single-walled carbon nanotubes for early diagnosis of tumor[J].*Journal of Biomedical Optics*,2009,14(2):021008.
- [21] Zhang Q,Iwakuma N,Sharma P,et al.Gold nanoparticles as a contrast agent for in vivo tumor imaging with photoacoustic tomography[J].*Nanotechnology*,2009,20(39):8.
- [22] Jin-Woo Kim,Ekaterina I Galanzha,Evgeny V Shashkov,et al.Golden carbon nanotubes as multimodal photoacoustic and photothermal high-contrast molecular agents[J].*Nature Nanotechnology*,2009,4(10):688–694.
- [23] Meng-Lin Li,Jung-Taek Oh,Xie X,et al.Simultaneous molecular and hypoxia imaging of brain tumors in vivo using spectroscopic photoacoustic tomography[C].In *Proceedings of the IEEE*,2008:481–489.
- [24] David L Chamberland,Ashish Agarwal,Nicholas Kotov,et al.Photoacoustic tomography of joints aided by an Etanercept-conjugated gold nanoparticle contrast agent—an ex vivo preliminary rat study[J].*Nanotechnology*,2008,19(9):095101.
- [25] Kim C1,Cho EC,Chen J,et al.In vivo molecular photoacoustic tomography of melanomas targeted by bioconjugated gold nanocages[J].*ACS nano*,2010,4(8):4559–4564.
- [26] Kolkman RG,Mulder MJ,Glade CP,et al.Photoacoustic imaging of port-wine stains[J].*Lasers Surg Med*,2008,40(3):178–182.
- [27] Vionnet L,Gateau J,Schwarz M,et al.24MHz Scanner for Optoacoustic Imaging of Skin and Burn[J].*IEEE Trans Med Imaging*,2014,33(2):535–545.
- [28] Hao F Zhang,Konstantin Maslov,George Stoica,et al.Functional photoacoustic microscopy for high-resolution and noninvasive in vivo imaging[J].*Nature Biotechnology*,2006,24(7):848–851.
- [29] Kruger RA,Kuzmiak CM,Lam RB,et al.Dedicated 3D photoacoustic breast imaging[J].*Medical Physics*,2013,40(11):113301.
- [30] Todd N Erpelding,Alejandro Garcia-Urbe,Arie Krumholz,et al.A dual-modality photoacoustic and ultrasound imaging system for noninvasive sentinel lymph node detection: preliminary clinical results[J].*Photons Plus Ultrasound:Imaging and Sensing*,2014.
- [31] Heijblom M,Piras D,Xia W,et al.Visualizing breast cancer

PET/CT胸腹部图像配准算法及系统设计

Design of A Registration Algorithm and System for Thoracic and Abdominal PET/CT Images

吴薇薇^a, 孙蒙蒙^b, 吴水才^b

北京工业大学 a.电子信息与控制工程学院; b.生命科学与生物工程学院, 北京 100124

WU Wei-wei^a, SUN Meng-meng^b,
WU Shui-cai^b

a.College of Electronic Information and Control Engineering; b.College of Life Science and Bioengineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China

[摘要] 本文主要从多层次变换和多层次优化策略两个方面对胸腹部联合扫描得到的PET/CT图像进行配准算法研究, 重点在于校正因呼吸运动引起的图像形变和误配准, 并在此基础上基于医学图像处理软件包 (ITK)、可视化工具包 (VTK) 和面向对象开发框架 (QT) 设计并实现了一个交互性强、用户界面友好的医学图像配准系统。实验结果表明, 本文提出的弹性配准算法能够对PET图像形变和误配准进行校正, 在准确性上比仅使用单一变换和单一优化的方法有较大改进。

[关键词] PET/CT; 图像形变; 图像配准; 多层次变换; 多层次优化策略; 弹性配准算法

Abstract: This paper proposed a registration algorithm for thoracic and abdominal PET/CT images from the perspectives of multi-transformation and multi-optimization policies in order to correct the image deformation and registration error caused by respiratory motion. Then a registration system for PET/CT images with good interactivity and user-friendly interface was designed and implemented based on ITK (Insight Segmentation and Registration Toolkit), VTK (Visualization Toolkit) and QT. Experimental results showed that the elastic registration algorithm proposed in this paper can correct the image deformation and registration error and had great advantages in its accuracy over other algorithms that used single transformation and optimization.

Key words: PET/CT; image deformation; image registration; multi-transformation; multi-optimization policies; elastic registration algorithm

[中图分类号] TP391.41 [文献标志码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.005
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0021-04

0 前言

随着医学影像技术的快速发展, 各种医学影像设备相继诞生, 不同的医学影像可提供不同的人体组织器官信息, 为临床诊断提供帮助。PET/CT 一体机同时获得 PET、CT 以及 PET/CT 融合图像, 在肿瘤诊断中的应用越来越普遍。PET/CT 融合图像将人体解剖结构信息与生理功能信息相结合, 可辅助医生完成功能代谢和解剖结构病变的诊断, 极大地提高了临床诊断水平, 尤其适用于肿瘤的早期诊断。然而, PET/CT 图像融合还存在不足之处。由于 CT 和 PET 扫描时间的差异以及呼吸运动的影响, 尽管可利用 CT 图

像对 PET 图像进行衰减校正, 仍可能引起一定程度的伪影^[1], 进而影响融合图像配准的准确性。所以, 为了保证诊断结果的准确性, 对联合扫描获得的 PET 和 CT 图像进行精确配准是一项极其重要的工作。

医学图像配准技术在临床诊断、治疗和疗效评估等方面都具有重要的应用价值, 是医学图像处理中的热点研究方向之一。PET/CT 图像配准属于多模态图像配准, 目前, 针对 PET/CT 图像的配准算法多种多样。早期, Mattes 等^[2]使用自由形变的方法对胸部图像进行配准, 以 Mattes 互信息作为相似性测度, 结合 B 样条自由形变变换实现配准。Firlle 等^[3]使用局部值匹配的方法对 PET/CT 图像进行配准。Marinelli 等^[4]采用了一种新的多分辨率 PET/CT 图像配准优化算法, 取得了较好的配准效果。吴小丹等^[5]使用了基于

收稿日期: 2014-09-11
通讯作者: 吴水才, 教授, 博士生导师。
通讯作者邮箱: wushuicai@bjut.edu.cn

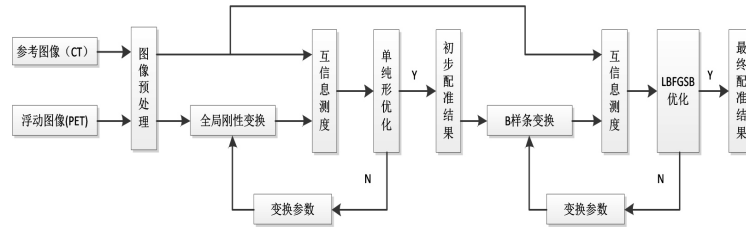


图1 基于多层次变换和多层次优化策略的图像弹性配准算法流程图

梯度互信息的 PET/CT 图像分步配准方法，首先通过形态学运算和对比度拉伸方法对 PET 图像进行预处理，获取结构清晰、完整的 PET 梯度图像，之后结合主轴法和互信息对梯度图像进行配准，主轴法用于初步配准，互信息对主轴法配准后的梯度图像进行精配准，取得了较好效果。黄中华等^[6]应用刚性校正、双线性插值以及聚类算法，实现了脑部 PET/CT 图像的配准。余霞等^[7]采用基于并行计算和多层次 B 样条插值的图像配准方法，利用 B 样条良好的局部形变能力，通过多层次 B 样条函数对形变效果进行优化，配合使用并行计算技术，提高了配准速度。Khodadad 等^[8]使用基于分割和灰度相结合的方法对 PET/CT 联合扫描仪得到的图像进行配准，并使用重叠率作为配准评估标准，取得了满意效果。目前，大部分 PET/CT 图像配准方法的研究主要针对的是脑部图像，适合胸腹部图像的配准算法相对较少。由于胸腹部不自主生理运动会引起器官形变和成像伪影，且对 PET/CT 联合扫描图像的配准要求速度快、精确度高，使得胸腹部图像的配准研究相对困难。

本文提出了一种基于多层次变换和多层次优化策略的 PET/CT 胸腹部图像弹性配准算法。该算法以互信息为相似性测度，先进行全局刚性初步变换，使得图像在整体轮廓上得到对准；然后在初步变换的基础上使用粗糙 B 样条形变变换，对得到的结果再利用精细 B 样条变换进行局部微调。实验结果表明，该弹性配准算法能较好地解决 PET 图像的形变问题，且配准速度快、精度高，可用于校正 PET/CT 联合扫描图像的形变和误配准。

1 材料和方法

根据不同模态影像的特点，首先分别对 PET 和 CT 图像进行预处理：使用形态学方法去除 CT 图像中的扫描床信息，使用 B 样条插值法提高 PET 图像分辨率，使得 PET 和 CT 图像大小一致。然后针对可能存在形变的胸腹部图像，提出以互信息为相似性测度的多层次空间变换和多层次优化搜索策略的弹性配准算法：采用刚性变换与单纯形优化算法对 PET/CT 图像进行初始配准，对初始配准结果采用 B 样条变换和 LBFGBS (Limited-memory BFGS Bound) 优化算法进行精配准，以提高配准的精度和速度。最后基于以上图像处理技术和配准方法，使用医学图像处理软件

包 (ITK)、可视化工具包 (VTK) 和面向对象开发框架 (QT) 设计并实现了一个医学图像配准系统。

配准算法流程图，见图 1。将 CT 图像作为参考图像，PET 图像作为浮动图像。以 Mattes 互信息作为相似性测度。首先进行全局刚性变换，使用单纯形优化算法进行优化，再进行局部 B 样条形变变换，使用 LBFGBS 优化策略。

1.1 数据来源

本文实验数据来自 SIEMENS Biograph 64 PET/CT 联合扫描仪获得的胸腹部图像，其中 CT 图像大小为 256 像素 × 256 像素，PET 图像大小为 168 像素 × 168 像素，层厚为 5 mm，PET 图像与 CT 图像相比存在一定的形变。

1.2 图像预处理

根据配准前 PET、CT 图像的特点，为提高图像配准速度，首先分别对 PET 和 CT 图像进行预处理。CT 图像的预处理主要是为了去除图像中的背景和扫描床信息，可利用窗宽窗位滤波函数去除图像背景，利用数学形态学开运算方法去除扫描床信息^[9]，结果见图 2(b)。由于实验使用的 CT 图像大小为 256 像素 × 256 像素，而 PET 图像为 168 像素 × 168 像素，因此在预处理后采用 B 样条插值法对 PET 图像进行插值^[10]，使其大小与 CT 图像一致，插值后的 PET 图像，见图 2(c)。

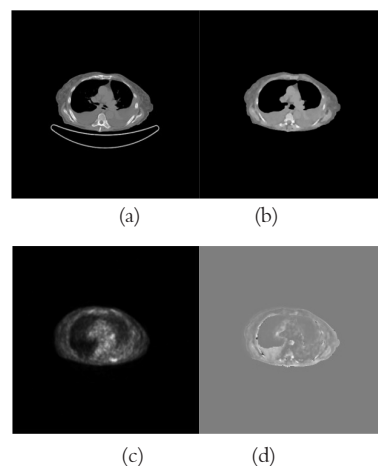


图2 PET和CT图像预处理结果，其中(a)为CT原图像，(b)为经过预处理后的CT图像，(c)为插值后的PET图像，(d)为配准前两幅图像的相减差异图。

1.3 相似性度量

相似性度量是衡量每次空间几何变换优劣的标准，互

信息量是统计两个随机变量相关性的一种测度,被广泛应用于多模态图像配准的研究中^[11]。互信息是基于图像熵的概念提出的,该测度将两幅图像看成随机变量来统计变量之间的相关性,当两幅图像的空间位置一致时,其互信息值最大。互信息的通用公式如下:

$$I(A, B) = \sum_{a,b} p_{AB}(a, b) \log_2 \frac{p_{AB}(a, b)}{p_A(a) \times p_B(b)} \quad (1)$$

其中, $p_{AB}(a,b)$ 是两幅图像的联合概率密度分布, $p_A(a)$ 和 $p_B(b)$ 分别为图像 A、B 的边缘概率密度。由于对 PET/CT 图像配准的评估没有金标准,本研究使用互信息值作为评价指标。

1.4 全局刚性变换和单纯形优化

对预处理后的图像首先进行全局中心化刚体变换,然后再进行仿射变换,对变换参数进行微调,以互信息为相似性测度,优化搜索策略采用单纯形优化算法^[12]。单纯形优化算法是求多维函数极值的一种算法,又叫单纯形算法。单纯形算法运用反映、紧缩、扩展、收缩等技巧产生一系列的单纯形来逼近最优值,未利用任何求导运算,较为简单,收敛速度较快,适合应用少量参数的方程求极值。针对初始变换中变换参数较少的特点,使用单纯形算法能获得较快的搜索速度。

1.5 局部B样条变换和LBFGBS优化

B样条形变^[13-15]是一种自由变形方法,其基本思路是将物体嵌入一个空间中,当所嵌的空间变形时,物体随之变形。B样条函数是一种局部控制函数,能够解决局部形变问题。本研究在全局刚性变换的基础上进行B样条形变,以进一步解决形变问题:首先使用粗糙B样条方法,选取稀疏的网格点描述较粗糙的形变;然后使用精细B样条方法,选取密集的网格点描述精细的局部形变,对形变参数进行进一步的微调。

由于B样条变换会产生大量的变换参数,而单纯形优化算法在求解多参数优化问题时速度较慢,且很难达到很高的精度。LBFGBS是有限内存的一种拟牛顿优化算法,具有占用内存小、收敛速度快、计算精度高等优点,适用于求解大规模参数的优化问题,因此本研究采用更为合理的LBFGBS算法对B样条空间变换后的结果进行优化搜索。

1.6 配准算法的软件实现

本研究根据以上医学图像处理及配准方法,在Windows操作系统、VS2008编程环境下,利用ITK、VTK和QT设计并实现了可视化图像配准系统。该系统可读入并显示待配准的两幅图像,对图像进行预处理,可供用户选择不同的配准方法,并可显示配准后的图像结果以及不同形式的差异图像。该系统的功能框架,见图3;界面图,见图4,其中图4(b)图像显示区(第一象限显示参考图像,第二象限显示浮动图像,第三象限显示配准后的浮动图像,第四

象限显示配准后的浮动图像与参考图像叠加的差异图)所示的是一组PET/CT二维图像的弹性配准结果。

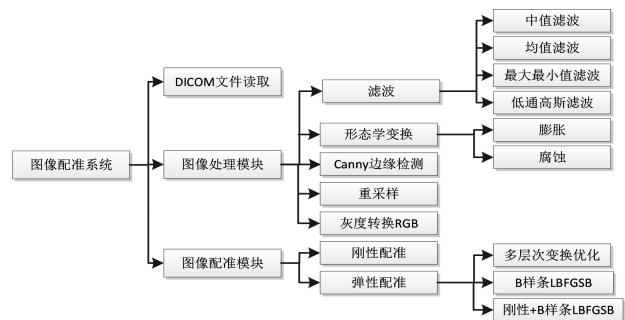


图3 图像配准系统功能框架

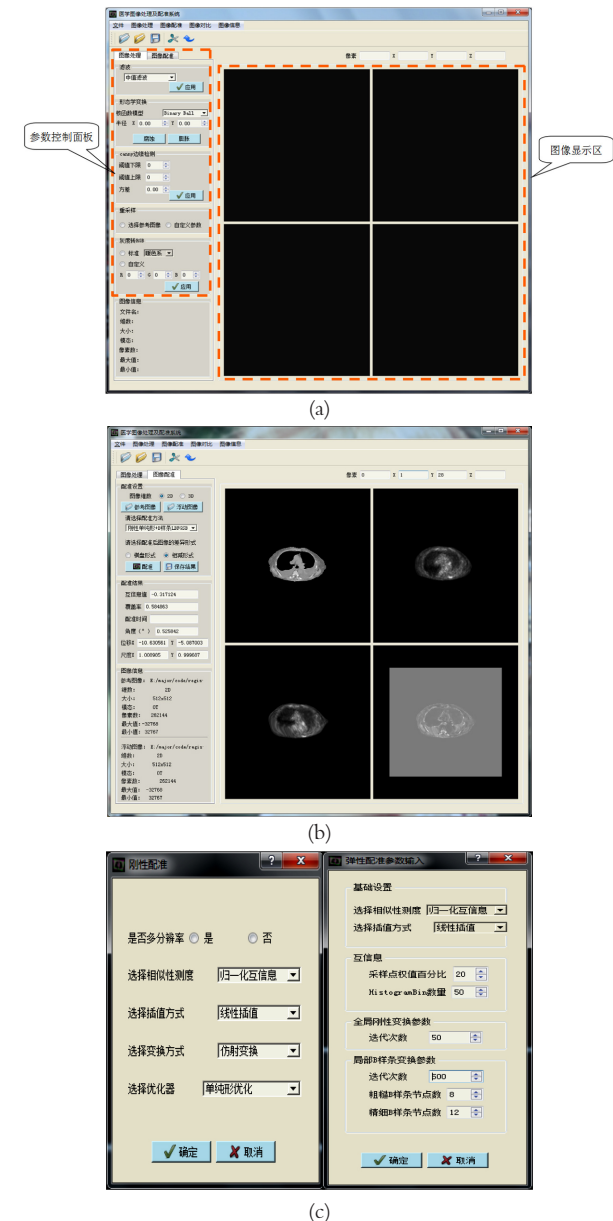


图4 (a)为图像配准系统界面图, (b)为医学图像配准示意图, (c)为配准参数设置面板图。

2 结果与分析

统一使用互信息作为相似性测度,将本研究提出的算法分别与仅使用仿射变换+单纯形优化的配准方法(Affine)、仅用B样条形变+LBFGSB优化的配准方法^[16](BSpline),以及采用多层次变换+单一LBFGSB优化算法的配准方法^[2](LBFGSB),就互信息值和配准时间进行比较,以一组数据为例展示得到的配准结果,见图5。各配准方法的互信息值比较结果,见表1。

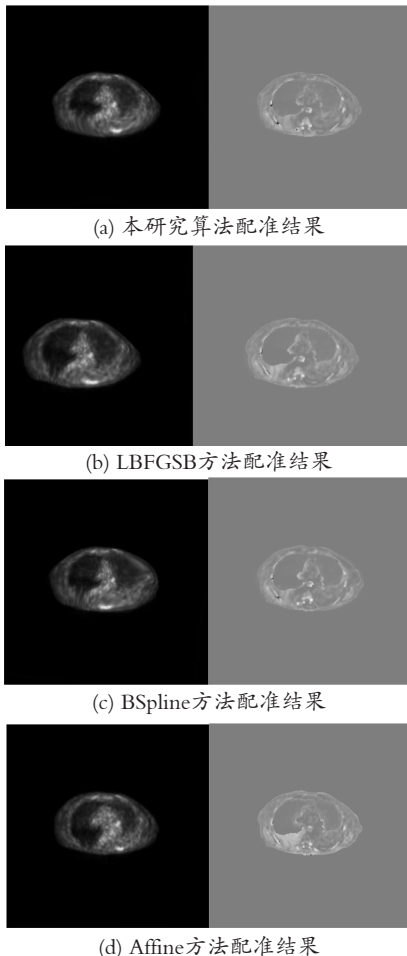


图5 各配准方法的配准结果,各图中左侧代表的是PET图像的最终变换结果,右侧是配准后PET/CT图像的相减差异图。

由图5可知,PET图像靠近下部边缘的亮点部位发生了较大的形变和位移,本研究提出的算法相比其他方法能较好地解决形变问题,尤其可使左侧胸腔的轮廓变得更为平滑和准确。由表1可看出,与其他3种配准方法相比,本研究提出的算法的互信息值最大。

表1 各配准方法的互信息值比较

配准方法	互信息值
本研究算法	0.320585
LBFGSB	0.307573
BSpline	0.28349
Affine	0.255327

此外,本研究还选取了3例病人经PET/CT联合扫描的胸腹部图像(共6组切片图像)对算法进行验证,使用互信息为相似性度量,将本研究提出的算法与上述算法就互信息值和配准时间进行比较,结果见图6。

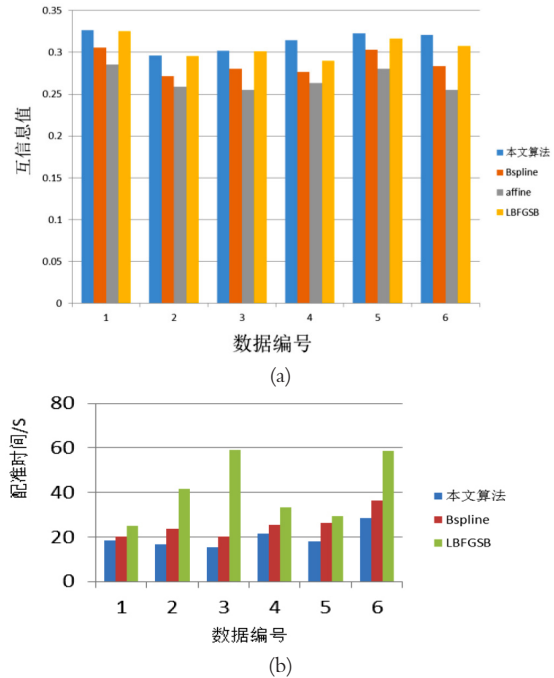


图6 各配准方法对病人胸腹部图像的配准结果,其中(a)为各配准方法的互信息值比较结果;(b)为各配准方法的配准时间比较。

由图6可以看出,本研究提出的算法的配准精度比BSpline和Affine方法高,平均互信息值可达0.3115;虽然整体和仅使用单一LBFGSB优化算法的互信息值相比没有太大的差异,但在速度上有了很大提高;尽管仿射变换速度更快,但因其配准精度低,不能产生局部形变,因此不参与配准时间的比较。

3 结论

本文提出的基于多层次变换和多层次优化策略的弹性配准算法结合了全局刚性变换和B样条变换,既保证了全局轮廓的对准,又能够解决PET图像局部形变的问题。刚性变换和非刚性变换分别采用不同的优化策略,提高了配准精度和优化速度。该算法相比其他传统使用单一变换和单一优化的算法,在速度和精度上都有了一定的提高,适用于PET/CT联合扫描图像的误配准和形变校正。所设计和实现的医学图像配准系统具有一定的应用价值,可通过进一步改进和完善向临床推广。

[参考文献]

- [1] 许全盛,袁克虹,于丽娟,等.PET/CT图像呼吸运动伪影校正研究进展[J].中国生物医学工程学报,2009,28(4):573-580.

下转第37页

基于灰色马尔可夫模型的医学影像检查量预测

Prediction about the Quantity of Medical Imaging Examinations Based on the Grey Markov Model

倪杭建¹, 何必仕¹, 徐哲¹,
朱大荣², 钮罗涌²

1. 杭州电子科技大学, 浙江 杭州 310018; 2. 杭州市第一人民医院, 浙江 杭州 310006

NI Hang-jian¹, HE Bi-shi¹,
XU Zhe¹, ZHU Da-rong²,
NIU Luo-yong²

1. Hangzhou Dianzi University, Hangzhou Zhejiang 310018, China; 2. Hangzhou First People's Hospital, Hangzhou Zhejiang 310006, China

[摘要] 医学影像检查量预测对于医院医疗管理决策有着重要意义。但医学影像检查量受外界因素影响大、波动性强, 常规预测方法易造成较大偏差。本文提出了一种基于灰色马尔可夫模型的医学影像检查量预测方法, 该方法结合了灰色模型与马尔可夫模型, 提高了医学影像检查量的预测精度, 解决了其随机波动性问题, 可为管理决策提供更准确的参考信息。

[关键词] 灰色模型; 灰色马尔可夫模型; 医学影像; 检查量预测

Abstract: Prediction about the quantity of medical imaging examinations played a significant role in policy-making of medical management in the hospital. However, since external factors can exert big influence on the quantity of medical imaging examinations and cause wide fluctuations, conventional methods cannot make a precise prediction. Hence, a new method that combined grey model and markov model was proposed in this paper to predict the quantity of medical imaging examinations. It improved the prediction accuracy, eliminated the wide fluctuations and provided a more accurate reference for decision-making of medical management.

Key words: grey model; grey markov model; medical imaging; prediction about the quantity of examinations

[中图分类号] TP311.13 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.006

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0025-04

0 前言

医学影像检查量预测对于医院医疗管理决策有着重要意义, 当前已有不少学者开展了相关研究。伍平等^[1]利用线性回归方法预测了相关科室的检查量。霍洪波等^[2]使用灰色GM(1,1)模型对影像科的CT检查量进行了预测, 并以此分析了影像设备绩效。吴佳峰等^[3]使用ARIMA时序法对影像科的CT、US和MR检查量进行了分析预测, 同时将预测结果应用于医疗设备采购以及医疗人员的合理安排上。但上述研究中, 采用的医学影像检查量预测方法在分析波动性较大的时序数据时, 会产生较大的误差。

灰色模型要求的原始数据量少, 无需考虑复杂因素, 适用于影像科检查量的预测, 但对于随机波动性大的数据序列, 其

预测精度不高, 拟合效果不好。而马尔可夫模型则能较好地分析出数据序列对于外界因素影响的随机性, 可适应波动性大的时间序列。因此, 针对影像科检查量受外界因素影响大、波动性强的特点, 本研究拟采用灰色模型与马尔可夫模型相结合的方法来对影像科检查量进行预测, 以提高预测精度。

1 数据初步分析

本研究以某三甲医院影像信息系统(RIS/PACS)数年积累的海量数据为例, 根据患者类型进行分类, 得到了其2005~2011年的检查数据量(表1)以及患者类型的检查量趋势(图1)。由图1可知, 各类型检查量虽整体逐年递增, 但存在较大的波动性。

同时, 根据图1和表1, 可将年份数据下钻到月份, 具体以2011年为例, 得到的相关检查量趋势图, 见图2。

收稿日期: 2014-11-28

基金项目: 杭州市科技项目资助(20132231E09)。

作者邮箱: nihangjian0518@163.com

表1 某三甲医院2005~2011年患者检查量表(例)

年份	1-体检	10-住院	50-门诊	100-急诊	总计
2005	19614	35467	71864	865	127810
2006	58164	47139	113765	605	219673
2007	65420	54385	140318	1706	261829
2008	67168	56700	132326	17715	273909
2009	66822	64320	142502	21351	294995
2010	80663	66668	153115	26818	327264
2011	86720	70378	164044	30830	351972

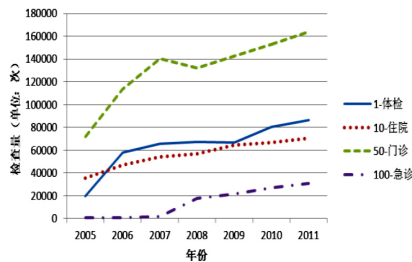


图1 患者类型检查量趋势图(年份)

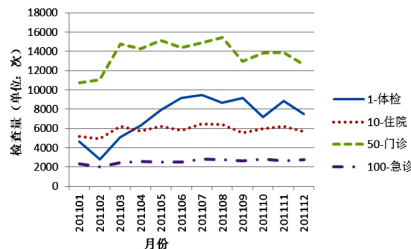


图2 患者类型检查量趋势图(2011年)

2 灰色GM(1,1)模型预测分析

本研究以2011年的门诊检查量为例来验证灰色马尔可夫模型的有效性。选取2011年1~11月的数据,以预测12月的检查量为目标来进行建模。

2.1 灰色GM(1,1)模型构建

2.1.1 灰色GM(1,1)模型^[4]

定义:设时间序列有 n 个观察值:

$X^{(0)} = [X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(n)]$, 通过累加生成新序列:

$X^{(1)} = [X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(n)]$, 则称:

$$X^{(0)}(k) + aX^{(1)}(k) = b \quad (1)$$

(1) 式为 GM(1,1) 的原始形式, 紧邻均值生成序列为:

$$Z^{(1)} = [Z^{(1)}(2), Z^{(1)}(3), \dots, Z^{(1)}(n)] \quad (2)$$

则, $Z^{(1)}(k) = \frac{1}{2}(X^{(1)}(k) + X^{(1)}(k-1))$ ($k=2,3,\dots,n$)

得 GM(1,1) 的灰色微分方程为:

$$X^{(0)}(k) + aZ^{(1)}(k) = b \quad (3)$$

上式中, a 称为发展灰数, b 称为内生控制灰数, 灰色

微分方程的白化方程为:

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = b \quad (4)$$

白化方程的解如下:

$$\hat{X}^{(1)}(t) = [X^{(0)}(0) - b/a]e^{-at} + b/a \quad (5)$$

GM(1,1) 灰微分方程的时间响应序列为:

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = [X^{(0)}(1) - b/a]e^{-ak} + b/a \quad (k=1,2,\dots,n) \quad (6)$$

累减后的预测方程为:

$$\hat{X}^{(0)}(k+1) = \hat{X}^{(1)}(k+1) - \hat{X}^{(1)}(k) \quad (k=1,2,\dots,n) \quad (7)$$

2.1.2 灰色GM(1,1)模型检验

得到预测数据后, 必须经过检验才能判定模型的优良性。检验一般分残差检验、关联度检验和后验差检验, 本研究以残差检验为主。残差检验是对模型的预测还原值与实际值的残差进行逐点检验, 主要参数有绝对残差、相对残差 ($\bar{\rho}$) 以及平均相对残差。给定 α , 当 $\bar{\rho} < \alpha$ 且 $\rho_n < \alpha$ 都成立时, 则称模型为残差合格模型。其中具体的判定标准为: 相对残差在 (0,0.02] 内为优, 在 (0.02,0.05] 内为合格, 在 (0.05,0.10] 内为勉强合格, > 0.10 则为不合格。

2.2 灰色GM(1,1)模型的应用

以上述理论为基础, 将其应用到2011年门诊检查类型的分析上。由 RIS 数据库得到2011年的原始数据为(2011年12月的数据为预测量, 所以未加入原始数据): $X^{(0)} = \{10767, 11074, 14770, 14273, 15118, 14385, 14867, 15445, 12992, 13862, 13902\}$ 。

然后再进行 1-AGO (一次累加), 得到累加序列为: $X^{(1)} = \{10767, 21841, 36611, 50884, 66002, 80387, 95254, 110699, 123691, 137553, 151455\}$ 。

紧邻均值生成序列则为: $Z^{(1)} = \{16300, 29230, 43750, 58440, 73190, 87820, 130620, 144500\}$ 。

根据上面的数据, 利用最小二乘法可得参数 a 、 b 为: $a = -0.0058$, $b = 13602$ 。 $-a < 0.3$, 故该原始数据序列适合中长期预测。由 a 、 b 的值可得到灰微分方程的时间响应序列:

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = 2355939.4138e^{0.0058k} - 2345172.4138 \quad (k=1,2,\dots,n) \quad (8)$$

2.3 灰色GM(1,1)模型预测结果

2011年1~11月门诊的预测检查量, 见表2。实际值与预测值的对比图, 见图3。由表2可知, 灰色 GM(1,1) 预测模型的平均误差为 7.41%, 说明该预测结果勉强合格, 但最大误差为 23.75%, 明显偏大。从图3可以看出, 灰色 GM(1,1) 模型预测的曲线是较为平滑递增的, 而实际值的波动性却比较大, 证实灰色 GM(1,1) 模型不适用于波动性大的时间序列。

表2 2011年门诊检查量灰色预测值与实际值对比(例)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
实际值	10767	11074	14770	14273	15118	14385	14867	15445	12992	13862	13902
预测值	10767	13704	13784	13864	13945	14026	14108	14190	14273	14356	14439
相对误差 (%)	-	23.75	6.67	2.86	7.76	2.49	5.11	8.13	9.86	3.56	3.86

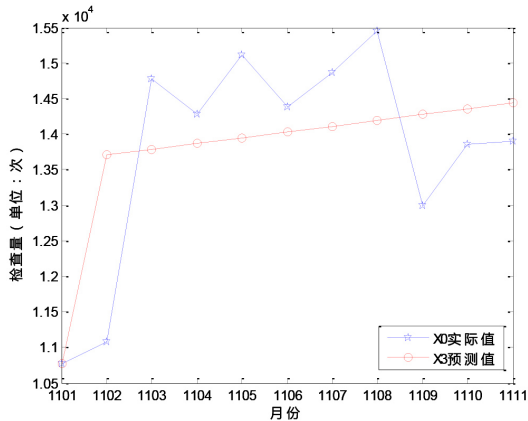


图3 2011年门诊检查量灰色预测值与实际值对比图

3 灰色马尔可夫模型预测分析

3.1 马尔可夫链的基本概念

3.1.1 马尔可夫链

定义: 设随机过程 $\{X(t), t \in T\}$, 其中时间 $T=\{0,1,2,\dots\}$, 状态空间 $I=\{0,1,2,\dots\}$, 若对任一时刻 n , 以及任意状态

$i_0, i_1, \dots, i_{n-1}, i, j$, 有:

$$P\{X(n+1)=j | X(n)=i, X(n-1)=i_{n-1}, \dots,$$

$$X(0)=i_0\} = P\{X(n+1)=j | X(n)=i\} \quad (9)$$

则称 $\{X(t), t \in T\}$ 为 1 个马尔可夫链, 并称上面的等式为马尔可夫的无后效性。

3.1.2 转移概率

马氏链由状态 i 经过 m 步转移之后到达状态 j 的状态转移概率为:

$$p_{ij}(m) = \frac{M_{ij}(m)}{M_i} \quad (i=1,2, \dots, n) \quad (10)$$

其中 $M_{ij}(m)$ 为由状态 i 经过 m 步到状态 j 的次数, 而 M_i 为状态 i 出现的次数。

3.1.3 转移矩阵

由 1 步转移概率为元素构成的矩阵 $P(1)$ 为 1 步转移矩阵 $P=(p_{ij})$, 由 n 步转移概率 $P_{ij}^{(n)}$ 为元素组成的矩阵为 n 步转移矩阵 $P(n)$ ^[5-6], 如下:

$$P(n) = \begin{pmatrix} p(n)_{11} & p(n)_{12} & \dots & p(n)_{1n} \\ p(n)_{21} & p(n)_{22} & \dots & p(n)_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p(n)_{n1} & p(n)_{n2} & \dots & p(n)_{nn} \end{pmatrix} \quad (11)$$

3.2 灰色马尔可夫模型预测的基本步骤

3.2.1 状态划分

状态划分主要是根据灰色 GM(1,1) 模型预测所得到的数据序列的分布区间进行划分, 可以使用 E_1, E_2, \dots, E_n 表示对应区间^[7-8]。一般对状态划分主要使用残差划分或实际值与预测值的相对值来界定状态。本研究以 2011 年门诊实际

检查量与灰色 GM(1,1) 模型预测检查量的相对值作为划分标准, 得到的相对值, 见表 3。由表 3 可知, 相对值的分布区间为 $[0.81, 1.09]$ 。结合实际情况以及经多次分析对比后, 决定根据相对值将其划分为 $(0.80, 0.90]$, $(0.90, 1.00]$, $(1.00, 1.05]$, $(1.05, 1.10]$ 4 个状态 (状态分布见表 4)。最后还可以将门诊实际检查值、GM(1,1) 预测值以及刚得到的 4 个状态制成状态图 (图 4)。由图 4 可知, 上面 4 个状态的划分形成了与灰色 GM(1,1) 预测值相互平行的 4 条曲线。

表3 2011年门诊检查量状态划分表

月份	实际值 (例)	灰色预测值 (例)	相对值	状态
2011-01	10767	10767	1	E2
2011-02	11074	13704	0.81	E1
2011-03	14770	13784	1.07	E4
2011-04	14273	13864	1.03	E3
2011-05	15118	13945	1.08	E4
2011-06	14385	14026	1.03	E3
2011-07	14867	14108	1.05	E3
2011-08	15445	14190	1.09	E4
2011-09	12992	14273	0.91	E2
2011-10	13862	14356	0.97	E2
2011-11	13902	14439	0.96	E2

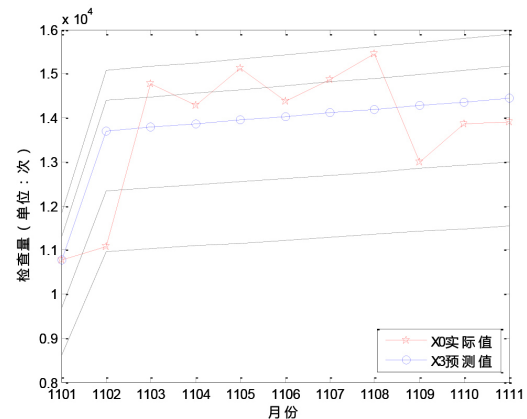


图4 2011年门诊检查量状态划分图

3.2.2 计算状态转移矩阵

根据上述划分的 4 个状态, 由状态转移矩阵的原理以及上述公式, 可以分别得到 1 步到 4 步状态的转移矩阵, 如下所示:

$$P(1) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{1}{3} & \frac{2}{3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{2}{3} \\ 0 & \frac{1}{3} & \frac{2}{3} & 0 \end{pmatrix} \quad P(2) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{pmatrix} \quad P(3) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & \frac{2}{3} & \frac{1}{3} & 0 \\ 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{pmatrix} \quad P(4) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \frac{2}{3} & 0 & \frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \end{pmatrix}$$

3.2.3 计算预测值

由状态转移矩阵就能判断出要预测的数据序列所在的状态, 并能依据此状态对灰色预测值进行修改。现以预测 2011 年 12 月门诊检查量为例来验证灰色马尔可夫模型的优化性能。选择距离 2011 年 12 月门诊检查量最近的 4 个月份, 并构建状态预测计算表, 见表 4。

表4 2011年12月份状态预测计算表

初始月份	转移步数	初始状态	转移至状态			
			E1	E2	E3	E4
2011-11	1	E2	0.33	0.67	0	0
2011-10	2	E2	0	0.5	0	0.5
2011-09	3	E2	0	0	1	0
2011-08	4	E4	0	0.5	0.5	0
总计			0.33	1.67	1.5	0.5

根据表4可以得出,12月份门诊检查量在状态2的概率最大,因此将12月份的门诊检查量划分为状态2。灰色GM(1,1)模型对于12月份的检查预测量为 $\hat{X}^{(0)}(12)=14523$ 。而马尔可夫模型预测区间由状态2可得:

$$E2 = [0.9 * \hat{X}^{(0)}(12), 1 * \hat{X}^{(0)}(12)] = [13070.7, 14523]$$

对状态2取中间值即可得到12月份的灰色马尔可夫模型预测值为 $\hat{X}^{(0)}(12)=13797$ 。与实际值13589对比可知,灰色马尔可夫模型的相对误差为1.53%,对比灰色GM(1,1)模型预测的相对误差6.87%,灰色马尔可夫模型的预测精度要比灰色模型的预测精度高。

3.2.4 误差对比

应用2011年1~11月的灰色GM(1,1)预测值,根据状态区间计算方法,得到对应的1~11月的灰色马尔可夫模型的预测值。将实际值、灰色GM(1,1)的预测值以及灰色马尔可夫的预测值进行作图分析,结果见图5。

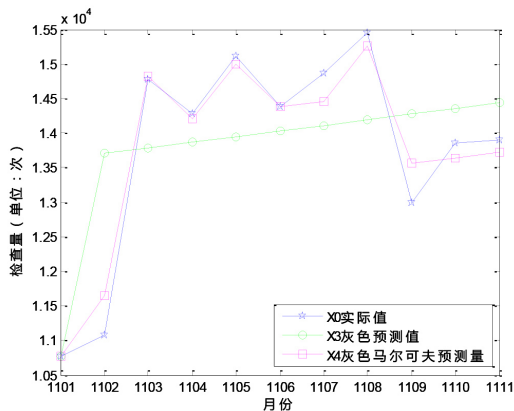


图5 门诊检查量预测值对比图

由图5可知,灰色GM(1,1)模型能大致预测检查趋势,但不能很好地反映实际值的波动性;而灰色马尔可夫模型预测曲线的拟合度明显优于灰色GM(1,1)模型,能较好地反应出门诊检查量的随机波动性。

再从误差精度角度分析灰色GM(1,1)模型与灰色马尔可夫模型的优良性。使用残差检验计算出两种模型预测值的残差,计算结果见表5。

由表5可知,使用灰色GM(1,1)模型预测门诊检查量的平均相对误差为7.41%,精度等级为勉强合格;而使用灰色马尔可夫模型预测门诊检查量的平均相对误差为1.81%,精

度等级为优,证实了灰色马尔可夫模型与灰色GM(1,1)模型相比,在医学影像检查量预测方面具有明显的优势。

表5 灰色GM(1,1)模型与灰色马尔可夫模型精度对比表

月份	实际值(例)	灰色GM(1,1)模型			灰色马尔可夫模型		
		预测值(例)	误差	相对误差(%)	预测值(例)	误差	相对误差(%)
2011-01	10767	10767	-	-	10767	-	-
2011-02	11074	13704	-2630	23.75	11648	-574	5.18
2011-03	14770	13784	986	6.67	14818	-48	0.32
2011-04	14273	13864	409	2.86	14211	62	0.43
2011-05	15118	13945	1173	7.76	14991	127	0.84
2011-06	14385	14026	359	2.49	14377	8	0.06
2011-07	14867	14108	759	5.11	14461	406	2.73
2011-08	15445	14190	1255	8.13	15254	191	1.24
2011-09	12992	14273	-1281	9.86	13559	-567	4.36
2011-10	13862	14356	-494	3.56	13638	224	1.62
2011-11	13902	14439	-537	3.86	13717	185	1.33
平均相对误差(%)				7.41			1.81
预测等级				勉强合格			优

4 结论

本研究在灰色GM(1,1)模型的基础上,建立了灰色马尔可夫模型,对门诊检查量进行了预测。灰色GM(1,1)模型能有效地模拟出预测值的总体趋势,而灰色马尔可夫模型则能很好地解决随机波动性问题,且其预测精度更高,能更好地拟合实际值,值得临床推广。

参考文献

- [1] 伍平阳,林意群,林木炎.基于数据挖掘技术的医疗设备绩效预测方法的应用研究[J].南方医科大学学报,2008,28(2):222.
- [2] 霍洪波,何必仕,吴斌,等.基于数据仓库的医疗设备绩效统计分析[J].中国医疗设备,2013,28(9):27-30.
- [3] 吴佳峰,徐哲,何必仕,等.数据挖掘技术在医学影像信息系统中的应用[J].中国数字医学,2012,7(10):85-87.
- [4] 张思明,王艳,李文红.改进的灰色马尔可夫模型在股票分析中的应用[J].哈尔滨工程大学学报,2007,(11):1292.
- [5] 杨德平,刘喜华,孙海涛.经济预测方法及MATLAB实现[M].北京:机械工业出版社,2012:239.
- [6] 张林华,刘玉洲.利用灰色马尔可夫模型预测煤矿安全事故[J].煤炭科学技术,2006,34(11):26.
- [7] 李小芳,孙宝盛,司志娟.基于灰色马尔可夫模型的城市污水量预测[J].环境工程学报,2013,7(1):237.
- [8] 严薇荣,冉鹏,徐勇,等.基于灰色马尔可夫模型的伤寒副伤寒发病率预测[J].数理医药学杂志,2008,21(2):137-139.

基于Matlab的尿沉渣图像有形成分的自动分类方法

Matlab-Based Automatic Classification Method of Tangible Components in Urinary Sediment Images

刘肖肖, 王兢业

湖北文理学院附属医院(襄阳市中心医院), 湖北 襄阳 441021

[摘要] 目的 依托于Matlab环境, 初步实现BP (Back Propagation) 神经网络对尿沉渣图像中有形成分的自动识别与分类。**方法** 首先应用灰度化、直方图增强、邻域滤波和中值滤波等方法对图像进行预处理; 再利用Canny算子和Sobel算子叠加处理进行边缘检测, 通过膨胀腐蚀和孔洞填充等操作得到有形成分的连通域信息, 提取出每个连通域的周长、面积、长宽比、矩形度、圆形度等12个特征值作为BP神经网络的输入; 最后利用BP神经网络创建学习训练过程, 对每个连通域即有形成分进行分类。**结果** 采用该自动分类方法得到了尿沉渣图像中有形成分的种类和数目。**结论** 该方法分类准确, 可实现尿沉渣图像中有形成分的自动识别与分类。

[关键词] 尿沉渣图像; 边缘检测; 特征提取; BP神经网络; Matlab

Abstract: Objective To classify the tangible components in urinary sediment images automatically through application of BP (Back Propagation) neural network on basis of Matlab. **Methods** The urinary sediment images were preprocessed with the methods of graying, histogram enhancement, neighborhood filtering, median filtering and so on. Then, the Canny and Sobel operators were applied to perform edge detection. The information of connected domains for the tangible components were obtained through expansion corrosion and hole filling, from which 12 characteristic values including the perimeter, area, aspect ratio, rectangle and round degree were extracted as the input of BP neural network to classify the tangible components in urinary sediment images. **Results** The type and quantity of the tangible components in urinary sediment images were obtained with the application of this automatic classification method. **Conclusion** The automatic classification method made it possible to precisely identify and classify the tangible components in urinary sediment images.

Key words: urinary sediment images; edge detection; characteristics extraction; back propagation neural network; Matlab

LIU Xiao-xiao, WANG Jing-ye

Affiliated Hospital of Hubei College of Arts and Sciences (Xiangyang Central Hospital), Xiangyang Hubei 441021, China

[中图分类号] TP183 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.007

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0029-04

0 前言

尿沉渣是尿液经过离心或自然沉淀之后形成的沉渣, 是尿液中各有形成分的集合, 包括红细胞、白细胞、上皮细胞、管型、结晶和杂质等成分。尿沉渣检查能辅助临床对泌尿系统疾病进行诊断, 但其成分众多, 不易区分^[1]。临床上常用的尿液检查方法有干化学法、流式法和镜检法等^[2]。干化学法应用试纸条进行检测, 成本低, 但只能测试尿液中的某些

化学成分, 无法分析尿沉渣形态, 从而影响对病变部位的判断, 其试纸条也容易受到药物影响; 流式法的检测结果较准确, 医院使用率也很高, 但其设备价格较高。目前, 国内普遍使用的方法是分别应用干化学法和流式法进行尿检, 当二者结果偏差大时, 则使用人工镜检法, 即将标本放置在显微镜下直接观测。

Matlab 是一款商业数学软件, 功能强大、函数库丰富、简单易学, 在矩阵运算和图像处理领域有着广泛而有效的应用。为了解放人力并减少检验成本, 本研究基于 Matlab 环境, 尝试应用自动镜检法, 即首先应用显微镜采集尿沉渣图像,

收稿日期: 2014-08-14

通讯作者: 王兢业, 副主任技师
作者邮箱: 466593784@qq.com

修回日期: 2014-10-09

再利用计算机对该图像进行自动处理,从而得到尿沉渣中有形成分的种类和数目。

本研究的图像处理分为预处理和特征提取两部分:首先去除图像的杂质和噪声,提取出图像中有形成分的边缘信息,并将图像分割成适合分类识别的小图像;然后提取出每个小图像的特征值,并利用该特征值对有形成分进行识别和分类。图像处理的流程图,见图1。

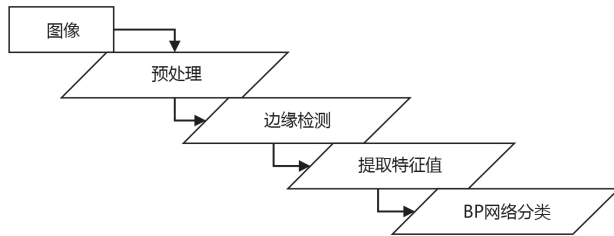


图1 图像处理流程图

1 尿沉渣图像的预处理

尿沉渣成分复杂,结构多样,图像在采集过程中可能出现光照不均、散焦严重,有些成分边缘较淡不易识别、背景上有杂质和阴影等情况。为了方便后续处理,本研究首先将图像灰度化以去除彩色图像中的冗余信息,然后使用全局直方图均衡化来加强有形成分和背景的对比度,之后利用邻域滤波法去除刻度框的投影,最后应用中值滤波法去除椒盐噪声。

2 边缘检测算法

若要对尿沉渣图像中的有形成分进行分类,便要先获得每个有形成分的特征值;若要获得特征值,便要将每个有形成分的边缘信息提取出来,方法如下。

(1) 首先提取边缘信息。经过实验发现,Canny算子可以提取出纤细的边缘信息,但是对于边缘清晰度不同的成分会发生断续,从而出现边缘提取不完整现象^[3-4];而Sobel算子提取的边缘信息较多,但提取的是双边缘信息,过于冗余,且也有断续现象,从而导致在提取连通域信息时丢失边缘信息。通过两种算法处理的上皮细胞细节图,见图2。



(a) 原图

(b) Canny算子处理



(c) Sobel算子处理

(d) Canny算子连通域

图2 Canny算子和Sobel算子处理的上皮细胞细节图

图2中,(a)为原尿沉渣图像中的上皮细胞图;(b)是对原尿沉渣图像作Canny边缘检测后所得图像中该上皮细胞的处理结果,有断续现象;(c)是对原尿沉渣图像作Sobel边缘检测后所得图像中该上皮细胞的处理结果,有边缘信息冗余;(d)是对Canny算子处理的上皮细胞作连通域填充的结果,连通域与原图中的上皮细胞形态相差甚远。对Sobel算子处理的上皮细胞作连通域填充后,依然存在细胞信息丢失的情况,此处不表。此外,由于所用显微镜倍数较低,导致采集图像的分辨率不够高,当观察单个细胞时,图像清晰度偏低,但不影响最终处理结果。

而将经Canny算子和Sobel算子滤波之后的两幅图像进行叠加及平均处理,再进行膨胀腐蚀、孔洞填充等一系列处理后,可得到良好的连通域(图3)。



(a) 叠加算子处理

(b) 叠加算子连通域

图3 叠加算子处理的上皮细胞细节图

图3中,(a)为对图2(a)分别进行Canny与Sobel边缘检测后进行叠加及平均处理后的图像;(b)为对叠加图像进行连通域填充等一系列处理后的结果,与原图的形态信息接近,处理结果良好。

(2) 最终的处理步骤为:灰度化图像,去除冗余信息;直方图增强,增大有形成分和背景的对比度;邻域滤波,去除刻度框阴影;中值滤波,去除椒盐噪声;Canny和Sobel算子叠加进行边缘检测,得到完整的边界信息;膨胀腐蚀和孔洞填充后得到连通域。白细胞、上皮细胞和管型的最终处理结果对比,见图4。由图4可知,各成分的刻度框阴影已完全消除,且不影响有形成分的边缘提取;白细胞的右上角粘连现象的处理仍需改进,但定位定型检测基本准确;上皮细胞的灰度虽较低,但边缘定位良好;管型内虽含大量细胞颗粒,较为零散,但处理效果良好。对大量处理后的图像进行观察验证的结果表明本研究提出的预处理方法对本组图像通用,处理效果显著。

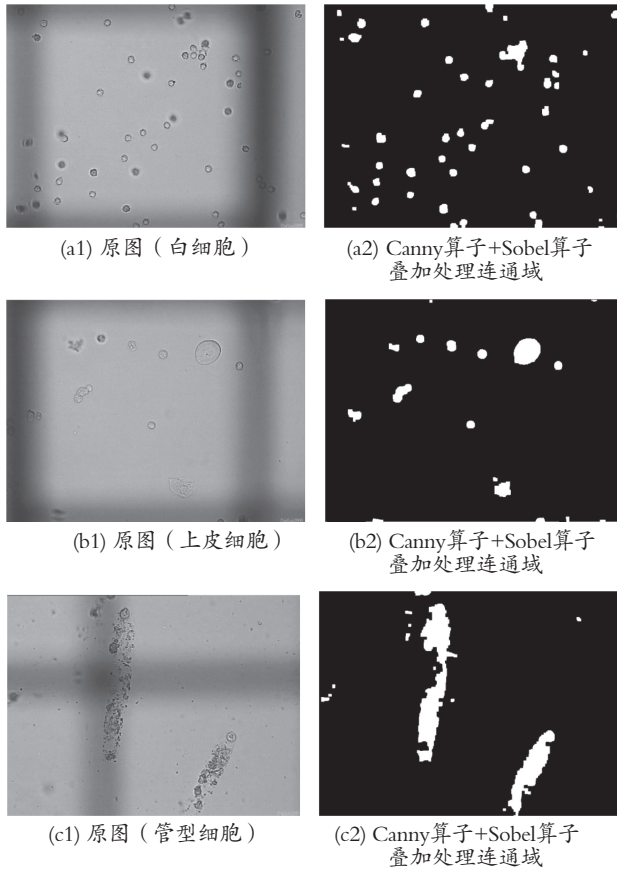


图4 边缘信息提取处理结果对比

3 有形成分的特征提取

经过上述处理,已经得到完整的连通域信息,对每个连通域进行处理,便可以得到其特征值。

3.1 有形成分特征

尿沉渣中的有形成分多种多样,主要包括红细胞、白细胞、管型、结晶、上皮细胞和杂质等。本文重点对正常成分进行分类,异常成分暂不处理。正常红细胞呈双面凹陷圆盘状,淡黄色,较小,尿中出现红细胞表示肾脏出现病变;正常白细胞呈圆球状,形态规整,细胞膜及细胞核清晰可见,比红细胞略大;结晶种类繁多,意义大多不明^[5];上皮细胞包括肾小管上皮细胞、移行上皮细胞、鳞状上皮细胞和多核巨细胞等,除了肾小管上皮细胞形状规则外,其他上皮细胞形状皆不规则;管型包括透明管型、颗粒管型、细胞管型、变形管型和宽幅管型等,多为矩形柱状。

3.2 特征选择和提取

根据有形成分特征,本研究除了使用周长、面积、长宽比、矩形度等常用特征值外,另外选用圆形度和 Hu 7 个不变矩共 12 个特征值对不同的有形成分进行识别区分。圆形度的计算公式为: $e = 4\pi \times A / C^2$, 它表征了连通域似圆的程度,以此来有效区别圆细胞和非圆成分,比如白细胞和管型。

Hu 7 个不变矩由二阶和三阶归一化中心矩构造,具有旋转、平移和缩放的不变性。在尿沉渣图像中,由于细胞的形态多样,对于同一类细胞例如管型,当细胞在图像中的位置发生改变但细胞本身的形态并未改变时, Hu 7 个不变矩可以将图像中处于不同位置的同一细胞归为一类。

4 使用BP神经网络对各有形成分分类

4.1 BP神经网络

人工神经网络(ANN)是一种在模拟生物神经网络的基础上创建的一种有关信息处理的系统,是一种经典的非数值算法,具有强大的信息存贮和计算能力^[6],在联想记忆、模式识别、复杂控制、函数逼近、信号处理与图像处理等领域应用广泛^[7]。现在已有的 ANN 模型有 Hopfield 网络、对向传播网络、误差反向传播网络、Kohonen 网络、自组织映射模型、径向基函数网络等,其中以 BP (Back Propagation) 神经网络模型的应用最为广泛^[7-8]。

本研究尝试使用 BP 神经网络对尿沉渣有形成分进行分类。BP 神经网络,包括信息的正向传播和误差的反向传播。其输入层负责接收数据并将其传递给隐含层各神经元,隐含层对数据进行一级或多级处理后由最后一级隐含层将处理结果传递给输出层,最后数据经输出层处理后输出,便完成了一次正向传播处理。当输出数据与期望输出相差甚远时则进入误差反传阶段,通过输出层将误差按一定的规则反向修正,周而复始直至输出数据与期望输出相同或达到预设的学习次数为止。

BP 神经网络结构图,见图 5。

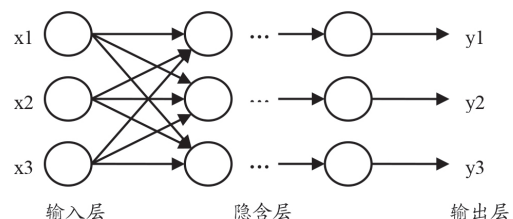


图5 BP神经网络结构图

如图所示, BP 神经网络最少由 3 层网络组成,第一层为输入层,最后一层为输出层,中间层为隐含层,隐含层可以有多个。每层都包含任意数量的神经元,神经元之间无联系,但层与层之间互联。BP 神经网络的复杂性随神经元与层数的增加而增加,训练时间也相应增加。

4.2 BP神经网络在Matlab环境中的应用

本研究基于 Matlab 环境对尿沉渣图像进行分析和处理,使用 BP 神经网络对各有形成分的特征向量进行学习和分类。

在使用 BP 神经网络对尿沉渣有形成分进行分类的过程中,需要设定每一层神经元的数量。经过反复试验发现,设置 1 个输入层、1 个输出层和两个中间层时,有形成分的效

果最贴近实际。由于共挑选了 12 个特征值作为输入,所以输入层选用 12 个神经元;最后要分类出 6 种成分,所以输出层选用 1 个神经元,而此神经元有 6 个不同的值,此处赋为 1~6;经过多次试验比对,中间层即隐含层分别选用 24 个和 10 个神经元。

Matlab 神经网络工具箱封装了很多神经网络函数,本研究仅描述 BP 神经网络相关函数的使用规则和流程,描述如下。

(1) 创建 1 个 BP 网络 net,有 1 个输入层(有 12 个神经元)和 1 个输出层(有 1 个神经元),两个中间层(分别有 24 个和 10 个神经元)。

```
net=newff(P,[12, 24, 10, 1],{'tansig' 'purelin'}) ;
```

newff 表示创建 1 个网络为 BP 网络, P 用来定义输入向量的最大值和最小值,因为处理输入数据时会做归一化处理,所以此处最大值为 1,最小值为 -1;之后是网络层的设置,分别为 12、24、10 和 1;最后是第 i 层的传递函数,第二层采用正切函数式,其余全选择默认 S 型对数式。newff 函数其他参数也全部采用默认值。

(2) 初始化网络。

```
net=init(net) ;
```

(3) 采用梯度下降法训练网络,最大训练次数为 10000,误差为 0.0001,每训练 10 次显示 1 次。

```
net.trainparam.epochs=10000 ;
```

```
net.trainparam.show=10 ;
```

```
net.trainparam.goal=1e-4 ;
```

(4) 开始训练并将网络保存成 Uri.mat。

```
[net,tr,Y,E]=train(net,P,T) ;
```

P 为输入向量, T 为每个有形对应的输出值。

```
save('Uri','net') ;
```

(5) 使用新样本 P1 进行预测。

```
YY=sim(net,P1) ;
```

YY 即为预测结果。

4.3 有形成分分类结果

将未分类的有形成分样本特征值输入到训练好的网络中进行分类处理,结果见表 1。

表1 未知样本有形成分识别率

有形成分	实际数目 (个)	识别数目 (个)	识别率
红细胞	190	185	0.97
白细胞	300	279	0.93
管型	40	38	0.95
结晶	120	110	0.92
上皮细胞	100	73	0.73
其他	100	156	1.56

经分析发现,在实际处理中,有些红细胞会被误检成白细胞,而一些粘连的白细胞会被误检为上皮细胞,有些透明的上皮细胞则会造成边缘误判,被分割成数个小连通域。结晶的种类较多,检测结果不准确。管型细胞特征较明显,检测结果尚可。该结果说明,使用 BP 神经网络对尿沉渣进行分类的方法是可行的,后续工作需要提高其检测准确率。

5 总结和展望

经过研究表明,本研究使用 12 个特征值经 BP 神经网络对尿沉渣图像中的有形成分进行分类和计数的效果较好,且处理速度较快。Matlab 封装的 BP 神经网络的函数易于理解和使用,但是网络层数的确定是个复杂而细致的工程,需要不断的摸索和尝试。

但本研究也有一定的局限性:对于不同质量的图像,该分类方法的效果未知,本研究使用的图像分辨率偏低,细节比较模糊,日后应增拍清晰图像进行验证;当检验需求更加细致如需分析上皮细胞的类型时,就要重新设计分类方法;对有形成分的类别判断需依靠大量的临床知识和经验,尚需进行进一步改进以向临床推广。

[参考文献]

- [1] 王冠.尿沉渣检查的临床价值分析研究[J].中外医学研究,2012,20(25):48.
- [2] 刘兴莉.常用的三种尿沉渣检测方法的比较[J].齐鲁医学检验,2004,15(6):45.
- [3] 彭淑敏.神经网络图像识别技术与实现[D].西安:西安电子科技大学,2005.
- [4] John Canny.A computational approach to edge detection[J].IEEE Transactions on PAMI,1986,8(6):679-698.
- [5] 刘肖肖.尿沉渣图像采集与分析系统的研究[D].济南:山东大学,2014.
- [6] 马莉,杜一鸣,黄光,等.基于样本熵与人工神经网络的癫痫发作预测初步研究[J].中国生物医学工程学报,2013,32(2):243-247.
- [7] 焦振.误差反向传播神经网络(BP网络)算法的启发式改进[J].安阳师范学报,2008,(5):47-49.
- [8] 胡金滨,唐旭清.人工神经网络的BP算法及其应用[J].信息技术,2004,28(4):1-4.

基于半导体变温技术的离体肾脏保存箱温度控制系统的研制

Development of A Temperature Control System for Isolated Kidney Preservation Device Based on the Semiconductor Temperature Control Technology

丁志良¹, 胡亮², 汤国平²

1.嘉兴市第二医院, 浙江 嘉兴 314000;

2.浙江大学医学院附属第四医院, 浙江 义乌 322000

DING Zhi-liang¹, HU Liang², TANG Guo-ping²

1.The Second Hospital of Jiaxing, Jiaxing Zhejiang 314000, China; 2.The Fourth Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Yiwu Zhejiang 322000, China

[摘要] 肾移植是治疗终末期肾病综合症的主要方法之一, 供体肾脏离体后的低温保存是影响手术成功的重要因素。本文阐述了一种简便、精度高、控制速度快的离体肾脏保存箱的温度控制系统的研制过程。该系统采用半导体变温技术来控制离体肾脏保存箱的温度, 其测温传感器采用稳定性好、示值复现性高的铂电阻 (Pt100), 温度控制策略采用PID控制。测试结果表明, 系统在工作环境 (23 °C ± 2 °C) 条件下的温度过冲 < 0.3 °C, 温度控制精度为 ± 0.2 °C, 符合离体肾脏保存对温度的要求。

[关键词] 肾脏移植; 离体肾脏低温保存; 半导体变温技术; PID控制

Abstract: Renal transplantation is one of the main treatments for the end-stage nephrotic syndrome. In order to improve the success rate of transplantation, the donor kidney should be preserved in low temperature before transplantation. In this paper, an easy-to-use temperature control system with high precision and rapid response speed for isolated kidney preservation device was presented. The semiconductor temperature control technology was applied in this system to control the temperature of isolated kidneys. The platinum resistance (Pt100) was used as temperature sensor and the PID (proportional-integral-derivative) controller was taken as the temperature control policies. According to the experimental results, the temperature overshoot of the system was less than 0.3 °C and the temperature accuracy was ± 0.2 °C when it worked at the temperature of 23 °C ± 2 °C, which satisfied the temperature requirements of preservation of isolated kidneys.

Key words: kidney transplantation; preservation of isolated kidneys in low temperature; semiconductor temperature control technology; proportional-integral-derivative control

[中图分类号] R699.2; TH789 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.008

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0033-05

0 前言

慢性肾脏疾病 (Chronic Kidney Disease, CKD) 的进展过程被认为是不可逆的, 最终必将进展至终末期肾病 (End Stage Renal Disease, ESRD) [1-2]。目前血液透析、腹膜透析和肾移植是终末期肾病患者替代治疗的主要方法, 其中, 终身透析治疗费用高昂, 会使患者家庭和社会均不堪重负; 肾移植是根治 ESRD 的最终方法 [3-6]。

收稿日期: 2014-10-10
通讯作者: 胡亮, 高级工程师。
通讯作者邮箱: yvwhl@zju.edu.cn

修回日期: 2014-11-20

肾移植术是将供体肾脏移植到受体体内, 使其恢复血液供应并能在受体体内发挥肾脏功能的技术 [7]。离体肾脏保存期间, 其活力的维持是肾移植成功的重要前提 [8], 低温可以抑制一系列酶促反应, 降低能量消耗, 减慢细胞内酶破坏器官生命力成分的速度, 但是温度过低将引起组织细胞损害 [9]。因此, 精确控制离体肾脏的保存温度对提高肾移植手术的成功率有着非常重要的意义。研究表明, 当器官处于低温状态 (4 °C) 时, 其细胞代谢速率仅为正常状态时的 10% ~ 12%, 且其组织细胞不会受到损害, 因此 4 °C 是器官体外保存的最佳温度 [8]。

目前国内常采用的离体肾脏保存方案:取出供体肾脏,灌注4℃的肾脏保存液,灌注完毕后将保存于外部有冰水混合液金属盒内。此方案的缺点为温度控制不精确、降温速率不高,影响离体肾脏移植的成功率^[10-11]。为此,笔者研制了一种基于半导体变温技术的离体肾脏保存箱,具有加热制冷双向工作、体积小、重量轻、无震动、无噪音、可靠性高、热惯性小等特点,其中温度控制系统是该保存箱的关键。本文阐述了该温度控制系统的研制过程。

1 半导体变温技术的基本原理与应用

1834年法国物理学家帕尔贴发现,当外加的直流电流流过由两种不同材料组成的封闭回路时,回路两端的结点将产生吸热或放热现象,称为帕尔贴效应^[12],即半导体变温技术的基本原理。半导体制冷技术在临床医学上有着广泛的应用^[13-14],如快速病理切片^[15]、PCR仪^[16]、亚低温疗法^[17]、冷冻止血、冷冻切除白内障以及血清、疫苗和血浆的低温存储等。

2 离体肾脏保存箱温度控制系统的结构设计

离体肾脏保存箱温度控制系统主要由温度数据采集模块、线性校正与放大模块、PID控制模块、功率输出模块、变温模块、电源模块等组成,结构框图见图1。

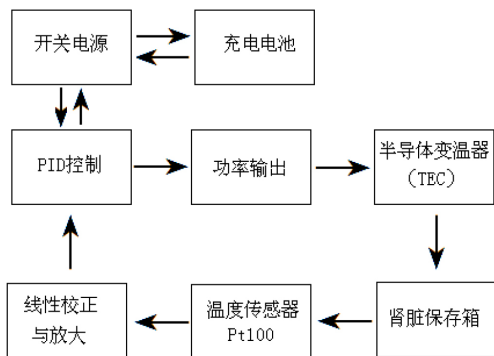


图1 离体肾脏保存箱温度控制系统结构框图

系统主要工作原理为:高精度的铂电阻温度传感器(Pt100)测量肾脏保存箱的实际温度信号,该温度信号经过线性校正与放大后送入PID控制器,PID控制器将实际测量值与系统设定值的差值进行PID处理后,经脉冲宽度调制(PWM)控制功率输出的大小,从而实现了对系统变温的精确控制。系统的电源采用开关电源,交直流两用;充电电池的电压为24V,容量为40AH,在400W脉冲导通时可以提供数小时的冷藏供电,以便在无市电供应的情况下保证系统的正常工作。

3 离体肾脏保存箱温度控制系统的温度控制策略

系统的温度控制采用PID控制器实现。PID控制器是一种应用广泛的自动控制器,具有原理简单、容易实现、鲁棒性强等优点^[18]。

3.1 测温电路设计

准确快速的温度测量是实现温度精确控制的关键,离体肾脏的保存要求温度传感器测温要迅速、线性要好。因此,系统的测温传感器采用铂电阻(Pt100),在温控范围(0~5℃)内具有比较好的线性,线性校正也相对简单。为了满足实验要求,本研究将Pt100传感器放入不锈钢圆套中,中间充以硅胶,并用环氧树脂封装。另外,为使温度控制更加准确,本研究选用两个Pt100传感器,将其对称放置在肾脏保存箱的内壁上。

3.2 PID控制原理

PID控制原理框图,见图2。PID控制系统主要由PID控制器与被控对象组成。

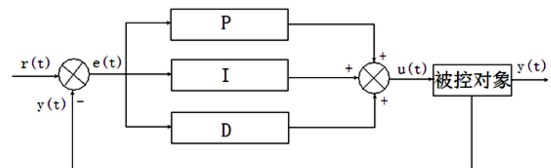


图2 PID控制系统框图

PID控制器根据设定值 $r(t)$ 与实际输出值 $y(t)$ 之差形成偏差 $e(t)$,即:

$$e(t) = r(t) - y(t) \quad (1)$$

将偏差的比例(P)、积分(I)、微分(D)通过线性组合构成控制量,对被控对象进行控制,其控制公式为:

$$u(t) = K_p \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right] \quad (2)$$

传递函数形式为:

$$G(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (3)$$

式中: K_p 为比例系数, T_i 为积分时间常数, T_d 为微分时间常数。

采用离散化表达,PID控制系统输出 $u(k)$ 可表示为:

$$u(k) = k_p \left[e(k) + \frac{1}{T_i} \sum_{j=1}^k e(j) T + T_d \frac{e(k) - e(k-1)}{T} \right] \quad (4)$$

式(4)也可表示为:

$$u(k) = k_p e(k) + k_i T \sum_{j=1}^k e(j) + \frac{k_d}{T} \Delta e(k) \quad (5)$$

上式中： T 为采样周期， $k_i = \frac{k_p}{T_i}$ ， $k_d = k_p T_d$ 。
由式(5)可推导出：

$$u(k-1) = k_p e(k-1) + k_i T \sum_{j=1}^{k-1} e(j) + \frac{k_d}{T} \Delta e(k-1) \quad (6)$$

式(5)与式(6)相减得出增量式PID控制算法的输出增量为：

$$\Delta u(k) = k_p \Delta e(k) + k_i T e(k) + \frac{k_d}{T} [\Delta e(k) - \Delta e(k-1)] \quad (7)$$

式中：

$$\begin{aligned} \Delta u(k) &= u(k) - u(k-1) \\ \Delta e(k) &= e(k) - e(k-1) \end{aligned}$$

式(7)可写为：

$$\Delta u = K_p [(e_n - e_{n-1}) + (T/T_i)e_n + (T_d/T)(e_n - 2e_{n-1} + e_{n-2})] \quad (8)$$

根据Ziegler-Nichle条件，令：

$$\left. \begin{aligned} T &= 0.1T_k \\ T_i &= 0.5T_k \\ T_d &= 0.125T_k \end{aligned} \right\} \text{Ziegler-Nichle条件}$$

式中： T_k 为临界震荡周期，代入式(8)得：

$$\Delta u = K_p (2.45e_n - 3.5e_{n-1} + 1.25e_{n-2}) \quad (9)$$

这是一种简化的扩充临界比例整定法，又称归一参数整定法。此方法只需整定一个参数，适合计算机自整定。该方法采用时间乘绝对误差积分准则（ITAE准则）：

$$ITAE = \int_0^{\infty} t|e(t)|dt \quad (10)$$

由式(10)可以看出，当取最小值时，控制系统的状态为最佳。ITAE准则主要考虑瞬态响应后期出现的误差，对单位阶跃响应的初始误差考虑甚少。应用这种准则设计的系统超调量小、抗干扰能力强，具有良好的选择性和灵敏度。其算法推算如下：

$$ITAE = \int_0^{T_0} t|e(t)|dt + \int_{T_0}^{T_m} t|e(t)|dt + \int_{T_m}^{\infty} t|e(t)|dt \quad (11)$$

控制系统是稳定的，我们可以认为在 $0-T_0$ 和 T_m-T_{∞} 时， $|e(t)| \rightarrow 0$ ，所以式(11)可以写为：

$$ITAE = \int_{T_0}^{T_m} t|e(t)|dt \quad (12)$$

经离散化后，可以表示为：

$$ITAE = T \sum_{K=0}^{K=N} K|e_K| \quad (13)$$

T 为采样周期，为常数，计算最小值时可等效于求：

$$ITAE^* = \sum_{K=0}^{K=N} K|e_K| \quad (14)$$

3.3 增量式PID控制算法

增量式PID是指数字控制器的输出只是控制量的增量 Δu 。采用增量式算法时，计算机输出的控制量 Δu 对应的是本次执行机构位置的增量，而不是对应执行机构的实际位置，因此要求执行机构必须具有对控制量增量的累积功能，才能完成对被控对象的控制操作。

将每次计算的 $ITAE_n^*$ 的值与上次得到的 $ITAE_{n-1}^*$ 的值进行比较，可以根据 $ITAE^*$ 的变化趋势对PID算法式中的参数进行修正，但偏差的累加作用容易产生较大的累积偏差，使控制系统出现不良的超调现象。增量式PID控制算法是通过前3次采样周期内的偏差信号 e 、 e_{n-1} 、 e_{n-2} 计算出本次采样周期内的控制变量 u 的增量 Δu 的一种控制算法。

根据Ziegler-Nichle条件， $\Delta u = K_p (2.45e_n - 3.5e_{n-1} + 1.25e_{n-2})$ 。由于本研究涉及的温度控制变量是增量，因此采用增量式PID控制算法，计算公式可以写成：

$$u_n = u_{n-1} + \Delta u_n \quad (15)$$

在实际调试中，计算 $ITAE^* = \sum_{K=0}^{K=N} K|e_K|$ 可取 N 为5~10。每隔 N 个采样周期就对 K_p 进行一次修正，修正情况如下：

$$\begin{aligned} &\text{当 } K_{pn} \leq K_{pn-1}, \text{ 则 } K_{pn+1} = K_{pn} - C \\ ITAE_n^* < ITAE_{n-1}^* & \end{aligned} \quad (16)$$

$$\text{当 } K_{pn} \geq K_{pn-1}, \text{ 则 } K_{pn+1} = K_{pn} + C$$

$$\begin{aligned} &\text{当 } K_{pn} \leq K_{pn-1}, \text{ 则 } K_{pn+1} = K_{pn} + C \\ ITAE_n^* > ITAE_{n-1}^* & \end{aligned} \quad (17)$$

$$\text{当 } K_{pn} \geq K_{pn-1}, \text{ 则 } K_{pn+1} = K_{pn} - C$$

$$ITAE_n^* = ITAE_{n-1}^* \quad K_{pn+1} = K_{pn} \quad (18)$$

式(16)、(17)、(18)中 C 为常数，相对 K_p 较小，实际可取 $C=0.1K_p$ ，这样可以提高系统的抗干扰能力。

增量式算法的优点有：①算式中不需要累加，控制增量 Δu 的确定仅与最近3次的采样值有关，容易通过加权处理获得比较好的控制效果；②计算机每次只输出控制增量，即对应执行机构位置的变化量，故机器发生故障时影响范围小，不会严重影响生产过程；③手动-自动切换时冲击小，当控制从手动向自动切换时，可以作到无扰动切换。

4 系统性能测试

系统组装调试完成后，委托第三方进行性能测试验证。本研究委托浙江省计量科学研究院热工与能源计量研究所对离体肾脏保存箱进行性能测试。测试时采用300 mL生理盐水代替用于肾脏保存的高渗枸橼酸腺嘌呤液。测试地点：浙江省计量科学研究院；环境条件：温度（24.8℃），湿度（56%）；测试设备：测温仪（Fluke 1529，美国）。离体肾脏保存箱箱体结构示意图，见图3。

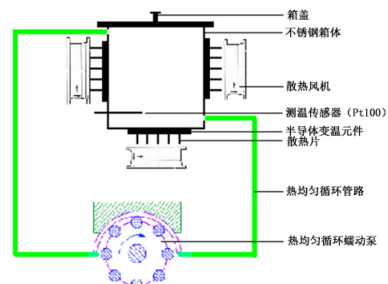


图3 离体肾脏保存箱箱体结构示意图

测试时测温仪的温度传感器放置在离体肾脏保存箱内部中央,与系统的温度传感器保持在同一水平。4块半导体制冷片放置在离体肾脏保存箱的底部和周边。通过循环蠕动泵使不锈钢保存箱内的液体热均匀。开始测量前保存箱的温度为20.3℃,环境温度为24.8℃。测试系统由20.3℃下降到4℃并保持4℃恒温的效果。

测试时每隔10s记录1次系统的温度值,最终将测试的温度与时间数据绘成时间-温度关系图,见图4。由图4可知,离体肾脏保存箱的温度由20.3℃下降到4℃并保持恒定所需的时间大约为25min。其中,第一个波谷温度为3.8℃(温度过冲<0.2℃);温度趋于稳定,稳定后温度最高为4.1℃,最低为3.9℃(温度波动<0.1℃)。

有容量(放置300g猪肾)的情况下,离体肾脏保存箱测试的时间-温度关系图,见图5。由图5可知,离体肾脏保存箱的温度由20.3℃下降到4℃并保持恒定所需时间大约为30min。其中,第一个波谷温度为3.7℃(温度过冲<0.3℃);温度趋于稳定,稳定后温度最高为4.2℃,最低为3.8℃(温度波动<0.2℃)。

上述数据表明,离体肾脏保存箱温度控制系统在降温速率方面达到了设计目标。

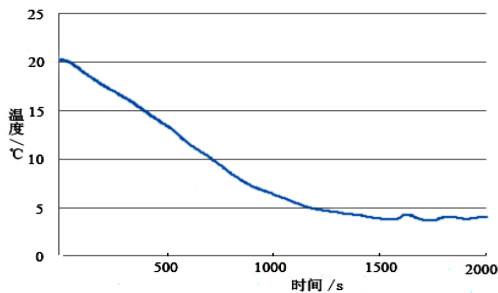


图4 离体肾脏保存箱测试时间与温度示意图

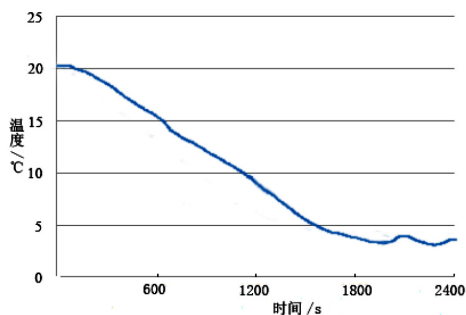


图5 离体肾脏保存箱测试时间与温度示意图(放置300g猪肾)

5 讨论

性能测试数据表明,系统变温时,离体肾脏保存箱温度过冲<0.3℃,恒温温度波动<0.2℃,可满足离体肾脏保存对温度的要求,其温度控制系统具有如下特点。

(1)系统采用脉宽调制(PWM)控制功率输出的工作电压脉宽,来实现对温度的精确控制,经第三方检测,变温和恒温效果较好。

(2)系统采用PID自整定算法,与常规PID控制算法比较,可使被控对象的温度波动大幅度减小,系统变温时响应时间 ≤ 3 s,控制精度优于0.3℃,恒温波动<0.2℃。

(3)系统温度控制策略采用增量式PID控制算法,避免了扩充临界比例整定法的偏差累加导致的较大的累积偏差,降低了系统不良的超调现象。

6 结论与展望


本研究研制了一种基于半导体变温技术,可对离体肾脏保存箱的温度进行精确控制的系统。温度控制测试数据表明,基于该温度控制系统的离体肾脏保存箱的温度过冲<0.3℃,恒温时温度波动<0.2℃,实现了设计目的。

随着半导体材料研究的不断深入,半导体的变温性能会越来越好,基于单片机的温度控制技术也会越来越成熟,半导体变温技术会应用于更多的领域,在医学工程方面的研究也会更加深入。

影响离体肾脏保存的因素非常多,温度只是其中之一。今后将对影响离体肾脏保存的其他因素进行更广泛的研究,以提高离体肾脏的保存质量,进而提高肾移植手术的成功率。

[参考文献]

- [1] Meguid ENA, Bello AK. Chronic kidney disease: the global challenge[J]. Lancet, 2005, 365(9456): 331-340.
- [2] Eddy AA. Molecular insights into renal interstitial fibrosis[J]. J Am Soc Nephrol, 1996, 7(12): 2495-2508.
- [3] Xue JL, Ma JZ, Louis TA, et al. Forecast of the number of patients with end-stage renal disease in the United States to the year 2010[J]. J Am Soc Nephrol, 2001, 12(12): 2753-2758.
- [4] Lysaght MJ. Maintenance dialysis population dynamics: current trends and long-term implications[J]. J Am Soc Nephrol, 2002, 13: S37-S40.
- [5] 高晓健, 张怡玲. 慢性肾脏病流行病学研究现状[J]. 临床军医杂志, 2010, 38(4): 676-678.
- [6] Coresh J, Selvin E, Stevens LA, et al. Prevalence of chronic kidney disease in the United States[J]. JAMA, 2007, 298(17): 2038-2047.
- [7] 郑克立. 临床肾移植学[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2006: 581.
- [8] 明长生, 夏穗生, 陈金枝, 等. 温度对WMO-1号液保存犬肾的影响[J]. 中华器官移植杂志, 1999, 20(2): 108-109.
- [9] Southard JH, Belzer FO. Organ preservation[J]. Annu Rev Med, 1995, 46: 235-247.
- [10] 程燕, 袁发焱. 离体肾脏保存研究进展[J]. 国外医学(泌尿系统)

- 分册),2001,21(5):237-238.
- [11] 石瑛,肖传国.肾脏保存研究进展[J].临床泌尿外科杂志,2005,20(8):509-511.
- [12] 谢永奇,高红霞,谢永奇.电子设备热设计及分析技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002:227-228.
- [13] 胡亮,冯靖祎,吕颖莹.一种新型温控系统在胰岛干细胞分离中的应用[J].中国医疗设备,2010,25(11):14-16.
- [14] 冯靖祎,胡亮.胰岛干细胞分离全程温度控制系统的研制[J].中国生物医学工程学报,2011,30(1):82-87.
- [15] 李洪斌,杨先.半导体制冷技术原理与应用[J].现代物理知识,2007,(5):34-36.
- [16] 徐平,余威,王健桦,等.模糊PID控制用于PCR芯片实验室温控系统[J].华东理工大学学报(自然科学版),2007,33(2):267-270.
- [17] 王金玲,李菲,刘真秀.应用半导体制冷仪行亚低温治疗大面积脑梗死病人的疗效观察[J].全科护理,2008,6(36):3313-3314.
- [18] 谢长生,胡亦鸣,钟武清.微型计算机控制基础[M].成都:电子科技大学出版社,1994. 

上接第24页

- [2] Mattes D, Haynor DR, Vesselle H, et al. PET-CT image registration in the chest using free-form deformations[J]. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2003, 22(1): 120-128.
- [3] Firlre EA, Wesarg S, Dold C. Fast CT/PET registration based on partial volume matching[J]. International Congress Series, 2004, 1268: 31-36.
- [4] Marinelli M, Tucci F, Positano V, et al. A new multi-resolution optimization algorithm for PET-CT cardiac images registration[C]. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, 2009, 25: 414-417.
- [5] 吴小丹, 奚日辉, 宋玲玲. 基于梯度互信息的CT/PET图像分步配准[J]. 微计算机信息, 2008, 24(9): 292-293, 247.
- [6] 黄中华, 杨新, 王利生. PET-CT双模图像配准[J]. 计算机仿真, 2007, 24(8): 191-193, 197.
- [7] 余霞, 葛红, 李彬, 等. 基于并行计算和多层次B样条的肺部CT-PET图像配准[J]. 计算机应用, 2009, 29(7): 1940-1942.
- [8] Khodadad D, Ahmadian A, Ay M, et al. B-spline based Free Form Deformation Thoracic non-rigid registration of CT and PET images[C]. International Conference On Graphic and Image Processing, 2011, 8285: 82851K.
- [9] Han FF, Yang JZ, Liu Y, et al. Research on Preprocessing Algorithm for PET-CT Image Registration[C]. 2010 International Conference on Optoelectronics and Image Processing, 2010, 2: 266-269.
- [10] 符祥, 郭宝龙. 图像插值技术综述[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(1): 141-144.
- [11] 王琳婧, 张书旭, 林生趣, 等. 基于Viscous Fluid模型的快速CT-CBCT图像变形配准算法研究[J]. 中国医疗设备, 2013, 28(6): 21-23, 33.
- [12] Wang Y, Wang MQ, Zhang ZJ, et al. Study of mutual information multimodality medical image registration based on modified simplex optimization method[J]. Optik - International Journal for Light and Electron Optics, 2013, 124(21): 4754-4757.
- [13] Yuan GL, Lu XW. An active set limited memory BFGS algorithm for bound constrained optimization[J]. Applied Mathematical Modelling, 2011, 35(7): 3561-3573.
- [14] Xiao YH, Zhang HC. Modified subspace limited memory BFGS algorithm for large-scale bound constrained optimization[J]. Journal of Computational and Applied Mathematics, 2008, 222(2): 429-439.
- [15] Abramov RV. The multidimensional moment-constrained maximum entropy problem: A BFGS algorithm with constraint scaling[J]. Journal of Computational Physics, 2009, 228(1): 96-108.
- [16] 张红颖, 张加万, 孙济洲, 等. 基于层次B样条的医学图像弹性配准方法[J]. 天津大学学报, 2007, 40(1): 35-40. 

社区医院DR设备远程拍片系统研究

Research on the Remote Filming System for Digital Radiography Equipment in Community Hospitals

唐颖¹, 刘国庆²

1.中国人民解放军第181医院 信息科, 广西 桂林 541002; 2.南方医科大学 生物医学工程学院, 广东 广州 510515

TANG Ying¹, LIU Guo-qing²

1.Department of Information, The 181st Hospital of PLA, Guilin Guangxi 541002, China; 2.School of Biomedical Engineering, Southern Medical University, Guangzhou Guangdong 510515, China

[摘要] 目的 开发能远程控制数字X线摄影(DR)设备的远程拍片系统。方法 采用嵌入式技术开发控制主机,利用广域网将社区医院DR室的影像、声音信息等传输到中心医院,并将中心医院的控制指令下载到社区医院的DR设备。结果 应用结果表明,该系统实现了中心医院对社区医院DR设备的远程控制。结论 该系统能满足DR设备远程拍片的需求,有较大的社会应用价值。

[关键词] 社区医院; DR设备; 远程控制; 嵌入式技术

Abstract: Objective To develop a filming system that can remotely control digital radiography (DR) equipment. With the system, central hospitals can remotely control the DR devices of community hospitals. Methods The embedded technology was applied to develop the control mainframe. Then, various information including images and voice can be transferred via wide area network (WAN) from the DR room in community hospitals to central hospitals. Meanwhile, the control commands also can be transferred from central hospitals to the DR equipment in community hospitals. Results With the application of the system, central hospitals can remotely control the DR equipment in community hospitals. Conclusion The system that can meet the requirements of remote filming of DR equipment is worth to be promoted.

Key words: community hospitals; digital radiography equipment; remote control; embedded technology

[中图分类号] TP391 [文献标识码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.009
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0038-03

0 前言

我国正在大力建设社区医疗服务体制,社区医院可为居民提供低价、就近、方便、快捷的医疗卫生服务,以分流常见病、轻微病人,合理配置有限的医疗资源,解决居民看病难、看病贵的难题^[1]。但是社区医院仍面临着门可罗雀的尴尬境地,缺钱、缺资源、缺信任、缺人才^[2]。社区医院医生通常人数较少,而且一般是全科医生,要完成从检测到诊断等一系列工作,这就对医生的素质提出了较高的要求,但由于待遇及社会影响等各方面原因,素质高的医生不愿到社区医院工作,而在社区医院工作的医生很多都素质不足。

随着现代化医学影像技术的不断发展,数字X线摄影(DR)因其图像质量和工作效率高等优势已得到广泛普及。目前,不少社区医院也配置了DR设备,并且随着国家对社区医院投入的增加以及DR设备价格的降低,DR设备正逐渐成为社区医院的基本设备^[3]。

由于一些社区医院医生对DR拍片操作不熟练,所得到的影像质量往往不高^[4]。常见的解决方法是中心医院放射科派技师到社区医院拍片,但却会增加人力成本与时间开销,病人也不能得到及时诊治。如果社区医院接收病人后,中心医院放射科技师能远程控制其DR设备对病人进行拍片,社区医院只需护士或当班医生配合,就可以较好地解决上述问题,使社区医院真正起到分流的作用。

本研究开发了一套可远程控制DR设备的远程拍片系统,能使中心医院通过网络对社区医院的DR设备进行操作,完

收稿日期: 2014-08-05
本文作者: 唐颖, 副主任医师。
通讯作者: 刘国庆, 博士。
作者邮箱: lieut@163.com

修回日期: 2014-11-19

成对病人的拍片工作,并能自动将所得影像上传到中心医院放射科,供专科医生进行诊断。

1 设计过程

由于DR设备的控制主机上不能安装其他软件,以免影响控制软件的正常运行,因此只能通过研究外围设备实现对DR设备的远程控制。本研究开发了一个社区医院控制主机并将其接入网络;并开发了中心医院的控制系统软件,可通过网络接收社区医院控制主机发来的数字信息,如视频、音频等,并可发送中心医院的操作指令到社区医院控制主机,从而实现对社区医院DR设备的远程控制。

1.1 系统结构设计

系统结构框图,见图1。

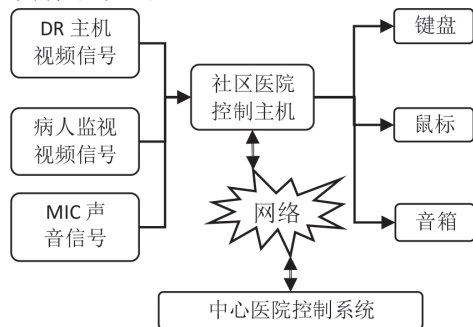


图1 远程拍片系统结构框图

1.2 硬件开发设计

硬件开发的主要内容是社区医院控制主机,主要由主控模块、通信模块和功能模块组成,结构框图,见图2。

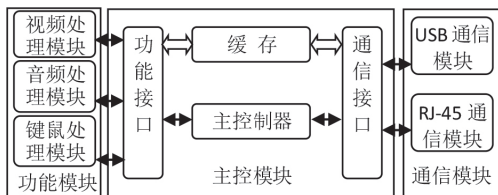


图2 社区医院控制主机结构框图

此控制主机可实现如下功能:①远程获取DR设备电脑主机的控制权,即输入设备(键盘与鼠标)的操控权,在接受到中心医院控制系统发出的操作指令后,输入相关数据;②远程获取DR设备电脑主机的输出VGA/DVI信息,即显示屏上的显示画面;③远程获取病人在DR设备上的身体姿态,即对病人的身体姿态进行远程监控;④可将远程操作的医生的声音指令下载到社区医院DR室,同时可将DR室里的声音信号传达给远程操作的医生,使社区医院当班医生或护士与远程操作的医生之间进行快捷的交流,以解决复杂病症、复杂角度的摆位问题和拍片模式选择问题等。

1.2.1 主控模块

主控模块用于实现对各通信接口及功能接口的控制与数据IO处理。综合考虑功能需求以及硬件成本,控制主机

CPU采用三星ARM Cortex-A8芯片S5PV210,主频1GHz,功耗低、速度快,可为要求苛刻、成本敏感的嵌入式应用提供可靠的高性能和灵活性,且其扩展丰富,成本也低^[5]。

S5PV210芯片的接口丰富:支持100M以太网卡;支持AC97、I2S接口以及两个独立的视频接口;支持MPEG-4/MPEG-2、H.264/H.263、VC-1、DivX的视频编解码和JPEG硬件编解码,支持1024×768分辨率;支持14×8矩阵键盘接口、板载键盘以及RS232串口。

1.2.2 功能模块

功能模块包含视频处理模块、音频处理模块及键盘鼠标处理模块。

视频处理模块用于采集并数字化视频输入,采用基于Ti的多核多媒体处理器TMS320DM8168,能满足高清视频处理及应用需求;具有两路视频输入,一路为DR室监控视频,另一路为DR设备电脑的VGA信号。此模块可将视频模拟信号转换为数字信号,并实现H.264编码压缩,以利于网络传输。

音频处理模块用于采集并数字化音频信号输入,采用Cirrus Logic公司的CS5330A模/数芯片,可将音频模拟信号转换为数字信号,并压缩为MP3格式,以减小体积,便于传输。

键盘鼠标处理模块用于模拟输出键盘与鼠标的操作,采用UI023芯片,可与DR设备上原有的键盘鼠标共同实现DR设备的输入功能。

1.2.3 通信模块

通信模块包含USB通信模块与RJ-45通信模块。

USB通信模块用于实现主机模块与键盘鼠标处理模块的数据通信,采用CH372芯片。CH372芯片具有8位数据总线和读、写、片选控制线以及中断输出,可以方便地挂接到中心控制器(MCU)的系统总线上。

RJ-45通信模块用于实现网络数据的传输,采用Realtek 8169芯片,可实现千兆网接入,遵循PCI2.2总线规范,兼容性好。

1.3 软件开发

1.3.1 中心控制软件

此软件在中心医院放射科运行,运行环境是Windows XP或Windows 7,用于接收并显示社区医院DR室里由系统主机发送的DR设备电脑主机显示图像,以及DR室病人监控影像,同时发送放射技师发出的键盘、鼠标操作指令;还可接收并播放社区医院DR室发来的声音信号,以及发送中心医院放射技师的声音信号。采用微软的Microsoft Visual Studio 2010软件进行开发,开发语言为C#。

1.3.2 DICOM图像接口系统

此接口用于接收社区医院DR设备所拍影像,并将其上传到中心医院的PACS。此接口基于DICOM3.0标准开发,可将社区医院的影像设备接入到中心医院的PACS,采用开源的DCMTK3.6.0开发包完成。此接口还可实现DICOM图像的JPEG2000无损压缩,大大减少图像文件的读取时间^[6-8]。

1.3.3 诊断提醒即时通讯系统

基于此系统,当社区医院的DR影像上传到中心医院PACS后,放射科医生电脑上会收到提醒信息,提醒其及时进行诊断并书写影像报告。在影像报告发布后,社区医院相关医生也会收到提醒信息,提醒其及时查看报告,诊断病情。该即时通讯软件独立于PACS,在中心医院运行服务端,在社区医院运行客户端。基于微软的数据通信的应用程序开发接口Windows Communication Foundation(WCF)开发,支持HTTP、TCP、Named Pipe、MSMQ、Peer-To-Peer TCP等协议^[9-10]。开发平台采用Visual Studio 2010,开发语言为C#。

2 结果

采用三星芯片S5PV210开发了嵌入式控制主机,并带有必备的输入输出接口,包括MIC输入口、网口、键盘输出口、鼠标输出口、DR设备控制电脑的VGA视频信号输入口、监控视频信号输入口、音频输出口等。其中,键盘鼠标口通过PS/2一拖二转接线接入DR设备控制电脑,实现与后者电脑键盘鼠标的共同操作。

在VS2010环境下,采用C#开发了中心医院的控制软件:在主界面上可以大、小两种画面同时显示DR设备画面及拍片室里的监控画面,两画面间可以相互切换,双击其中一个画面可以直接将其放大至全屏状态,便于操作者观看;当DR设备控制电脑画面为全屏显示时,会同步发送键盘鼠标的移动数据,此时可实时操控DR设备。

3 实验测试及实际应用效果

在100 M局域网内对系统各功能模块进行测试:将其接入两台电脑(CPU 2.8 G,内存2 G,NVIDIA GeForce显卡,Windows XP操作系统),将摄像头、麦克风接入控制主机,控制主机上接出键盘鼠标控制线,与电脑的键盘鼠标并接,测试视频传输、音频通讯、键盘鼠标的远程操控性、DCIOM图像文件的压缩与上传等功能。测试结果表明,在局域网的网速有保证的条件下,视频同步实时性较好,声音没有延迟,各项操作均能及时正常完成。

目前已在顺德区北滘中心医院安装了该系统。该中心医院下设碧江分院、莘村分院等几个社区医院,其网络都直接接入到中心医院局域网,以解决网速和保密问题(网速为100 Mbps)。拍片完成后,系统可自动将DICOM影像上传到中心医院PACS,同时放射科当班医生的电脑会弹出窗口,提醒其及时查片并写报告;影像报告发布后,社区医院当班医生电脑会弹出窗口,提醒其及时查看报告。整个工作流程顺利完成,当两路视频信号同时传输时,画面仍流畅,没有出现卡顿现象;声音信号与键盘鼠标的远程操作实时性也很

好;1幅DR影像文件大小约为15 M,进行JPEG2000无损压缩后大小约为6 M,压缩前社区医院到中心医院传输1幅影像至少需10 s,压缩后则不到5 s,大大节省了时间;基于此系统,社区医院当班医生或护士在中心医院放射科医师的指挥下,可迅速调整好病人的拍片体位,快速完成病人的拍片操作。

但由于影像拍摄与图像上传过程均需额外消耗一定时间,该系统仍不能满足对实时性要求高的病例的需求,但这通常属于紧急情况,病人或是被直接送到中心医院救治,或是在社区医院经简单处理后马上转到中心医院。一般来说,在社区医院治疗的病人并不需要快速得到放射诊断结论,所以该系统的应用基础还是比较好的。

4 结语

该系统的应用能使社区医院利用中心医院放射科高水平的影像诊断专家资源,既可解决基层社区医院的医学影像诊断专家缺乏的难题,又可使患者得到及时、准确的诊治;且基层医院无须进行大的投资,就能提高本地的医疗服务质量,扩大医疗业务,增加社会效益和经济效益;患者在社区医院就可进行疾病诊治,可节省看病时间与金钱开支。此外,该系统也为远程影像诊断提供了一条可行思路,具有良好的社会效益、经济价值和推广前景。

[参考文献]

- [1] 陈起坤,孙毅明,郭小聪.城市社区卫生服务和社区医疗的新审视—城市社区医疗及其就诊问题系列研究[J].中国卫生事业管理,2012,29(10):738-739.
- [2] 陈起坤,杨阳,何嘉敏,等.城市社区医疗及其就诊影响因素调查[J].现代医院管理,2012,10(6):20-23.
- [3] 杨得勤,杜彦涛,崔方胜.基于普通PC机组建PACS/RIS的构想及实现方法[J].中国医疗设备,2013,28(5):47-48.
- [4] 徐弋文.初探社区医院影像信息资源区域共享[J].健康必读,2013,1(1):226-228.
- [5] 王茜.基于ARM的平板电脑硬件平台设计[J].微型机与应用,2012,31(22):29-31.
- [6] Scott E Ziegler.Development of a Next-Generation Automated DICOM Processing System in a PACS-Less Research Environment[J].Journal of Digital Imaging,2012,25(5):670-677.
- [7] 李德振,孙健永,谭斌,等.基于GPU的JPEG2000医学图像压缩方法研究[J].中国数字医学,2013,8(2):83-86.
- [8] 李玉峰,吴蔚,王恺,等.基于GPGPU的JPEG2000图像压缩方法[J].电子器件,2013,36(2):163-168.
- [9] 董袁泉.基于WCF和对等网络的即时通信软件的设计与开发[J].微型机与应用,2013,32(22):4-6.
- [10] 朱文.基于WCF与GIS的便携式网络视频服务发布与集成研究[J].现代测绘,2014,37(3):63-64.

医用正压气体系统露点温度与含水量的监控

Monitoring of Dew-Point Temperature and Water Content of the Medical Barotropic Gas System

施洋, 刘宪, 楼晓敏, 陆钢
杭州市中医院 设备科, 浙江 杭州
310007

SHI Yang, LIU Xian,
LOU Xiao-min, LU Gang
Department of Medical Equipment, Hangzhou
Hospital of Traditional Chinese Medicine,
Hangzhou Zhejiang 310007, China

[摘要] 为监控本院医用正压气体的质量, 对该系统中的压力露点进行了实时监测和记录。经过对监测数据进行分析发现, 医用正压气体中的含水量超过了国家标准GB50751-2012《医用气体工程技术规范》的要求。在综合考虑了医用正压气体系统所使用的设备和所处环境后, 计划对该系统进行相应的改造, 以期达到国家标准的要求。

[关键词] 医用正压气体; 露点温度; 供气质量; 医疗用气安全; 气体含水量

Abstract: In order to monitor the quality of medical barotropic gas, this study tested and recorded the pressure dew points of the medical barotropic gas system in the hospital. The analysis results of the testing data showed that the quantity of water content of medical barotropic gas could not meet the requirements of national standard Technical Code for Medical Gases Engineering (GB50751-2012). In comprehensive consideration of the equipment and environment of the medical barotropic gas system, this study proposed a plan to modify the system so as to meet the requirements of national standard.

Key words: medical barotropic gas; dew-point temperature; quality of gas supply; medical gas security; water content of gas

[中图分类号] TH789 [文献标志码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.010
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0041-03

0 前言

中华人民共和国住房和城乡建设部于2012年发布了GB50751-2012《医用气体工程技术规范》(以下简称《规范》), 对医疗卫生机构中新建、改建或扩建的集中供应医用气体工程的设计、施工及验收作了规范性要求。作为杭州市医疗设备质量管理控制中心的负责单位, 我院一直非常关注医用气体系统的安全运行问题。虽然《规范》所规定的适用范围仅限于“医疗卫生机构中新建、改建或扩建的集中供应医用气体工程”^[1], 但为了探索如何在已建成系统的基础上提高医用气体系统安全质量, 笔者结合《规范》中的强制性条文以及其他重要条款, 针对本医院的实际情况, 尝试对医用正压气体系统进行改造, 以进一步确保医疗用气安全。

1 医用正压气体的含水量要求

医用正压气体中水含量超标会对系统终端的呼吸机等精密医疗仪器造成损害, 如电路板烧毁、氧电极击穿等; 还会引起系统中管道和阀门的锈蚀, 滋生有害细菌, 危及病人安全。《规范》规定, 医用正压气体含水量应 $< 575 \text{ mg/m}^3$ 。根据2010年的抽样调查发现, 各大医院的医用正压气体系统中, 普遍存在着水含量过高的现象。

我院医用正压气体系统是20世纪末建成并投入使用的。该系统从工业企业供气系统直接嫁接引入, 对于系统内含水量的要求并不高。其含水量抑制设备采用4℃冷凝式干燥机, 易造成露点漂移, 在系统压力不稳定的情况下, 无法确保除水效果。

针对这一情况, 我院利用自己开发的医用气体监控系统, 选用电传感器式露点仪对医用正压气体系统中的露点温度值进行了长期连续在线监测^[2], 以期发现系统中水含量的影响因素, 并通过改进系统使水含量接近以致达到《规范》中的要求。

收稿日期: 2014-12-11
基金项目: 浙江省卫生和计划生育委员会A类课题(2012KYA160)。
通讯作者: 楼晓敏, 杭州市中医院设备科科长, 高级工程师。
通讯作者邮箱: hahahappi@163.com

2 露点温度的检测

露点温度是气体中的水分从未饱和水蒸气变成饱和水蒸气的温度，当未饱和水蒸气变成饱和水蒸气时，有极细的露珠出现，出现露珠时的温度叫做“露点”。露点温度表示系统中水的含量，因此医用正压气体中水的含量直接影响露点温度的值。使用德国 CS instruments 生产的 FA 400-A2 露点传感器（最高可测得温度为 70 °C，最大承压为 5.0 MPa）来检测，将露点检测传感器探头安装在医用正压气体系统管道中，通过露点温度的监测来获取正压气体中的含水量。

通过近 1 年的监测，发现系统中露点温度值的变化存在一定规律，以下分别简述。我院某一天医用正压系统内压力露点的动态变化曲线，见图 1。两种不同干燥机与使用量实验曲线图，见图 2。从图 1 可以看出，由于用气量不恒定，在当天的 6:00 ~ 11:00，医院呼吸机开机少，且当时手术室未处于高负荷工作状态，此时系统的用气量较小，而露点温度却比较高。这是由于我院医用正压系统使用的是 4 °C 冷干机，属于恒定式供气方式，当使用量 < 30% 或 > 95% 时，露点温度上移，即压力露点上飘，系统中形成露态水的可能性增大。医院当天 6:00 ~ 11:00 医用正压气体使用量 < 30%，故产生了图 1 所示的露点漂移现象。这也符合图 2 上半部所示的冷干机与气体使用量关系实验曲线图^[3]。

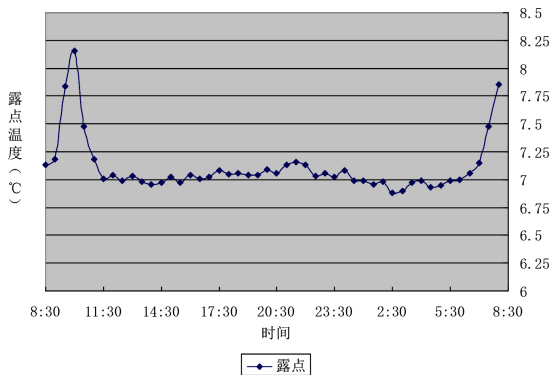


图1 某一天医用正压系统内压力露点的动态变化曲线图

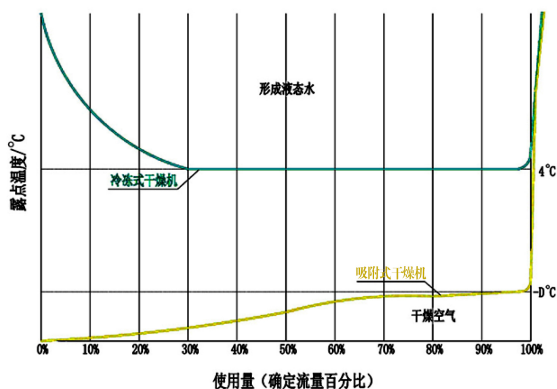


图2 两种不同干燥机与使用量实验曲线图

当机房处于不同环境温度情况时，医用正压系统压力露点值也会发生相应变化。当机房环境平均温度为 20 °C 时，医用正压系统内压力露点温度变化范围在 7.2 ~ 7.35 °C。当机房环境平均温度为 28 °C 时，医用正压系统内压力露点温度变化范围在 8.75 ~ 9.3 °C。机房平均温度提升 8 °C，露点温度上飘 1.55 ~ 1.95 °C，系统内含水量亦随之增加。

因此，医用正压系统中的露点温度并不稳定，随着用气量的变化和环境温度的变化露点温度会出现极大的波动。当用气量稳定且机房温度为 28 °C 时，露点温度值大致在 9 °C 左右。

3 露点温度与含水量的换算

在已知露点温度的情况下，可以通过计算获取医用正压系统的含水量。首先要将供气管道中检测到的露点温度（即压力露点）换算为常压露点，以便进行含水量的换算^[4]。已知条件如下：

P_1 : 医疗压缩空气压力 (MPa); t_1 : 在 P_1 压力下的露点 (压力露点 °C); d_1 : 在压力 P_1 温度 t_1 时压缩空气的饱和含水量 (kg/kg); p_1 : 在温度 t_1 时的饱和水蒸汽压 (Pa); P_2 : 大气压 (Pa); p_2 : 压力为 P_1 ，露点为 t_1 ，含水量为 d_1 的压缩空气，当压力下降到 P_2 时，水蒸汽的分压 (Pa); t_2 : 在 P_2 压力下，饱和水蒸汽的分压为 p_2 时相对应的温度 (常压露点 °C); 压缩空气为 P_1 ， t_1 时的饱和含水量可用下式表示：

$$d_1 \approx 0.622 \frac{P_1}{P_1 - p_1} \quad (1)$$

因为压缩空气的压力从 P_1 下降到 P_2 时，其含水量不变，此时也可用下式表示：

$$d_1 \approx 0.622 \frac{P_1}{P_1 - p_1} = 0.622 \frac{P_2}{P_2 - p_2} \quad (2)$$

$$\text{化简得: } p_2 = \frac{P_2}{P_1} p_1 \quad (3)$$

我院医用正压气体压力约为 $P_1=0.6$ MPa，检测出的压力露点约为 9 °C。温度与饱和蒸汽压对照表，见表 1。查表 1 得温度为 t_1 时的饱和水蒸汽压 $p_1=1148.06$ Pa。

设大气压 $P_2=0.1$ MPa，则 $p_2=191.3$ Pa。查表 1 得温度 -14 °C 时，饱和蒸汽压约为 181.2 Pa，温度 -13 °C 时，饱和蒸汽压约为 198.5 Pa，则常压露点 $t_2=-13.6$ °C。

表1 温度与饱和蒸汽压对照表

露点 (°C)	饱和水蒸汽压 (Pa)	露点 (°C)	饱和水蒸汽压 (Pa)	露点 (°C)	饱和水蒸汽压 (Pa)
10	1227.94	1	657.089	-8	310.001

9	1148.06	0	611.213	-9	283.995
8	1072.8	-1	565.675	-10	259.922
7	1001.93	-2	517.724	-11	237.762
6	935.223	-3	475.068	-12	217.342
5	872.469	-4	437.488	-13	198.538
4	813.467	-5	401.779	-14	181.233
3	758.023	-6	368.748	-15	165.319
2	705.949	-7	338.212	-16	150.694

根据常压露点对医用正压气体中的含水量进行计算。ppm(水与空气体积比)与 g/m^3 (绝对湿度)的换算关系如下(a : ppm, b : g/m^3 , V : 1 mol 气体体积)。

$$b = \frac{a}{V} \times 18 \times 10^{-3} \quad (4)$$

露点/ppm对照表^[5],见表2。查表2得, t_2 时的 a 约为1867.52,则 $b=1.501 g/m^3$ (考虑到机房环境温度约为 $30^\circ C$,1mol气体体积 $> 22.4 L$,故实际含水量会略小于此数值)。

我院医用正压气体系统中的含水量根据计算约为 $1501 mg/m^3$,与《规范》的要求的 $575 mg/m^3$ 相比,含水量约为标准要求的3倍。

4 系统改进的依据和方法

根据已记录的系统露点温度数值和已掌握的计算方式,可以计算出系统含水量为 $575 mg/m^3$ 状态下凝出液态水的露点温度值。

$575 mg/m^3$ 的含水量换算成与空气的体积比为715.56,由表2可知对应的常压露点约为 $-23.7^\circ C$,对照表1可知相应的 $p_2=72.1 Pa$,则 $p_1=432.6 Pa$,对照表1得相应的露点温度约为 $-4.1^\circ C$,即医用正压系统中的露点温度要低于 $-4.1^\circ C$,才能确保我院医用正压系统含水量达到《规范》要求。

由于我院医用正压气体系统中使用的是定容式 $4^\circ C$ 冷冻式干燥机,受其本身干燥效果的限制,即使处于最佳工作状态,

亦只能使露点温度达到 $4^\circ C$,无法达到《规范》标准。应选择非定容式的吸附式干燥机,方能使医用正压气体系统的含水量达到《规范》要求。吸附式干燥机的原理是利用水和空气分子体积不同的特点,使水分子吸附在专用的吸附剂上,并利用再生方法还原吸附剂,以达到降低压缩空气水分含量的目的。一般来说,吸附式干燥机可以使出口露点达到 $-40^\circ C$ 以下,并且出口露点受环境温度变化的影响很小^[6-8]。由于压缩空气中的微量油分会在吸附床中积累,会影响吸附式干燥机的效率,在干燥机进气口装除油器也是有必要的。

综上,决定一方面从改进干燥机配置入手,在医用正压气体系统中除配置 $4^\circ C$ 冷冻式干燥机外,增加吸附式干燥机;另一方面,尝试从控制机房环境温度入手,安装空调,将机房平均温度控制在 $20^\circ C$ 左右,以保证干燥机处于最佳工作状态,以确保医院医用正压气体系统中的含水量达到《规范》要求。

[参考文献]

- [1] GB50751-2012,医用气体工程技术规范[S].
- [2] 潘建良.浅谈露点仪选型和使用注意事项探讨[J].科技与生活,2012,(20):210-211.
- [3] 楼晓敏,刘宪,陆一滨.医用压缩空气系统与医疗设备应用安全的关系[J].中国医疗设备,2010,25(6):24-26.
- [4] 杭永俊,邹栋.压力露点与常压露点的换算[J].工厂动力,2001,(4):35-37.
- [5] GB/T5832.2-2008,气体中微量水分的测定 第2部分:露点法[S].
- [6] 林子良,孙晓明,鲍洋洋,等.压缩空气干燥器压力露点检测系统的研制[J].流体机械,2012,(7):33-37,47.
- [7] 蒋丹,单明.浅谈医用压缩空气系统及应用[J].医疗装备,2012,(12):32-33.
- [8] 高磊,陈爱华,王维华,等.医用压缩空气系统质量控制的探讨[J].中国医学装备,2012,(7):29-31.

表2 露点/ppm对照表

露点 $^\circ C$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	6092.22	6046.96	5997.01	5947.45	5898.26	5849.44	5800.99	5752.92	5705.20	5657.86
-1	5606.20	5564.24	5517.96	5472.04	5426.47	5381.25	5336.37	5291.84	5247.64	5203.79
.....
-13	1970.80	1954.70	1936.97	1919.39	1901.95	1884.66	1867.52	1850.51	1833.65	1816.93
.....
-23	765.17	758.42	750.99	743.62	736.32	729.09	721.93	714.83	707.79	700.81

腱鞘巨细胞瘤的临床病理学及影像学分析

Analysis of Clinicopathological Features and Imaging Findings of Patients with GCTTS

张志国¹, 吴文海¹, 李舒琪²,
于青文¹

1.章丘市妇幼保健医院 影像科, 山东
章丘 250200; 2.兰陵县人民医院
超声医学科, 山东 兰陵 277700

ZHANG Zhi-guo¹, WU Wen-hai¹,
LI Shu-qi², YU Qing-wen¹

1.Department of Imaging, Maternal
and Child Health Hospital of Zhangqiu,
Zhangqiu Shandong 250200, China;
2.Department of Medical Ultrasound,
Lanling People's Hospital, Lanling
Shandong 277700, China

[摘要] 目的 总结分析腱鞘巨细胞瘤的临床病理学及影像学特征, 以提高对该病的认识和诊断准确率。**方法** 回顾性分析2011年1月~2014年5月于我院经手术病理证实的16例腱鞘巨细胞瘤患者的影像学资料。**结果** 传统X线检查可以显示局限性软组织肿块、骨质受压及硬化改变; CT检查可清晰地显示关节内及周围组织结构受累情况; CDFI可显示肿块的血供情况; MRI能够任意方位成像显示腱鞘巨细胞瘤的位置、形态、特征性信号、累及范围及毗邻关系。**结论** 腱鞘巨细胞瘤的影像学表现复杂但具有特征性, 综合运用各种影像学检查方法有助于术前对其进行诊断, 对于临床手术治疗方案的制定具有重要的指导意义。

[关键词] 腱鞘巨细胞瘤; 磁共振成像; 超声; 传统X线检查; 临床病理学

Abstract: **Objective** To summarize and analyze the clinicopathological features and image findings of GCTTS (giant cell tumours of tendon sheath) so as to have a better understanding of the GCTTS and improve its diagnostic accuracy. **Methods** Retrospective analysis was made on the images of 16 GCTTS patients who were confirmed by surgical pathology from January 2011 to May 2014 in the hospital. **Results** The traditional X-ray showed the localized soft tissue mass, sclerotin compression and changes in osteosclerosis; CT made the involved conditions of the joint and the structure of its surrounded tissues revealed clearly; CDFI (Color Doppler Flow Imaging) displayed the blood supply condition of the mass; MRI gave a demonstration of the location, shape, characteristic signals, involved scope and adjacent relationship of GCTTS in random imaging directions. **Conclusion** The imaging findings of GCTTS were complex but had characteristic features. Combination of various imaging examination methods can be helpful to preoperative diagnosis of GCTTS, which was of great significance in making the clinical treatment plan.

Key words: giant cell tumor of tendon sheath; magnetic resonance imaging; ultrasound; traditional X-ray examination; clinicopathology

[中图分类号] R445.2; R814.4 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.011

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0044-05

腱鞘巨细胞瘤 (Giant Cell Tumor of Tendon Sheath, GCTTS) 是起源于关节滑膜、腱鞘及周围组织的比较少见的良性病变, 其典型好发部位是手足, 尤其是手指的腱鞘。依据其位置及生物学行为可分为两类: 弥漫型 (关节外) 腱鞘巨细胞瘤和局限型 (关节内) 腱鞘巨细胞瘤。弥漫型腱鞘巨细胞瘤常位于关节周围的软组织, 有时还罕见于肌肉或皮下^[1]; 而局限型腱鞘巨细胞瘤起源于关节的滑膜、滑囊和腱鞘。弥漫型腱鞘巨细胞瘤是比较罕见的软组织肿瘤, 与

局限型腱鞘巨细胞瘤相比具有侵袭性生长和复发率较高的特点^[2]。本文对2011年1月~2014年5月于我院经手术病理证实的16例腱鞘巨细胞瘤患者的影像学图像进行回顾性分析, 旨在提高对该病的认识和诊断准确率。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取2011年1月~2014年5月于我院经手术病理证

收稿日期: 2014-11-17
作者邮箱: yujinfen2000@163.com

修回日期: 2014-12-08

实的腱鞘巨细胞瘤患者 16 例, 其中男性 10 例, 女性 6 例, 年龄 28~73 岁, 平均 52.5 岁。弥漫型腱鞘巨细胞瘤 6 例, 局限型腱鞘巨细胞瘤 10 例, 其中弥漫型患者年龄均 > 43 岁。发生于膝关节 6 例, 局限型 2 例, 弥漫型 4 例; 发生于手指 8 例, 均为局限型, 其中 2 例合并钙化, 1 例为多发; 发生于手背部 2 例, 均为弥漫型。临床表现为手指、手背、膝部等部位无痛性缓慢生长的软组织肿块, 病程 3 月 ~ 12 年不等, 部分患者因近期有疼痛、活动受限或不适而就诊, 部分患者因影响外观、为明确病因而就诊。5 例患者术前行 MRI 和 DR 检查, 4 例患者术前行 MRI 和 CT 检查, 4 例患者术前行 DR 和超声检查, 3 例患者术同时行 MRI、DR 和 CT 检查, 所有病例均经手术和组织病理学检查证实。

1.2 检查方法

采用西门子 Emotion 16 层螺旋 CT、西门子 MAGNETOM C! 0.35T 永磁型磁共振成像扫描仪、Kodak Direct View 7500 DR 机、Philips IU22 型和 GE LOGIQP6 型彩色多普勒超声诊断仪。两种类型的超声诊断仪其探头频率分别为 7.5 ~ 10 MHz 和 10 ~ 13 MHz。MRI 扫描序列及参数: ① TSE T1WI 矢状位: TR 90 ms, TE 24 ms; ② TSE T2WI 矢状位及冠状位: TR 3890 ms, TE 97 ms; ③ 压脂矢状位及冠状位: TR 90 ms, TE 24 ms。CT 扫描采用薄层横轴位图像及容积重组 (Volume Rendering, VR)、最大密度投影 (Maximum Intensity Projection, MIP)、多平面重组 (Multi-Planar Reformation, MPR) 等图像后处理技术, CT 扫描参数: 特征性管电压 110 kV, 管电流 116 mA, 重建层厚 1.5 mm, 层间距 1.5 mm。

2 结果

2.1 X线检查

12 例患者行 X 线检查, X 光片显示关节周围呈略高密度的软组织肿块, 骨质结构正常或受压、侵蚀。1 例手指关节腱鞘巨细胞瘤出现点状钙化, 2 例年龄较大的膝关节腱鞘巨细胞瘤患者可见骨质增生、关节间隙变窄等退行性骨关节病改变, 见图 1 ~ 3。



图1 DR 图像

注: 第二指骨中节及末节关节基底部软组织信号, 内见点状更高密度影 (病理证实为钙化), 骨质结构略显受压。



图2 DR 图像

注: 膝关节骨边缘变尖, 股骨下端前方见片状高密度钙化。



图3 DR 图像

注: 膝关节关节间隙变窄, 关节边缘骨质变尖并有骨赘形成, 髌骨上方软组织增厚、密度增高。

2.2 MRI 检查

12 例患者行 MRI 检查, 均显示关节周围的软组织肿块多围绕肌腱组织生长。其中 3 例在 T1WI、T2WI 上呈与骨骼肌相似的低信号; 2 例呈囊实性改变, 信号不均匀, 内见分隔, 实性部分呈 T1WI 略低信号、T2WI 略高信号改变, 囊性部分呈 T1WI 低信号、T2WI 高信号及脂肪抑制序列高信号改变; 7 例表现为 T1WI 略低信号、T2WI 略高信号的局限性软组织肿块, 其中 1 例出现点状各序列低信号改变, 经手术及病理学诊断为钙化所致。MRI 检查结果, 见图 4 ~ 5。

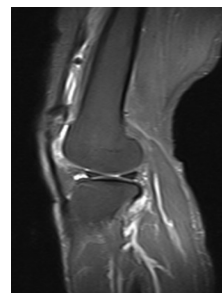


图4 MRI 脂肪抑制图像

注: 滑膜增厚、信号增高、内见点状低信号, 关节腔积液、髌骨关节软骨下见片状压脂像高信号。

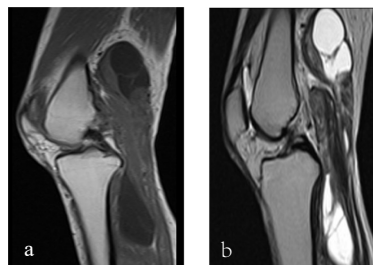


图5 MRI T1WI 图像和 T2WI 图像

注: a. T1WI 图像; b. T2WI 图像, 腓肠肌与半腱肌周围见多个囊实性肿块, 实性部分呈 T1WI 等信号、T2WI 及压脂像略高信号, 囊性部分呈 T1WI 低信号、T2WI 及压脂像高信号, 内见分隔; 手术证实其与关节囊腔相通。

2.3 CT检查

7例患者行CT检查,结果显示关节周围软组织内局限肿块,与肌肉相比呈等或略低密度,2例出现囊变坏死呈低密度改变。所有行CT检查的患者其骨质结构均无明显骨膜反应、骨质破坏等征象。CT检查结果,见图6。



图6 CT重建图像

注:左股骨、胫骨后方肌肉群肿胀、增粗,内见囊样低密度影,CT值平均约10Hu;右股骨关节面下见囊变,双膝关节间隙尚均等,颞间隆突变尖。

2.4 超声检查

4例患者行超声检查,结果显示关节周围低回声结节,其中1例呈囊实性改变,边界清楚,形态不规则,内回声不均匀。彩色多普勒血流显像(Color Doppler Flow Imaging, CDFI)显示结节或实质部分内有较丰富的血流信号,见图7。



图7 超声CDFI图像

注:腘窝囊实性团块,囊性成分为主,内见分隔,CDFI实性部分可见血流信号。

2.5 手术及组织病理学检查

本组16例病灶均经手术切除,并做组织病理学检查。术中均见滑膜组织广泛水肿、增生,部分病例增生滑膜颜色为铁锈色,关节液浑浊,部分病例呈暗红色粘稠样血性液体,4例老年患者关节软骨磨损退变严重,2例膝关节腱鞘巨细胞瘤患者合并半月板撕裂。

送检组织为切除的肿块,外观呈结节状或分叶状,镜下瘤组织主要由滑膜样单核细胞、成纤维细胞、泡沫样细胞和巨噬细胞等组成(图8),瘤组织内可见含铁血黄素沉积,2例瘤组织内见钙化。

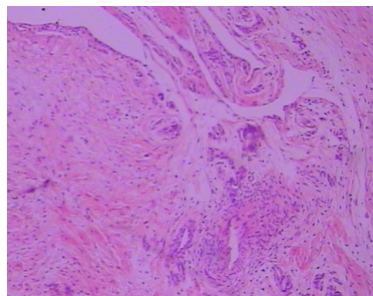


图8 病理学图像

注:镜下肿瘤组织主要由滑膜样单核细胞、多核巨细胞、泡沫细胞等组成。

3 总结

3.1 腱鞘巨细胞瘤的分类及特点

腱鞘巨细胞瘤是发生于滑膜组织的一种罕见的良性增生性疾病,是滑液样单核细胞的增殖性病变^[3],又称为黄色瘤、腱鞘纤维组织细胞瘤(Fibrous of Tendon Sheath)、局限性结节性腱鞘炎、纤维黄色瘤、硬化性血管翳。腱鞘巨细胞瘤最早由Chassaignac于1852年首先提出,Beekman等在1915年对此疾病进行了首次具体的描述。1941年Jaffe等对此类疾病进行了具体的分类和命名。依据其发生部位及生物学行为特征,目前世界卫生组织将此病分为两类:弥漫型和局限型。弥漫型多发生于较年轻的患者并可侵袭大关节如膝关节、踝关节、髋关节等,还有发生于颞颌关节和颞骨、咀嚼肌间隙、口咽后壁、臀部等小关节及非关节区的报道^[2-6];本组病例中2例发生于手背部。局限型主要发生于小关节,好发部位是指趾关节,尤其是指关节,本组病例中8例发生于指关节,且均为局限型;亦有发生于额部的报道^[7]。腱鞘巨细胞瘤好发年龄为30~50岁,弥漫型多发生于40岁以下,女性略多^[8],本组病例中6例弥漫型腱鞘巨细胞瘤患者的年龄均>43岁,与以往文献报道不符。

腱鞘巨细胞瘤占有所有软组织肿瘤的6%,发生于腱鞘周围的滑膜组织,但也有远离滑膜组织的,以累及腱鞘周围纤维组织结构为特征^[9-10]。其名称诸多,表明其病因和发病机理不明确^[11-13]。腱鞘巨细胞瘤是真正的肿瘤组织还是软组织外伤的假肿瘤性炎性反应,对此一直存有争议^[9]。曾有报道称其是与外伤引起的出血、脂质代谢紊乱引起的炎性反应或再生性增生有关的瘤样病变^[14-15]。但也有研究发现,腱鞘巨细胞瘤是单核细胞的增殖性病变且伴有染色体畸变,因此认为其是肿瘤组织而不是炎性反应^[16],其病理诊断为Ⅲ级,Ⅰ级为良性,Ⅱ级为交界性,Ⅲ级为恶性。局限型和弥漫型腱鞘巨细胞瘤的镜下表现基本一致,主要由成纤维细胞、滑膜样单核细胞、泡沫样细胞和巨噬细胞组成^[17],部分细胞浆内可见含铁血黄素沉积及脂滴;弥漫型腱鞘巨细胞瘤镜下

大的滑膜样单核细胞较多,此种表现与其侵袭性生长方式相关。但亦有文献报道,虽然弥漫型和局限型为同一起源,但是二者病理分化有明显区别^[18]。

腱鞘巨细胞瘤病史多较长,临床症状较轻,表现不典型,表现为关节周围缓慢生长的无痛性软组织肿块,是发生于手部的发病率第2的肿瘤^[19-20],瘤体缓慢增大可引起功能障碍。本组病例中,部分患者或因近期肿块增大引起疼痛和功能障碍,或为明确诊断前来医院就诊治疗。

腱鞘巨细胞瘤是生长非常活跃的良性软组织肿瘤,复发率非常高,可达30%左右^[21]。曾有文献称,腱鞘巨细胞瘤引起骨质破坏的侵袭性能力较强,容易术后复发^[22];但也有研究认为,腱鞘巨细胞瘤破坏骨质结构并不少见,伴有骨质破坏的腱鞘细胞瘤的细胞增殖能力和不伴有骨质破坏的无明显差别,肿瘤术后复发与手术未彻底切除及术后再次外伤有关^[23];本组所有病例均没有明显的骨质破坏征象。弥漫型腱鞘巨细胞瘤是无明确界限的软组织肿块,且具有侵袭性生长及复发率高的特点,所以治疗时应尽可能行完全切除术。腱鞘巨细胞瘤可发生恶变,并且可以发生转移,但其恶变率非常低^[24],本组病例中未发现恶性腱鞘巨细胞瘤。另外多发性腱鞘巨细胞瘤比较少见,多伴有家族性高胆固醇病史,本组病例中1例为多发性腱鞘巨细胞瘤。

腱鞘巨细胞瘤的生物学特性和临床表现比较复杂,其治疗手段主要是手术完全切除,手术不能完全切除则术后容易复发,且复发率高达50%^[25]。关节镜滑膜切除术容易造成切除不完全致使复发率增高,因此对腱鞘巨细胞瘤患者不主张使用关节镜滑膜切除术^[26]。因此,术前检查对于明确诊断和制定彻底的手术治疗方案非常关键。对于复发性或弥漫型腱鞘巨细胞瘤及单纯手术不能控制的弥漫型腱鞘巨细胞瘤患者,可以行手术治疗结合关节内的靶向放射性胶体治疗和中等剂量的放射治疗,有助于延长疗效并预防复发^[26]。

3.2 腱鞘巨细胞瘤的影像学表现

(1) 传统X线检查不能对早期的腱鞘巨细胞瘤做出诊断,但随着病程进展,可以显示软组织肿胀、关节间隙变窄、邻近骨质受压缺损且部分病变周围有硬化边,骨内可见小囊状破坏区;弥漫型腱鞘巨细胞瘤多发生在关节腔内滑膜,常伴有关节腔积液。关节诸组成骨伴有硬化边受压缺损和缓慢增大的软组织肿块,有助于与其他滑膜或腱鞘病变进行鉴别。

(2) 超声检查可显示腱鞘或关节附近低回声结节或囊实性肿块、内部回声不均匀,CDFI可以直观地显示其血供信息,表现为结节或实质部分内见较丰富的血流信号,此特征性表现可与其他腱鞘病变进行鉴别。

(3) CT检查大多如平片所见,但是可比传统X线检查更加准确地显示病变周围的结构、局限性的分叶状软组织肿块、跨关节生长及关节内受累情况、骨质结构受侵所导致的骨质

破坏、骨质硬化等情况,本组病例中有2例呈跨关节生长。

(4) MRI检查对腱鞘巨细胞瘤的显示非常敏感,不但软组织分辨率高,而且可以任意方位成像显示腱鞘巨细胞瘤的位置、形态、信号强度、累及范围及毗邻关系等。腱鞘巨细胞瘤的MRI表现具有特征性,与肌肉信号相比,腱鞘巨细胞瘤在T1WI上可呈等信号、略高信号或略低信号,信号多与肌肉信号强度相似;在T2WI上呈混杂高信号,与本病的含铁血黄素沉积、纤维结缔组织及脂肪成分的含量、病史有关,含铁血黄素引起的T2WI不均匀低信号为其特征性表现。亦有学者认为^[27],含铁血黄素沉积引起局限磁化所致的T1WI和T2WI低信号表现,尤其是在梯度回波序列的“盛开效应”,是此病的MRI特征性表现。

MRI检查结合X线检查、CT及超声检查可以帮助诊断腱鞘巨细胞瘤并判断病变的严重程度,当无法确诊时,则应行术前影像介导的针刺细胞学检查^[28],从而明确诊断以利于临床制定完善可行的彻底根除性手术方案。

3.3 鉴别诊断

(1) 滑膜肉瘤:其病程较短,临床症状严重,常位于关节外且软组织肿块增长迅速,骨质呈溶骨性破坏且肿块内可见钙化,此X线表现有助于与腱鞘巨细胞瘤进行鉴别。

(2) 痛风性关节炎:骨质呈穿凿样及虫噬样破坏,关节间隙变窄,且有痛风病史及伴有痛风结节,有助于二者进行鉴别。

(3) 色素沉着性结节性滑膜炎(Pigmented Villonodular Synovitis, PVNS):二者镜下结构比较相似,都有含铁血黄素沉积,都容易累及滑膜、肌腱和骨组织。发病部位略有不同:PVNS容易累及重大关节,腱鞘巨细胞瘤容易累及小关节,但是不存在绝对性,本组16例中有6例发生于膝关节,因此二者鉴别相当困难。有人认为腱鞘巨细胞瘤和PVNS是同一种疾病,只是发生在不同部位,引起的破坏程度不同而已^[29]。

(4) 风湿性血管翳、淀粉样关节病、滑膜血管瘤、血友病、硬纤维瘤病,这些均有独特的临床病史和实验室检查可以帮助鉴别。

综上所述,腱鞘巨细胞瘤的影像学表现复杂但具有特征性,结合其临床特征,综合运用MRI、超声、CT和DR等影像学检查手段有助于术前对其进行诊断,对于临床手术治疗方案的制定具有重要的指导意义。

[参考文献]

- [1] Kandamany N, Mahaffey PJ. Diffuse-type giant cell tumour of the tendon sheath of the proximal forearm[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2009, 62(4):556-557.
- [2] He D, Yang C, Shen G, et al. Navigation-guided resection for a

- tenosynovial giant cell tumor involving the temporomandibular joint and skull base[J]. *J Craniofacial Surgery*, 2012, 23(2): 521-523.
- [3] 吕国庆, 甘继瑶, 周斌. 腱鞘巨细胞瘤47例临床病理分析[J]. *中国现代医生*, 2012, 50(25): 73-74.
- [4] 李德志, 徐震纲, 杨红鹰. 口咽后壁腱鞘巨细胞瘤一例[J]. *中华耳鼻喉科杂志*, 2001, 36(4): 316.
- [5] 陈祖华, 余日胜, 王秀娟. 咀嚼肌间隙弥漫型腱鞘巨细胞瘤一例[J]. *中华放射学杂志*, 2009, 43(4): 438-439.
- [6] 谢宏武, 张二春, 彭钧, 等. 颞骨弥漫型腱鞘巨细胞瘤一例[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2005, 40(5): 388-389.
- [7] 朱春奎. 额部局限型腱鞘巨细胞瘤一例[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2010, 45(3): 243.
- [8] 赵锦荣, 王天胜, 王立渡. 飞行员左踝腱鞘巨细胞瘤一例[J]. *中华航空航天医学杂志*, 2011, 22(3): 13.
- [9] Paez H, Vuletin JC, Soave RL, et al. Pedal giant cell tumor of tendon sheath[J]. *J Am Podiatr Med Assoc*, 1999, 89: 368-372.
- [10] LaRussa LR, Labs K, Schmidt RG, et al. Giant cell tumor of tendon sheath[J]. *J Foot and Ankle Surg*, 1995, 34: 541-546.
- [11] Kaufman SL, Stout AP. Histiocytic tumors (fibrous xanthoma and histiocytoma) in children[J]. *Cancer*, 1961, 14: 469-482.
- [12] Jones FE, Soule EH, Coventry MB. Fibrous xanthoma of synovium (giant cell tumour of tendon sheath, pigmented nodular synovitis): a study of one hundred and eighteen cases[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1969, 51(1): 76-86.
- [13] Ushijima M, Hashimoto H, Tsuneyoshi M, et al. Malignant giant cell tumour of tendon sheath: report of a case[J]. *Acta Pathol Jpn*, 1985, 35(3): 699-709.
- [14] 林强, 王淑艳, 刘长林, 等. 色素沉着绒毛结节性滑膜炎[J]. *中华放射学杂志*, 2003, 37(6): 566-568.
- [15] Vasconez HC, Nisanci M, Lee EY. Giant cell tumour of the flexor tendon sheath of the foot[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2008, 61(7): 815-818.
- [16] West RB, Rubin BP, Miller MA, et al. A landscape effect in tenosynovial giant-cell tumor from activation of CSF1 expression by a translocation in a minority of tumor cells[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2006, 103(3): 690-695.
- [17] 吴培培, 韩安勤, 邢力刚. 股直肌腱鞘巨细胞瘤¹⁸F-FDG PET/CT显像一例[J]. *中华核医学与分子影像学杂志*, 2013, 33(5): 390-391.
- [18] 易正湘, 史凤霞, 卢小云, 等. 局限性腱鞘巨细胞瘤的MRI表现与病理对照分析(附21例报告)[J]. *中国医师杂志*, 2012, 14(8): 1113-1116.
- [19] Schultz RJ, Kearns RJ. Tumors in the hand[J]. *J Hand Surg*, 1983, 8: 808.
- [20] Glowacki KA, Weiss A-PC. Giant cell tumors of tendon sheath[J]. *Hand Clin*, 1995, 11: 245-253.
- [21] Booth KC, Campbell GS, Chase DR. Giant cell tumor of tendon sheath with intraosseous invasion: a case report[J]. *J Hand Surg Am*, 1995, 20(6): 1000-1002.
- [22] Uriburu LJ, Levy VD. Intraosseous growth of giant cell tumors of the tendon sheath (localized nodular tenosynovitis) of the digits: report of 15 cases[J]. *J Hand Surg Am*, 1998, 23: 732-736.
- [23] 潘勇卫, 田光磊, 荣国威, 等. 手部伴骨破坏的腱鞘巨细胞瘤[J]. *中华手外科杂志*, 2004, 20(3): 152-154.
- [24] 郑嘉璋. 淋巴转移性恶性腱鞘巨细胞瘤一例报告[J]. *中国厂矿医学*, 1999, 5: 378-379.
- [25] Springfield DS, Rosenberg A. Biopsy: complicated and risky[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1996, 78(5): 639-643.
- [26] van der Heijden L, Gibbons CL, Dijkstra PD, et al. The management of diffuse-type giant cell tumour (pigmented villonodular synovitis) and giant cell tumour of tendon sheath (nodular tenosynovitis)[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2012, 94(7): 882-888.
- [27] 单幸灿. 腱鞘巨细胞瘤5例报告[J]. *中原医刊*, 2003, 30(11): 25.
- [28] 张学勇, 王明杰, 李旭丹. 腱鞘巨细胞瘤的影像学分析[J]. *医学影像学杂志*, 2013, 23(8): 1300-1303.
- [29] 许崇永, 方必东, 王毅, 等. 腱鞘巨细胞瘤与色素沉着绒毛结节性滑膜炎的MRI表现[J]. *医学影像学杂志*, 2008, 18(8): 923-925. 

锥形束CT在宫颈癌放疗中的应用

Application of Cone Beam CT in Radiotherapy for Cervical Cancers

马广栋, 洪莉, 洪莎莎, 刘成
武汉大学人民医院 妇产科, 湖北 武汉
430060

[摘要] 目的 探讨锥形束CT (CBCT) 在宫颈癌图像引导放疗中监测膀胱和宫颈靶区体积变化的可行性。方法 选取10例宫颈癌患者, 要求患者膀胱自主充盈, 在相同窗宽和窗位下, 于模拟定位CT和CBCT图像上勾画膀胱和宫颈靶区, 利用Varian治疗计划系统计算膀胱和宫颈靶区的体积, 比较各体积随放疗次数的变化趋势, 并比较膀胱和宫颈靶区的相对体积(基于CBCT勾画的器官体积与基于CT勾画的器官体积之比)变化。结果 每例患者每次进行CBCT扫描后获得的膀胱体积和宫颈靶区体积均有所不同, 膀胱体积最大增加16.24%, 最大减少35.15%; 宫颈靶区体积最大增加21.26%, 最大减少76%。膀胱相对体积最大为1.5, 最小为0.65, 均值为0.96。随放疗次数增加, 基于CBCT勾画的宫颈靶区体积逐渐缩小, 呈下降趋势, 第四和第五周体积明显减小。结论 锥形束CT可以监测宫颈癌放疗中膀胱和宫颈靶区的体积变化, 为放疗计划修改提供依据。

[关键词] 锥形束CT; 宫颈癌; 膀胱体积; 宫颈靶区体积; 相对体积

Abstract: **Objective** To discuss the feasibility of CBCT (Cone Beam Computerized Tomography) in detecting the volume change of the bladder and cervical target in image-guided radiotherapy for cervical cancers. **Methods** Ten cervical cancer patients were selected and asked to keep their bladders full. Then, the outline of bladders and cervical targets was made in the CT simulation and CBCT images which were obtained in the same window width and position. The volume of the bladder and cervical targets was calculated by the Varian Planning System so as to compare the volume changes in each radiation as well as the relative volume changes (the proportion of the contoured organ volume in CBCT to that in CT) in bladders and cervical targets. **Results** The volume of the bladder and cervical targets acquired by CBCT in all the patients varied from time to time and from patient to patient. The volume changes of bladders were between -35.15% and +16.24%; while the volume changes of cervical targets ranged from +21.26% to -76%. The maximum, minimum and mean relative volume of bladders was 1.5, 0.65 and 0.96 respectively. With the increase in the radiotherapy, the volume of cervical targets obtained by CBCT reduced, especially in the 4th and 5th weeks. **Conclusion** Cone beam CT can be used to detect the volume changes of bladders and cervical targets in radiotherapy for cervical cancers, which provided a basis for clinicians to modify the radiotherapy plan.

Key words: cone beam computerized tomography; cervical cancer; volume of bladders; volume of cervical targets; relative volume

MA Guang-dong, HONG Li,
HONG Sha-sha, LIU Cheng
Department of Gynaecology and
Obstetrics, Renmin Hospital of Wuhan
University, Wuhan Hubei 430060, China

[中图分类号] R737.33; R814.4 [文献标志码] B
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.012
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0049-04

0 前言

图像引导放射治疗 (Image-guided Radiotherapy, IGRT) 的应用提高了肿瘤放射治疗的精确性, 不仅可以分析患者

治疗中的摆位误差和器官或靶区的移动度, 为靶区外扩范围的确定提供依据^[1], 还可以监测靶区的退缩并计算其发生的位移, 从而为放疗计划修改提供帮助^[2]。电子射野影像系统 (Electronic Portal Imaging Device, EPID) 作为一种快速的二维剂量检测系统, 在常规质量控制、患者剂量监测等方面具有广阔的应用前景^[3]。而千伏级锥形束CT (Cone

收稿日期: 2014-08-19
通讯作者: 洪莉, 医学博士, 教授。
作者邮箱: mgd120@163.com

修回日期: 2014-11-03

Beam Computed Tomography, CBCT)除了可分析患者的摆位误差外,还可获取三维图像,在分析和监测器官和靶区方面较二维图像更具优势^[4]。本研究旨在探讨CBCT在宫颈癌放疗中的应用价值,报道如下。

1 材料和方法

1.1 临床资料

选取2013年2~12月于我院进行手术治疗的10例宫颈癌患者,年龄45~67岁,中位年龄54岁。病理证实均为鳞癌,其中IIb期4例,IIIa期3例,IIIb期3例。

1.2 模拟定位

选择GE Bright Speed CT进行扫描以获取定位CT图像。扫描前嘱患者保持膀胱充盈状态(自然憋尿)。患者取仰卧位,真空垫固定。扫描参数为:管电压120 kV,管电流100 mA,层厚5 mm,层间距3 mm,扫描时间3 min,扫描延迟时间70 s。对比剂注射70 mL(碘海醇),流速为2.5 mL/s。扫描范围:膈顶至耻骨联合下5 cm。

1.3 CBCT图像的获取

放射治疗前行CBCT扫描,仪器及患者膀胱准备同上。采取标准盆腔模式,扫描机架旋转360°,半扇束扫描。扫描参数为:管电压120 kV,管电流80 mA,层厚2.5 mm,扫描时间1 min。共进行68次CBCT扫描,平均6.8次/患者。CBCT图像重建:图像宽度为18 cm,直径为24 cm,图像分辨率为512×512,重建层厚为3 mm。

1.4 基于CT和CBCT图像勾画膀胱和宫颈靶区

为了保证图像质量:①所有患者在进行CBCT扫描前,均选取相同的曝光条件,并使用滤线器遮挡散射线;②扫描前嘱患者移除衣物中的金属物品,扫描时嘱患者平静呼吸、勿动,尽量减少金属伪影和运动伪影对图像质量的影响。在相同窗宽和窗位下:窗宽30~50 HU,窗位200~400 HU,由同一名经验丰富的放疗医师分别在模拟定位CT和CBCT图像上勾画膀胱和宫颈靶区。由Varian治疗计划系统计算膀胱和宫颈体积。

1.5 统计学方法

将模拟定位CT图像中的膀胱和宫颈靶区体积分别表示为 V_{b-ct} 和 V_{c-ct} ,将CBCT图像中的膀胱和宫颈靶区体积分别表示为 V_{b-cbct} 和 V_{c-cbct} 。选择SPSS 13.0软件进行分析,统计平均值及标准差。

2 结果

膀胱为一体积多变的囊性器官,其体积大小存在一定的不确定性。虽然每次CBCT扫描前患者均保持膀胱充盈状态,但每次扫描后获得的膀胱体积和宫颈靶区体积也会有所差别。本研究中,膀胱体积最大增加16.24%,最大减少35.15%;宫颈靶区体积最大增加21.26%,最大减少76%。基于CBCT图像勾画的膀胱体积和宫颈靶区体积,见表1。因此,应用CBCT可以及时地监测膀胱的充盈状态和放疗宫颈靶区的体积变化,以便及时对放疗计划进行调整。

表1 基于CT图像和CBCT图像勾画的膀胱体积及宫颈靶区体积(cm^3)

患者	CBCT 次数	V_{b-ct}	$V_{b-cbct \max}$	$V_{b-cbct \min}$	V_{c-ct}	$V_{c-cbct \max}$	$V_{c-cbct \min}$
1	5	298.60	301.40 (0.94%)	201.23 (-32.61%)	42.50	43.6 (2.59%)	10.20 (-76%)
2	5	235.45	243.90 (3.85%)	189.03 (-22.39%)	65.34	60.5 (-7.34%)	24.2 (-62.99%)
3	6	178.90	198.6 (11.01%)	116.02 (-35.15%)	36.80	37.9 (2.99%)	21.56 (-41.41%)
4	5	350.64	364.12 (3.84%)	254.10 (-27.53%)	55.43	55.4 (-0.11%)	33.10 (-40.29%)
5	10	236.70	269.75 (13.96%)	199.20 (-15.84%)	39.50	41.4 (4.81%)	19.50 (-50.63%)
6	6	160.20	165.40 (3.25%)	125.90 (-21.91%)	83.24	79.5 (-4.26%)	42.89 (-48.47%)
7	5	321.65	337.20 (4.83%)	267.42 (-16.86%)	53.67	55.7 (3.93%)	26.34 (-50.92%)
8	5	234.23	265.42 (13.31%)	213.45 (-8.87%)	29.40	35.7 (21.26%)	18.54 (-37.41%)
9	9	181.60	198.72 (9.43%)	139.83 (-23.00%)	72.10	62.34 (-13.5%)	42.10 (-41.61%)
10	10	200.30	232.83 (16.24%)	165.68 (-17.28%)	36.50	34.90 (-4.38%)	13.65 (-62.6%)
均值	6.80	239.83	257.73 (7.46%)	187.19 (-21.95%)	51.45	50.71 (-1.43%)	25.21 (-51.00%)
标准差	2.10	64.54	3.30	51.07	17.63	14.49	1.11

将相对体积大小定义为基于 CBCT 勾画的器官体积与基于 CT 勾画的器官体积之比。宫颈靶区相对体积大小与放疗周次的关系,见表 2。由表 2 可知,宫颈靶区相对体积最大为 1.2,最小为 0.24,均值为 0.76。第一周宫颈靶区相对体积均值为 0.99,第二周均值为 0.91,第三周均值为 0.78,第四周均值为 0.62,第五周均值为 0.50。随放疗次数的增加,宫颈靶区体积逐渐缩小,呈下降趋势,见图 1。

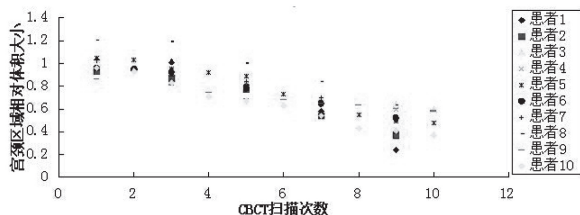


图1 宫颈靶区相对体积与CBCT扫描次数的散点图

膀胱相对体积整体波动不是很大,约在相对体积为 1 的直线上下波动,见图 2。膀胱相对体积最大为 1.5,最小为 0.65,均值为 0.96。

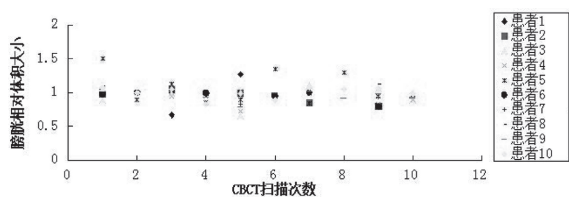


图2 膀胱相对体积与CBCT扫描次数的散点图

3 讨论

CT 的成像原理是利用 X 线束对人体进行扫描,由探测器接收透过该层面的 X 线,转化成可见光后,由光电转换器转变为电信号,再经数模转换器转换为数字信号,输入计算机处理。而 CBCT 的成像原理是利用锥形束 X 线围绕患者做环形数字投影,然后将二维投影数据在计算机中进行三维图像重建。由于成像原理和成像条件不同,造成了 CT 图像和 CBCT 图像的质量有所不同。影响 CBCT 图像质量的因素主要有噪音、散射线和器官的运动等^[5],其中散射线的存在是影响 CBCT 图像质量的主要因素。由于受到散射线的影

响,其是软组织的成像。对于器官和靶区的勾画主要是组织边界的勾画,要想得到与 CT 相同的图像质量,需要进行边缘像素的差值处理^[6]。选择合适的曝光条件并应用半扇束滤线器,对提高图像质量有一定的帮助,在实际应用中需要定期对 CBCT 系统进行维护和保养,确保获取的 CBCT 图像可以满足临床要求。另外,在半扇束扫描模式下 CBCT 的最大扫描长度只有 16 cm,而在全扇束扫描模式下 CBCT 的最大扫描长度为 18 cm,因此对于大靶区范围的患者来说,扫描长度限制了 CBCT 的应用。

在宫颈癌放疗中,影响放射治疗靶区精确性和导致放疗副作用的因素主要有固定装置、治疗体位、摆位误差、靶区肿块的退缩等,而膀胱为一体积多变的囊性器官,膀胱的充盈程度会引起相邻靶区和器官的变化,进而影响周围组织器官的剂量变化。Buchali 等^[7]研究发现,50% 的膀胱充盈时受照剂量较排空时减少 7%,66% 的膀胱充盈时受照剂量较排空时减少 17%。赵品婷等^[8]研究了一种改进方法,使患者定时定量口服 50% 的葡萄糖 20 mL 以及呋塞米片 20 mg,结果明显缩短了患者的膀胱准备时间。本研究中严格的自然憋尿法可以满足临床需要,但是即使严格按照憋尿方法进行憋尿,患者在每次放疗过程中膀胱的充盈程度也无法保持一致。洪超善等^[9]采用人工干预憋尿的方法,即通过导管向膀胱注入 250 mL 0.9% 的 NaCl 溶液,从而使膀胱达到充盈状态。结果发现,人工干预憋尿法与自然憋尿法可以达到相似的效果,而人工干预法对插置导管要求严格,必须进行严格的消毒以预防膀胱尿道炎的发生,而每次置管需要一定的准备时间,增加了患者放疗的准备时间,因此对于患者多的放疗科不适用。

由于宫颈癌靶区为凹形,膀胱的解剖结构正处于凹形区域内,因此膀胱体积的变化会使宫颈癌靶区产生一定的位移。Kim 等^[10]研究报道,充盈的膀胱与排空的膀胱相比,接受 50% 和 90% 受照剂量的小肠体积分别减少了 71% 和 82%。这说明充盈的膀胱能很好地保护小肠,减少剂量照射,减少肠道并发症的发生,因此膀胱的充盈准备工作是宫颈癌放疗前的常规准备工作。

本实验证实,宫颈靶区体积大小随放疗次数的增加而逐渐减小,尤以第四和第五周较为明显。Van 等^[11]在放疗

表2 宫颈靶区相对体积大小与放疗周次的关系

	患者1	患者2	患者3	患者4	患者5	患者6	患者7	患者8	患者9	患者10	均值
一周	1.03	0.93	1.03	0.96	1.04	0.96	1.03	1.20	0.86	0.95	0.99
二周	1.01	0.87	0.96	0.91	0.93	0.92	0.95	1.19	0.78	0.77	0.91
三周	0.81	0.77	0.88	0.82	0.81	0.78	0.84	1.00	0.69	0.65	0.78
四周	0.58	0.54	0.70	0.64	0.60	0.65	0.70	0.84	0.64	0.49	0.62
五周	0.24	0.37	0.62	0.60	0.49	0.52	0.49	0.63	0.58	0.39	0.50

期间对患者行磁共振扫描, 结果发现, 治疗期间会有 1% 的宫颈靶区退缩。Tyagi 等^[12]于分次放疗前对患者行 CBCT 扫描, 并且在获得的 CBCT 图像上勾画宫颈靶区, 发现宫颈靶区体积平均退缩 19.1%。宫颈靶区的退缩势必会影响照射的剂量, 对临床靶区 - 计划靶区增加一个合适的外扩范围可以解决靶区退缩的影响, 但靶区的退缩是个连续的过程, 因此外扩的范围不是一成不变的, 这一方面也值得研究。

综上所述, 通过对患者分次治疗前行 CBCT 扫描, 可以观察每次患者膀胱体积和肿瘤体积的变化, 进而建立个体化的膀胱和靶区位移模型, 从而为宫颈癌的个体化放疗和自适应放疗提供依据。

[参考文献]

- [1] Kaatee RS, Olofsen MJ, Verstraate MB, et al. Detection of organ movement in cervix cancer patients using a fluoroscopic electronic portal imaging device and radiopaque markers[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2002, 54(2): 576-583.
- [2] Yee D, Parliament M, Rathee S, et al. Cone beam CT imaging analysis of interfractional variations in bladder volume and position during radiotherapy for bladder cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2010, 76(4): 1045-1053.
- [3] 朱金汉, 陈立新, 靳光华, 等. 基于电子射野影像装置的容积调强弧形治疗二维剂量验证研究[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2012, 21(6): 550-553.
- [4] 马广栋, 洪莉, 王亮和. 2D/3D 影像配准在鼻咽癌放疗中的应用[J]. *中国医疗设备*, 2013, 28(10): 115-123.
- [5] 汪隽琦, 徐志勇, 胡伟刚, 等. 千伏级锥形束 CT 图像质量和稳定性及三维影像体积重建精度研究[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2012, 21(2): 176-180.
- [6] Qiu W, Pengpan T, Smith ND, et al. Evaluating iterative algebraic algorithms in terms of convergence and image quality for cone beam CT[J]. *Comput Methods Programs Biomed*, 2013, 109(3): 313-322.
- [7] Buchali A, Koswig S, Dinges S, et al. Impact of the falling status of the bladder and rectum on their integral dose distribution and the movement of the uterus in the treatment planning of gynaecological cancer[J]. *Radiother Oncol*, 1999, 52(1): 29-34.
- [8] 赵品婷, 梁军, 邵秋菊, 等. 3-DCRT 治疗前膀胱准备方法的改进研究[J]. *科学技术与工程*, 2010, 10(34): 8377-8388.
- [9] 洪超善, 华丽, 高琨, 等. 膀胱不同充盈程度对宫体-宫颈变形移动度的影响[J]. *中国癌症杂志*, 2012, 22(11): 847-855.
- [10] Kim TH, Chie EK, Kim DY, et al. Comparison of the belly oard device method and the distended bladder method for reducing irradiated small bowel volumes in preoperative radiotherapy of rectal cancer patients[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2005, 62: 769-775.
- [11] Van de Bunt L, van der Heide UA, Ketelaars M, et al. Conventional, conformal and intensity-modulated radiation therapy treatment planning of external beam radiotherapy for cervical cancer: The impact of tumor regression[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2006, 64(1): 189-196.
- [12] Tyagi N, Lewis JH, Yashar CM, et al. Daily online cone beam computed tomography to assess interfractional motion in patients with intact cervical cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2011, 80(1): 273-280.



磁共振扩散张量成像在婴幼儿脑瘫诊断中的应用价值

Significance of Applying DTI in the Diagnosis of Cerebral Palsy in Infants with Developmental Delays

张朋, 刘鹏, 刘杰, 王颖,
高修成, 张见
南京医科大学附属南京儿童医院
放射科, 江苏南京 210008

ZHANG Peng, LIU Peng,
LIU Jie, WANG Ying,
GAO Xiu-cheng, ZHANG Jian
Department of Radiology, Nanjing
Children's Hospital Affiliated to Nanjing
Medical University, Nanjing Jiangsu
210008, China

[摘要] 目的 探讨磁共振张量成像(DTI)在婴幼儿脑瘫诊断中的应用价值。方法 选取33例脑瘫婴幼儿作为脑瘫组, 33例正常婴幼儿作为对照组, 分别对其行DTI检查。观察神经纤维束的改变, 研究DTI成像特点及其与脑瘫的相关性, 并采用统计学方法比较脑瘫组和对照组感兴趣区的各向异性(FA)值。**结果** 33例脑瘫患儿中, 23例伴有不同部位和不同程度的神经纤维束稀疏、中断及走行异常, 10例患儿神经纤维束改变不明显; 脑瘫组患儿感兴趣区的FA值较低, 与对照组相比有显著差异($P<0.05$)。**结论** DTI异常表现与脑性瘫痪具有相关性, DTI检查有助于对婴幼儿脑瘫做出早期诊断, 为制定合理的诊疗方案提供依据。

[关键词] 发育迟缓; 婴幼儿; 脑瘫; 磁共振张量成像; 各向异性

Abstract: Objective To explore the significance of applying DTI (Diffusion Tensor Imaging) in the diagnosis of cerebral palsy in infants with developmental delays. Methods Thirty-three cases of cerebral palsy infants were selected as the cerebral palsy group, while 33 cases of healthy children as the control group. Then, DTI was performed on both the groups so as to observe the changes of the fiber tracts and research DTI features and its relevance with cerebral palsy. Additionally, the statistical method was applied to compare each FA (Fractional Anisotropy) value in the ROIs (Region-of-Interest) between the cerebral palsy group and the control group. Results Of 33 cerebral palsy infants, sparse and interrupted fiber tracts with abnormal orientation were revealed in different extent in 23 cases on different regions; no obvious changes of fiber tracts were revealed in 10 cases. The FA value in the ROIs of the cerebral palsy group was lower than that of the control group. There were significant differences ($P<0.05$) between the two groups. Conclusion Abnormalities revealed by DTI were correlated with cerebral palsy. As an useful method for diagnosis of cerebral palsy in infants and young children with developmental delays, DTI can provide the basis for clinicians to make reasonable treatment plan.

Key words: developmental delays; infant; cerebral palsy; diffusion tensor imaging; fractional anisotropy

[中图分类号] R445.2; R742.3 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.013

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0053-03

脑性瘫痪(Cerebral Palsy), 简称脑瘫, 通常是指在出生前到出生后一个月内由各种原因引起的非进行性脑损伤或脑发育异常所导致的中枢性运动障碍, 是儿童最常见的脑损伤综合征^[1]。脑瘫的病因有很多, 且不同患儿其患病程度不一, 及早确诊并制定合理的康复治疗计划是提高

疗效的关键。处于婴幼儿期(0~3岁)的脑瘫患者, 其语言、动作、视觉和听觉等身体机能尚处于发育的起始阶段, 身体各项发育指标及发育进程亦都不尽相同, 因此其脑瘫缺乏特异性体征, 与一般的运动发育迟缓难于区别, 给临床确诊及康复治疗带来了难度^[2]。磁共振扩散张量成像(Diffusion Tensor Imaging, DTI)能够直观地显示神经纤维束的走行和受损状况, 可以为婴幼儿期脑瘫的确诊提供

收稿日期: 2014-06-19

修回日期: 2014-08-15

通讯作者: 高修成, 副主任医师。

作者邮箱: jiushizhu2003@163.com

依据,对临床制定合理有效的诊疗康复计划具有重要意义。本文通过回顾性比较分析 33 例脑瘫患儿与 33 例正常婴幼儿的影像学资料,旨在探讨 DTI 在婴幼儿脑瘫诊断中的应用价值。

1 资料和方法

1.1 一般资料

选择 2012 年 1 月 ~ 2014 年 5 月于我院经临床确诊的 33 例脑瘫婴幼儿作为脑瘫组,所有患者均无特异性临床症状,集中表现为体格、语言、智力或运动发育较同龄儿低下,单侧或双侧肢体肌张力高,协调性差及异常姿势等。其中男性 21 例,女性 12 例;早产儿 12 例,足月 21 例。年龄 0.5 ~ 3 岁,平均 1.5 岁。

选择 33 例正常婴幼儿作为对照组,均为足月产且排除罹患各种常见神经系统疾病的可能,其中男性 19 例,女性 14 例,年龄 0.5 ~ 3 岁,平均 1.6 岁。

1.2 检查方法

按照剂量 1ml/kg,使受检者口服 5% 水合氯醛镇静。待其熟睡后采用 SIEMENS Avanto 1.5T 磁共振扫描仪,12 通道头颅矩阵线圈。先行常规头颅磁共振扫描,包括 T1WI、T2WI、FLAIR 和 DWI 序列。然后用平面回波序列 (Echo Planar Imaging, EPI) 进行 DTI 扫描,具体参数为:TR 6700 ms,TE 106 ms, b 值 1000 s/mm²,层厚 4 mm,无间隔,FOV 23 cm × 23 cm。

1.3 图像处理及分析

使用图像处理工作站对 DTI 原始数据进行处理,生成三维彩色编码张量图及各向异性 (Fractional Anisotropy, FA) 图。然后由两位高年资医师综合分析:① 在三维彩色编码张量图上观察神经纤维束的走形、数量、密度等;② 采用双盲法在 FA 图上分别以脑干皮质脊髓束、内囊前肢、内囊后肢、内囊膝、胼胝体膝部和胼胝体压部为兴趣区进行测量,兴趣区面积为 10 ~ 15 mm²,每个兴趣区测量 3 次,取平均值。

1.4 统计学处理及分析

采用 SPSS 19.0 软件进行统计分析,脑瘫组和对照组的 FA 值比较采用配对 *t* 检验,以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 对照组和脑瘫组的 DTI 表现

对照组和脑瘫组的 DTI 图像,见图 1。

33 例脑瘫患儿中,23 例伴有不同部位和不同程度的神经纤维束稀疏、中断及走行异常;10 例患儿神经纤维束改变不明显。

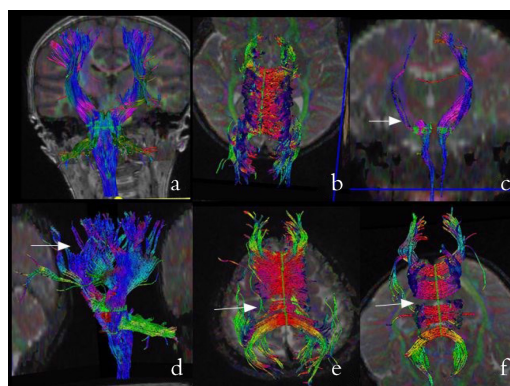


图1 对照组与脑瘫组的DTI图像

注:a.示脑干皮质脊髓束正常;b.示胼胝体联合束正常;c.示右侧脑干皮质脊髓束大部分缺失并伴左侧稀疏;d.示左侧部分过内囊处纤维束中断;e.示胼胝体联合束近膝部部分中断;f.示胼胝体联合束多发性缺失。

2.2 对照组和脑瘫组兴趣区的FA值比较

与对照组相比,脑瘫组脑干皮质脊髓束、内囊前肢、内囊后肢、内囊膝、胼胝体膝部和胼胝体压部等兴趣区的 FA 值较低,且差异均有统计学意义,见表 1。

3 讨论

脑瘫是儿童最常见的颅脑损伤疾病之一,病因多样,

表1 脑瘫组和对照组兴趣区的FA值比较 ($\bar{x} \pm s$, n=33)

部位	FA值		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
	对照组	脑瘫组		
皮质脊髓束	0.422 ± 0.059	0.387 ± 0.038	3.119	<i>P</i> < 0.05
内囊前肢	0.402 ± 0.060	0.367 ± 0.055	2.741	<i>P</i> < 0.05
内囊后肢	0.403 ± 0.047	0.378 ± 0.049	2.294	<i>P</i> < 0.05
内囊膝	0.430 ± 0.044	0.378 ± 0.056	3.791	<i>P</i> < 0.05
胼胝体膝部	0.477 ± 0.052	0.430 ± 0.052	3.809	<i>P</i> < 0.05
胼胝体压部	0.422 ± 0.042	0.400 ± 0.050	2.123	<i>P</i> < 0.05

程度不一。由于婴幼儿患者年龄较小,身体尚处于发育期,个体之间身体指标差异性较大,这就为脑瘫的确诊带来了困难,导致一些患儿得不到及时的康复治疗,影响其最终的恢复效果^[3]。近年来,随着设备和技术的不断进步,国内外医疗工作者应用磁共振技术对脑瘫患者进行了深入的影像学研究,特别是利用DTI功能成像,可以直观地显示脑神经纤维束的受损状况,可作为一项重要的参考指标为患儿康复治疗计划的制定和实施提供依据。

DTI是在扩散加权成像(Diffusion Weighted Imaging, DWI)的基础上发展起来的一项新技术,是在分子水平上研究组织中水分子随机运动的一种无创性磁共振功能成像。常规的磁共振成像如T2WI、FLAIR、MTI(Magnetization Transfer Imaging, 磁化传递成像),虽然可以显示大脑白质和灰质的差别,但这些成像方法不能显示大脑白质纤维的走行方向,因此也就不能提供完全的白质纤维的解剖信息。DTI反映了大脑白质纤维束(White Matter Fiber, WMF)中水分子弥散的方向依赖特性,其FA图像可以显示大脑白质纤维的结构和各向异性特征,如显示内囊、胼胝体、外囊等结构。DTI能够测量水分子在三维空间扩散的方向和程度,描述组织的各向异性特点,精确地研究脑白质纤维的走行方向。部分各向异性是弥散各向异性和整个弥散的比值,取值范围是0~1,其中0表示最大各向同性。脑组织的神经冲动传导通过脑白质纤维束来实现,而脑白质纤维束具有显著的各向异性特征,即水分子沿着纤维束方向扩散时,阻力较小,但穿越纤维时阻力较大,FA值减低,这与神经细胞突触直径、神经细胞膜成分及结构、神经细胞轴突髓鞘化程度与完整性、神经胶质细胞的数量和排列以及细胞外间隙容积等因素密切相关。儿童脑白质纤维髓鞘化发育是脑组织成熟的重要标志,FA值随髓鞘化的进展而升高,所以FA值是判断脑白质成熟的重要指标。三维立体彩色编码张量图则可以精确地显示神经纤维束的走向以及脑白质结构的细微变化。一旦异常情况破坏了脑白质纤维的正常发育,则会出现神经纤维束数量稀疏、走向绕行、交叉和中断等现象。脑白质损伤越严重,FA值越小,神经纤维束走行和分布就越差^[4-6]。本研究发现,患儿胼胝体膝部、胼胝体压部、内囊前肢、内囊后肢、内囊膝、皮质脊髓束等兴趣区均伴有不同程度的FA值降低,且神经纤维束显示正常区域亦伴有不同程度的FA值降低,提示该部位有脑白质神经纤维受损,可以为脑瘫患儿的确诊提供依据,使其得到尽早治疗。

脑瘫患儿的预后康复进展是医生和家属关注的重点。DTI可提供明确的白质纤维束受损状况及程度,可为医生制定诊疗康复计划提供依据,也能使家属有一个合理的心理预期。人的大脑的不同区域有不同的生理作用,而语言、运动、听觉、视觉等中枢在大脑中也有不同的区域定位。

当大脑不同中枢区域受损时,脑瘫患儿将表现出相应的功能障碍,且与受损程度呈正相关。例如胼胝体是连接两侧大脑半球的运动中枢、语言中枢和参与共济运动的重要组织区域,当胼胝体受损时可出现两侧大脑半球的连接失效;皮质脊髓束主管肢体运动功能,当其受损时,患儿可出现肢体运动功能障碍^[7]。因此,在进行DTI扫描时应根据患儿的临床表现,重点对其对应区域进行图像分析与数据处理,为临床制定康复计划提供依据。

综上所述,DTI是研究脑白质神经纤维束受损状况的重要技术,可作为磁共振诊断脑瘫患儿颅脑受损情况的重要补充手段。虽然其在成像过程中易受磁敏效应、部分容积效应和噪声等因素的影响而导致图像变形,使一些小的纤维束无法显示,且在图像分析处理过程中易受人为因素影响^[8-9],但仍然是现在检查脑白质纤维束的主要方法。相信随着磁共振设备软硬件技术水平的提高,DTI在颅脑损伤特别是脑瘫患者的诊疗过程中将发挥更重要的作用。

[参考文献]

- [1] 张朋,陈岩,刘鹏.磁共振在脑瘫诊疗中的研究进展[J].中国医疗设备,2014,(5):71-73,163.
- [2] Provenzale JM, Isaacson J, Chen S, et al. Correlation of apparent diffusion coefficient and fractional anisotropy values in the developing infant brain[J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 195(6):456-462.
- [3] Brissaud O, Amirault M, Villega F, et al. Efficiency of fractional anisotropy and apparent diffusion coefficient on diffusion tensor imaging in prognosis of neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy: a methodologic prospective pilot study[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2010, 31(2):282-287.
- [4] Nagae LM, Hoon AH Jr, Stashinko E, et al. Diffusion tensor imaging in children with periventricular leukomalacia: variability of injuries to white matter tracts[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2007, 28(7):1213-1222.
- [5] 祁英,王晓明.扩散加权成像在早期诊断早产儿局灶性脑白质损伤及其预后的价值[J].临床放射学杂志,2010,29(4):515-518.
- [6] 王珊珊,范国光,王慈,等.MR扩散张量成像评价脑室旁白质软化症脑性瘫痪患儿认知功能的研究[J].中华放射学杂志,2010,46(3):203-208.
- [7] 于荣,侯梅.脑性瘫痪MRI研究进展[J].中国康复理论与实践,2007,12(13):1124-1126.
- [8] 鲍秀兰.早期干预降低早产儿脑瘫发生率研究[J].医学研究杂志,2008,37(7):2-4.
- [9] 佟欣,薛辛东,富建华.磁共振在早产儿脑白质损伤中的应用价值[J].中国新生儿杂志,2012,27(4):275-278.

肺癌PET/CT的¹⁸F-FDG标准化摄取值分析

Analysis of ¹⁸F-FDG SUV of PET/CT in Patients with Lung Cancer

秦雷, 王振光

青岛大学附属医院 PET-CT中心, 山东
青岛 266100

[摘要] 目的 探讨¹⁸F-FDG标准化摄取值(SUV)与肺癌形态、病理类型之间的关系。方法 回顾性分析68例接受PET/CT检查的肺癌病例资料。按病灶大小将病例分为3组: ① 肿瘤最大径 ≤ 3 cm组; ② $3\text{ cm} < \text{肿瘤最大径} \leq 7$ cm组; ③ 肿瘤最大径 > 7 cm组。选择肿瘤最大径 ≤ 7 cm的病例, 按病理类型分为鳞癌、腺癌、小细胞癌3组。选择病理类型为腺癌的且肿瘤最大径 < 7 cm的肿块, 按形态分为分叶组和毛刺组。分析各组间¹⁸F-FDG标准化摄取值(测量时取最大值, 表示为SUV_{max})是否存在统计学差异。结果 肿瘤最大径 ≤ 3 cm组、 $3\text{ cm} < \text{肿瘤最大径} \leq 7$ cm组、肿瘤最大径 > 7 cm组的SUV_{max}分别为(10.74 \pm 3.20)、(10.61 \pm 3.27)和(13.89 \pm 3.31), 肿瘤最大径 > 7 cm组的SUV_{max}高于其余两组。鳞癌、腺癌、小细胞癌3组的SUV_{max}分别为(17.10 \pm 2.78)、(9.32 \pm 2.01)和(9.67 \pm 2.53), 3组间有显著差异($F=19.3, P<0.01$), 组间比较, 腺癌组与小细胞癌组的SUV_{max}无显著差异($P>0.05$)。分叶组与毛刺组的SUV_{max}分别为(8.97 \pm 2.44)和(9.69 \pm 2.13), 两组间比较无显著差异($P>0.05$)。结论 病灶大小与病理类型均可影响SUV值, 肿瘤最大径 > 7 cm组的SUV值高于肿瘤最大径 ≤ 7 cm组; 鳞癌组的SUV值高于腺癌及小细胞癌组; 不同形态特征的病灶其SUV值无显著差异。

[关键词] 肺肿瘤; 病理学; ¹⁸氟-脱氧葡萄糖; 体层摄影术

Abstract: Objective To investigate the relationship between the ¹⁸F-FDG SUV (standardized uptake value) and the morphology as well as pathologic type of lung cancers. Methods Retrospective analysis was made on the PET/CT images of 68 lung cancer patients. Patients were divided into three groups according to the size of tumor: maximum diameter of tumor ≤ 3 cm, maximum diameter of tumor $3\sim 7$ cm, and maximum diameter of tumor > 7 cm. Patients whose maximum diameter of tumor ≤ 7 cm were divided into the squamous carcinoma group, adenocarcinoma group and small cell carcinoma group according to the pathologic type; While the adenocarcinoma patients whose maximum diameter of tumor < 7 cm were divided into the phylloides group and sentus group according to the form of tumor. Then analysis of the ¹⁸F-FDG SUV (SUV_{max} means the maximum value measured) was conducted for each group to figure out whether there were statistical differences. Results The SUV_{max} of these three groups whose maximum diameter of tumor ≤ 3 cm, maximum diameter of tumor $3\sim 7$ cm, and maximum diameter of tumor > 7 cm were respectively (10.74 \pm 3.20)、(10.61 \pm 3.27) and (13.89 \pm 3.31), and the SUV_{max} of the group whose maximum diameter of tumor > 7 cm was higher than that of the other two groups. The SUV_{max} of squamous cell carcinoma group, adenocarcinoma group and small cell carcinoma group are respectively (17.10 \pm 2.78), (9.32 \pm 2.01) and (9.67 \pm 2.53), which had significant differences among the three groups ($F=19.3, P<0.01$), but the SUV_{max} between the adenocarcinoma group and small cell carcinoma group had no significant difference ($P>0.05$). The SUV_{max} of the phylloides tumor group and the sentus group were (8.97 \pm 2.44) and (9.69 \pm 2.13), which had no significant difference between these two groups ($P>0.05$). Conclusion Both the size of tumor and pathological type can affect the SUVs. The SUV of the group whose maximum diameter of tumor > 7 cm was higher than that of the group whose maximum diameter of tumor ≤ 7 cm; while the SUV of the squamous carcinoma group was higher than that of the adenocarcinoma group and small cell carcinoma group. The SUVs of different forms of tumor had no significant difference.

Keywords: lung tumor; pathology; ¹⁸F-Fluorodeoxyglucose; tomography

QIN Lei, WANG Zhen-guang

Department of PET/CT, The Affiliated
Hospital of Qingdao University, Qingdao
Shandong 266100, China

[中图分类号] R734.2; R814.42 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.014

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0056-03

收稿日期: 2014-07-07

修回日期: 2014-08-12

通讯作者: 王振光, 青岛大学附属医院PET-CT中心主任。

通讯作者邮箱: wangzhenguang@aliyun.com

PET/CT是目前最先进的可融合形态和代谢特征的一种分子影像设备,对于恶性肿瘤的诊断、分期、疗效评价和预后判断具有较高的价值。许多研究比较了CT、PET与PET/CT诊断肺癌的效能,证实了PET/CT具有明显的优势。但肺癌不同病理类型与标准化摄取值(Standardized Uptake Value, SUV)的关系尚有争议,不同的肺癌征象(如分叶、毛刺等)是否影响SUV值的研究较少。本研究探讨了 ^{18}F -FDG标准化摄取值与肺癌形态、病理类型之间的关系,旨在提高对肺癌的诊断水平。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择2012年5月~2014年9月于我院行PET/CT检查的肺癌患者68例,检查前均未经抗肿瘤治疗,血糖处于正常范围。所有患者均有病理结果及完整的临床资料。其中男性47例,女性21例,年龄43~76岁,平均59岁。基于病灶大小、肺癌形态及病理类型对患者进行分组,参考最新的肺癌TNM分期(国际抗癌联盟2009年颁布)中T分期,按肿瘤最大径分为3组:①肿瘤最大径 $\leq 3\text{ cm}$ (21例);② $3\text{ cm} <$ 肿瘤最大径 $\leq 7\text{ cm}$ (32例);③肿瘤最大径 $> 7\text{ cm}$ (15例)。选择肿瘤最大径 $\leq 7\text{ cm}$ 的53例患者,按病理类型分为3组:①鳞癌(12例);②腺癌(24例);③小细胞癌(17例)。选择病理类型为腺癌的且肿瘤最大径 $< 7\text{ cm}$ 的肿块,按形态分为两组:①分叶组(15例);②毛刺组(9例)。

1.2 仪器与方法

选择GE Discovery Elite PET/CT, ^{18}F -FDG由北京安迪科公司提供,放化纯度 $\geq 95\%$ 。患者血糖控制在 8 mmol/L 以下,静脉注射 ^{18}F -FDG(0.12 mCi/kg)后平静休息60 min行PET/CT检查,检查范围为颅底至双侧股骨上段。CT扫描参数:准直 64×0.625 ,螺距0.984,层厚 3.75 mm ,管电压 120 kV ,管电流 100 mAs ,旋转时间 0.5 s ,矩阵 512×512 。PET采集条件:3D采集模式,共采集7个床位,每个床位 2 min ,矩阵 192×192 。

1.3 图像分析

由两位有经验的影像科主任医师共同分析肺癌肿块的形态特征,包括大小及形态(分叶、毛刺),并进行分组。意见不一致时通过协商确定统一意见。然后由两位经验丰富的核医学医师共同分析PET及PET/CT融合图像,使用GE公司AW4.5工作站自动勾画肿瘤边界,勾画感兴趣区并测量 ^{18}F -FDG SUV值,测量时取最大值(SUV_{max})。

1.4 统计学分析

采用SPSS 18.0软件进行统计学分析,两组间比较采用 t 检验,3组间比较采用方差分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病灶大小与SUV的关系

肿瘤最大径 $\leq 3\text{ cm}$ 组、 $3\text{ cm} <$ 肿瘤最大径 $\leq 7\text{ cm}$ 组、肿瘤最大径 $> 7\text{ cm}$ 组的SUV_{max}分别为(10.74 ± 3.20)、(10.61 ± 3.27)和(13.89 ± 3.31)。单因素方差分析显示,病灶大小对SUV造成显著影响($F=16.5, P < 0.01$)。组间比较,肿瘤最大径 $> 7\text{ cm}$ 组的SUV_{max}高于其余两组;而肿瘤最大径 $\leq 7\text{ cm}$ 的两组相比,SUV_{max}无明显差异($P > 0.05$)。

2.2 病理类型与SUV的关系

鳞癌、腺癌、小细胞癌3组的SUV_{max}分别为(17.10 ± 2.78)、(9.32 ± 2.01)和(9.67 ± 2.53)。单因素方差分析显示,病理类型对SUV造成显著影响($F=19.3, P < 0.01$)。组间比较,鳞癌组的SUV_{max}高于腺癌与小细胞癌组,腺癌组与小细胞癌组的SUV_{max}无明显差异($P > 0.05$)。3种类型肺癌的PET/CT图像,见图1~3。图中显示病灶大小接近,但鳞癌的SUV_{max}高于腺癌及小细胞癌。

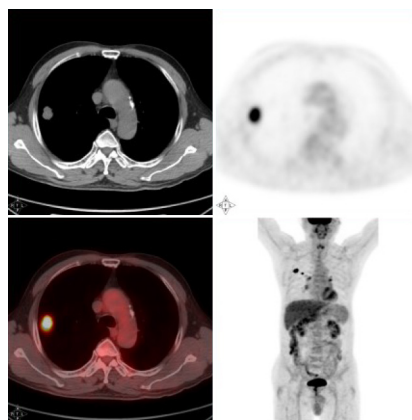


图1 右肺鳞癌,长径约2.1 cm, SUV_{max}为12.8。

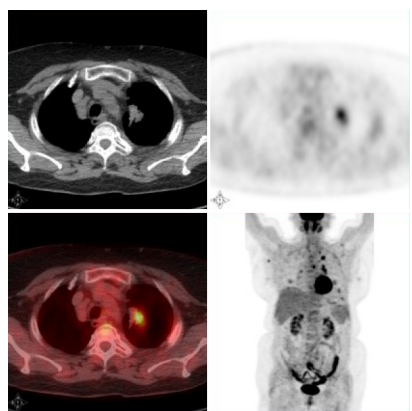


图2 左肺腺癌,长径约2.2 cm, SUV_{max}为6.4。

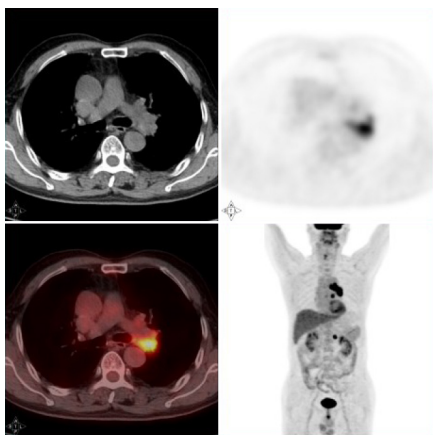


图3 左肺小细胞癌,长径约2.1 cm, SUV_{max}为7.6。

2.3 CT形态与SUV的关系

分叶组与毛刺组的 SUV_{max} 分别为 (8.97 ± 2.44)、(9.69 ± 2.13), 两组间比较无明显差异 ($P > 0.05$)。

3 讨论

SUV 在肿瘤良恶性鉴别、肿瘤分期及疗效评价、预后判断上具有重要价值^[1]。SUV 受患者体重、血糖水平、注射到开始显像的时间及图像采集模式等多种因素影响,对上述可控因素进行严格控制后,可分析其他差异性因素对 SUV 的影响,从而更好地发挥其临床价值。不同大小及不同病理类型的肺癌间 SUV 是否存在差异目前尚有争议^[2-4]。

肺癌病理类型不同,其治疗方法及预后也不同,了解不同病理类型间 SUV 的差异对肺癌临床诊断与治疗有指导价值。腺癌中的细支气管肺泡癌葡萄糖摄取水平低,多数学者认为这是造成 PET 显像假阴性的主要病理类型。本研究结果显示,鳞癌组 SUV_{max} 显著高于腺癌与小细胞癌组,与汪涛及 De geus-oei 等的研究结果^[5-6]一致,这可能与鳞癌细胞膜葡萄糖转运蛋白高表达及鳞癌倍增时间较其他类型肺癌倍增时间短有关^[7-8]。通过对 SUV 值的测量有助于对肺癌的病理类型进行初步判断。

多数学者认为,病灶越大其 SUV 值越高,有研究认为病灶的 SUV 与其大小存在线性关系^[9]。本研究结果显示,肿瘤最大径 > 7 cm 组的 SUV 高于肿瘤最大径 ≤ 7 cm 组,说明较大肿块的 SUV 相对较高。原因是随着病灶的增大,其生长对能量的需求增加, SUV 随之增加。但肿瘤最大径 < 3 cm 组和 3 cm < 肿瘤最大径 ≤ 7 cm 组相比, SUV_{max}

无明显差异。这说明,本组病例 SUV_{max} 与病灶大小无明显线性相关。

本研究同时观察了不同肺癌形态(如分叶、毛刺)的 SUV_{max},以分叶为主要特征表现的病灶与以毛刺为主要特征表现的病灶其 SUV 无显著差异,结果提示肺癌不同的生长方式可能不影响 SUV_{max},与田墨涵等的研究结果基本一致^[10]。但本组病例较少,尚需进一步研究。综上所述,影响 SUV 的因素较多,分析不同因素对 SUV 的影响有助于加深对 SUV 的认识,从而有助于对病灶进行正确的诊断。

[参考文献]

- [1] Thie JA. Understanding the standardized uptake value, its methods, and implications for usage[J]. J Nucl Med, 2004, 45(9): 1431-1434.
- [2] Duhaylongsod F, Lowe VJ, Patz EF, et al. Lung tumor growth correlates with glucose metabolism measured by FDG PET[J]. Ann Thorac Surg, 1995, 60: 1348-1351.
- [3] Hara T, Kosaka N, Suzuki T, et al. Uptake rate of FDG and Choline in lung cancer and pulmonary tuberculosis: a positron emission tomography study[J]. Chest, 2003, 124: 893-898.
- [4] 陈虞梅, 黄钢, 孙晓光, 等. PET 标准化摄取值在肺癌诊断中的应用价值及其影响因素的探讨[J]. 核技术, 2007, 30(1): 65-69.
- [5] 汪涛, 孙玉鹤, 周乃康, 等. 三种类型肺癌¹⁸F-FDG 摄取量的初步研究[J]. 中华外科杂志, 2002, 40(6): 437-440.
- [6] De geus-oei LF, Van Krieken JH, Aliredjo RP, et al. Biological correlates of FDG uptake in non-small cell lung cancer[J]. Lung Cancer, 2007, 55(1): 79-87.
- [7] 任树华, 赵军. ¹⁸F-FDG PET/CT 显像在肺癌中的临床应用[J]. 中国医疗设备, 2009, 24(11): 115-118.
- [8] Zhuang H, Pourdehnad M, Lambright ES, et al. Dual time point ¹⁸F-FDG PET imaging for differentiating malignant from inflammatory processes[J]. J Nucl Med, 2001, 42(9): 1412-1417.
- [9] Khalaf M, Abdelnabi H, Galantowicz P, et al. Relationship between nodule size and FDG-PET SUV for malignant and benign lung tumors[J]. Nucl Med, 2006, 47(6): 173.
- [10] 田墨涵, 于丽娟, 段钰, 等. 非小细胞肺癌的 CT 征象与 ¹⁸F-FDG PET 表现、Glut1 表达的关系[J]. 中国肺癌杂志, 2009, 12(7): 770-772.

正常成人前列腺3.0T磁共振3种b值扩散加权成像研究

Study on Three b-Values in 3.0T DW MRI of Normal Prostates

王猛, 姚申思, 邓刚, 刘建新,
金光晔
煤炭总医院 影像科, 北京 100028

[摘要] 目的 探讨正常前列腺3.0T磁共振扩散加权成像(DWI)的影像表现,为合理选择扩散敏感系数(b值)提供依据。方法 选取20名健康志愿者,每名志愿者行3次前列腺DWI扫描,b值分别取600、800、1000 s/mm²,其他参数均一样。测量3种b值DWI图像中前列腺中央带和外周带的信号强度、背景信号强度标准差、表观扩散系数(ADC),计算图像信噪比(SNR)和对比噪声比(CNR),并对图像质量进行主观评分。结果 b值为600、800、1000 s/mm²时,SNR分别为(18.36±1.75)、(14.63±2.32)、(11.83±1.65),CNR分别为(0.55±0.14)、(0.47±0.11)、(0.39±0.90),3组间比较SNR和CNR的差异均具有统计学意义(P<0.05)。b值为600 s/mm²时,前列腺外周带和中央带的ADC值分别为(2.07±0.26)×10⁻³ mm²/s和(2.01±0.15)×10⁻³ mm²/s,差异不具有统计学意义(P>0.05);b值为800 s/mm²时,外周带和中央带的ADC值分别为(1.80±0.22)×10⁻³ mm²/s和(1.65±0.24)×10⁻³ mm²/s,差异具有统计学意义(P<0.05);b值为1000 s/mm²时,外周带和中央带的ADC值分别为(1.54±0.14)×10⁻³ mm²/s和(1.31±0.19)×10⁻³ mm²/s,差异具有统计学意义(P<0.05)。3种b值的图像质量评分分别为(3.4±0.68)、(3.05±0.69)和(2.75±0.91),3组间比较差异具有统计学意义(P<0.05)。**结论** 利用3.0T磁共振对前列腺进行DWI扫描时,选择b值为800 s/mm²较为适当,可在保证图像质量的前提下更好地反映水分子的扩散特征。

[关键词] 磁共振成像; 弥散加权成像; 前列腺; 扩散敏感系数

Abstract: Objective To investigate the features of normal prostates in 3.0T DW MR (Diffusion-Weighted Magnetic Resonance) images so as to provide a basis for selection of the optimal b-value. Methods Three b-values (b=600, 800, 1000 s/mm²) were applied respectively in 3.0T DW MR imaging of twenty normal prostates. Then, the signal intensity, standard deviation of the background signal intensity and apparent diffusion coefficient (ADC) values were measured in DWI of the central zone and peripheral zone of prostates. The signal-noise ratio (SNR) and contrast-noise ratio (CNR) were computed. And the quality of MR images were evaluated. Results When b-value was 600, 800 and 1000s/mm², the SNR was (18.36±1.75), (14.63±2.32) and (11.83±1.65) and the CNR was (0.55±0.14), (0.47±0.11) and (0.39±0.90) respectively. There were statistically significant difference in SNR and CNR between different b-values (P<0.05). When b-value was 600 s/mm², the ADC values acquired in MR imaging of the peripheral zone and central zone of prostates were (2.07±0.26)×10⁻³ mm²/s and (2.01±0.15)×10⁻³ mm²/s respectively without statistically significant differences (P>0.05). When b-value was 800 and 1000 s/mm², the ADC values of the peripheral zone and central zone of prostates were (1.80±0.22)×10⁻³ mm²/s and (1.65±0.24)×10⁻³ mm²/s, (1.54±0.14)×10⁻³ mm²/s and (1.31±0.19)×10⁻³ mm²/s respectively with statistically significant differences (P<0.05). The quality of MR images at three b-values (600, 800, 1000 s/mm²) were evaluated as (3.4±0.68), (3.05±0.69) and (2.75±0.91) respectively with statistically significant differences (P<0.05). Conclusion The optimal b-value in 3.0T DW MRI of prostates was 800 s/mm², which can display the diffusion of water molecules and meanwhile ensure the quality of images.

Key words: magnetic resonance imaging; diffusion-weighted imaging; prostates; b-value

WANG Meng, YAO Shen-si,
DENG Gang, LIU Jian-xin,
JIN Guang-wei
Department of Radiology, China Meitan
General Hospital, Beijing 100028, China

[中图分类号] R445.2 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.015

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0059-04

收稿日期: 2014-07-08
作者邮箱: wangmeng0328@163.com

修回日期: 2015-01-18

0 前言

扩散加权成像 (Diffusion Weighted Imaging, DWI) 是目前检测活体组织内水分子扩散的唯一无创方法, 可从细胞及分子水平研究生物体的组织结构和功能状态^[1-5]。DWI 对扩散运动的敏感程度通常用扩散敏感系数 (b 值) 表示, b 值不仅影响扩散加权程度, 也影响图像的信噪比 (Signal Noise Ratio, SNR)、对比噪声比 (Noise Ratio, CNR) 以及表观弥散系数 (Apparent Diffusion Coefficient, ADC) 等影像质量指标。3.0T 磁共振因其具有较高的信噪比, 使高 b 值的应用成为可能, 但伴随高场强而来的磁敏感伪影又对高 b 值的应用产生制约。至今有关前列腺 DWI 成像中 b 值的研究多限于 1.5T 磁共振成像系统^[6-9], 3.0T 磁共振 DWI 成像中 b 值的研究并不多见, 其 b 值的选择多是沿用 1.5T 时的经验。本研究对正常成人进行 3.0T 磁共振扫描, 比较 3 种 b 值 DWI 图像中前列腺中央带和外周带的信号强度和 ADC 值及图像的信噪比和对比噪声比的变化特点, 为合理选择 b 值提供依据。

1 资料和方法

1.1 临床资料

选择 2013 年 3 ~ 5 月本院 20 名健康男性志愿者, 年龄 23 岁 ~ 35 岁, 平均 (30.08 ± 2.64) 岁。所有志愿者均无既往心血管系统和内分泌系统以及泌尿系统疾病史, 检查前一周内无身体不适。预先被告知试验目的并签署知情同意书。

1.2 仪器与设备

选择飞利浦 Achieva 3.0T 磁共振设备, Torso 相控阵表面线圈。采用单次激发自旋平面回波序列 (Echo Planar Imaging, EPI) 进行 DWI 检查, 层厚 3 mm, 层间隔 1 mm, FOV 为 250 mm × 250 mm, NSA=4, SENSE Production=2, EPI-factor=87。每名志愿者进行 3 次扫描, b 值分别设定为 600、800、1000 s/mm², TR 均为 4615 ms, TE 分别为 57、60、63 ms (采用 shortest 模式), 相应的序列采集时间分别为 103、105、150 s。

1.3 各项指标的测定

分别测量 3 种 b 值 DWI 图像中前列腺中央带和外周带的信号强度 (Signal Intensity, SI), 以及相同层面图像外信号强度标准差 (Standard Deviation, SD), 在 MRI 设备自带软件上测量前列腺中央带和外周带的 ADC 值。沿前列腺长轴选择上、中、下 3 个层面测量, 取其平均值, 感兴趣区 (Region of Interest, ROI) 设置为圆形, 面积约为 100 mm², 不同病例测量位置尽量一致。计算公式: SNR=SI/SD, CNR=(SI_{外周带}-SI_{中央带})/SD。

1.4 图像质量主观评价

由两名具有 5 年以上工作经验的 MRI 技师共同对 DWI 图像质量进行评分。采用 4 分制评分, 评分标准为: ① 4 分: 前列腺轮廓清晰, 周围带和中央带境界清晰可辨, 图像无伪影、无畸变; ② 3 分: 前列腺轮廓清晰, 周围带和中央带境界可辨, 有少量伪影或轻度畸变; ③ 2 分: 前列腺轮廓可见, 周围带和中央带境界显示不完整, 有伪影和畸变, 但图像质量尚可满足诊断要求; ④ 1 分: 前列腺轮廓不清, 周围带和中央带境界难以辨认, 伪影或畸变严重, 图像质量差, 不能用于诊断。

1.5 统计学分析

使用 SPSS 软件进行统计学分析。计量资料以均值 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 使用单因素方差分析 (One-Way ANOVA) 对不同 b 值 DWI 图像的 SNR 和 CNR, 前列腺中央带和外周带的信号强度和 ADC 值, 及图像的主观评分结果进行组间比较, 若差异有统计学意义再采用 LSD 检验进行两两比较, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。相同 b 值 DWI 扫描中前列腺中央带和外周带的 ADC 值的比较采用配对 *t* 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。两名评价者对图像质量评分结果的一致性采用 Kappa 检验。

2 结果

20 名志愿者均成功完成 DWI 扫描, 前列腺均未见异常改变。

2.1 前列腺中央带和外周带的信号强度及图像 SNR 和 CNR 比较

3 种 b 值 DWI 图像中前列腺中央带和外周带的信号强度及图像 SNR 和 CNR 比较结果, 见表 1。随着 b 值增大, 前列腺外周带和中央带的信号强度均减小 (图 1 ~ 3), 3 组间比较差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。b 值相同时, 前列腺中央带的信号强度低于外周带, 二者间的差异在 b 值为 600 s/mm² 时无统计学意义 ($P > 0.05$), 在 b 值为 800 s/mm² 和 1000 s/mm² 时有统计学意义 ($P < 0.05$)。随着 b 值增大, SNR 和 CNR 均减小, 3 组间比较差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。

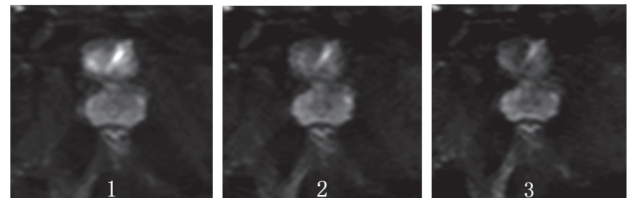


图 1~3 正常前列腺的 DWI 图像

注: 图 1~3 分别为 b 值=600、800、1000 s/mm² 的正常前列腺 DWI 图像, 前列腺中央带和外周带的信号强度均随 b 值增大而减小。

表1 3种b值DWI图像中前列腺中央带和外周带的信号强度及图像SNR和CNR比较 ($\bar{x} \pm s$)

b值 (s/mm^2)	信号强度		SNR	CNR	t值*	P值*
	外周带	中央带				
600	73.89 ± 3.85	71.68 ± 5.64	18.36 ± 1.75	0.55 ± 0.14	1.55	0.14
800	66.71 ± 2.09	64.51 ± 1.96	14.63 ± 2.32	0.47 ± 0.11	5.38	<0.05
1000	61.87 ± 3.28	59.72 ± 3.48	11.83 ± 1.65	0.39 ± 0.90	5.16	<0.05
F值	73.19	45.46	57.57	9.24		
P值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		

注: t值*和P值*分别为相同b值时前列腺外周带和中央带信号强度比较结果。

2.2 前列腺中央带和外周带的ADC值比较

3种b值时前列腺中央带和外周带的ADC值比较结果,见表2。随着b值增大,前列腺中央带和外周带的ADC值均减小(图4~6),3组间比较差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。前列腺外周带和中央带的ADC值的差异在b值为 $600 s/mm^2$ 时无统计学意义($P > 0.05$),在b值为 $800 s/mm^2$ 和 $1000 s/mm^2$ 时有统计学意义($P < 0.05$)。

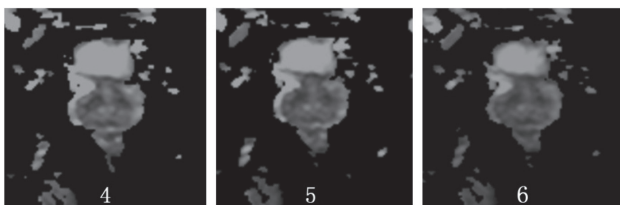


图4~6 正常前列腺ADC图像

注:图4~6分别为b值=600、800、1000 s/mm^2 的正常前列腺ADC图像,前列腺中央带和外周带的ADC值均随b值增大而减小。

2.3 图像质量的主观评分

两名评价者对b值为600、800、1000 s/mm^2 时的DWI图像的主观评分结果一致性良好,K值分别为0.87、0.82和0.78,主观评分值分别为(3.4 ± 0.68)、(3.05 ± 0.69)、(2.75 ± 0.91)。随着b值增大,主观评分值逐渐下降。LSD检验结果表明,就主观评分值而言,b=600 s/mm^2 与b=800 s/mm^2 组间差异无统计学意义($P > 0.05$),b=800 s/mm^2 与b=1000 s/mm^2 组间差异也无统计学意义,但b=600 s/mm^2 和b=1000 s/mm^2 组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。

表2 3种b值时前列腺中央带和外周带的ADC值比较 ($\bar{x} \pm s$)

b值 (s/mm^2)	ADC值 ($10^{-3} mm^2/s$)		t值	P值
	外周带	中央带		
600	2.07 ± 0.26	2.01 ± 0.15	0.692	$P > 0.05$
800	1.80 ± 0.22	1.65 ± 0.24	2.834	$P < 0.05$
1000	1.54 ± 0.14	1.31 ± 0.19	4.244	$P < 0.05$
F值	32.33	66.86		
P值	<0.05	<0.05		

3 讨论

在进行DWI扫描时,b值大小对DWI的信号强度有直接影响。b值越小,DWI扩散权重越小,图像信号特点越偏重于T2加权像,即产生T2透射效应。通过ADC图可消除透射效应对DWI信号强度的影响,从而反映组织真正的弥散程度。通常b值越大,测得的ADC值越准确,因此要真正反映病灶的DWI应取相对高的b值^[10]。据文献报道^[11],在1.5T磁共振前列腺DWI扫描中,b值为800 s/mm^2 时前列腺周围结构辨识困难,b值为1000 s/mm^2 时信号衰减明显,不能分辨前列腺外周带和中央带的解剖结构。本研究选择3.0T磁共振对正常成人进行扫描,比较3种b值DWI图像中前列腺中央带和外周带的信号强度和ADC值以及图像的SNR和CNR变化特点,为合理选择b值提供依据。

本研究显示,b值相同时,前列腺外周带的信号强度略高于中央带,这与正常细胞构造中水分子布朗运动有近似同等自由性有关。随着b值增高,组织中快速运动的自由扩散水分子在扩散梯度被施加的方向上进行相位移动,信号强度降低,但外周带和中央带的信号强度降低程度不同。b值为600 s/mm^2 时,外周带和中央带信号强度的差异不具有统计学意义,而当b值增大到800 s/mm^2 和1000 s/mm^2 时,其差异具有统计学意义,说明相对高的b值可以扩大不同组织间的对比度。但b值越大,产生的梯度场强越强,在对扩散更加敏感的同时也增加了信号衰减,使图像容易出现变形、模糊。本研究结果显示,图像的SNR和CNR均随b值增高而下降,且3组间比较差异具有统计学意义,提示单纯为提高图像对比度而盲目增高b值的做法并不可取。图像质量的主观评价结果表明,尽管高b值时外周带和中央带的信号强度具有统计学差异,但受噪声和图像畸变的影响,不同组织边界的可辨别程度并非与物理评价结果完全一致。

随着b值升高,前列腺外周带和中央带的ADC值均下降,3组间比较差异具有统计学意义($P < 0.05$),与文献报道^[7]一致。b值为600 s/mm^2 时,前列腺外周带和中央带

ADC值的差异无统计学意义,表明低b值下获得的ADC值无法区分前列腺中不同的组织结构。而当b值为800s/mm²和1000s/mm²时,前列腺外周带和中央带的ADC值具有统计学差异,提示高b值时系统误差小,能更精确地反映弥散状况及测量的ADC值^[12-13]。但b值为1000s/mm²时,序列采集时间相对较长,导致信号强度下降和伪影增加,因此实际应用中b值并不能随意增大。

综上所述,在进行前列腺DWI扫描时,b值的选择应综合考虑不同组织的信号特点、图像质量以及序列采集时间。本研究结果显示,3.0T磁共振前列腺DWI扫描中,b值选择为800s/mm²较为适当。本研究受病例纳入标准限制,并未对非正常前列腺进行DWI扫描,有待进一步探讨。另外,本研究中b值为1000s/mm²时序列采集时间相对较长,序列优化后对实验结果的影响也有待探讨。

[参考文献]

- [1] 任静,宦怡,常英娟,等.前列腺癌多b值扩散加权成像研究[J].实用放射学杂志,2008,24(4):502-504,576.
- [2] 王春霞,潘小杰,范桂红,等.四种影像学检查在诊断前列腺癌中的应用评价[J].中国医疗设备,2014,(5):170-172,160.
- [3] 王希明,白人驹,赵新,等.扩散加权成像鉴别前列腺癌及良性前列腺增生的价值[J].中华放射学杂志,2006,40(7):690-694.
- [4] Hosseinzadeh K,Schwarz SD.Endorectal diffusion-weighted imaging in prostate cancer to differentiate malignant and benign peripheral

zone tissue[J].J Magn Reson Imaging,2004,20(4):654-661.

- [5] Manenti G,Squillaci E,Roma M,et al.In vivo measurement of the apparent diffusion coefficient in normal and malignant prostatic tissue using thin-slice echo-planar imaging[J].Radiol Med,2006,111(8):1124-1133.
- [6] 周国兴,曹开明,王轶斌,等.3.0T MR扩散加权成像评估前列腺癌分期、分级的价值[J].中国临床医学影像杂志,2010,21(7):490-492.
- [7] 丁建平.正常前列腺和精囊的磁共振扩散加权成像初步研究[D].北京:北京大学,2003.
- [8] 郭雪梅,王霄英,李飞宇,等.前列腺磁共振扩散加权成像的初步研究[J].中国医学影像技术,2005,21(12):1858-1861.
- [9] 陈伟彬,冯莉,张惠英,等.不同b值下正常老年前列腺外周带ADC值定量分析[J].中国煤炭工业医学杂志,2010,13(10):1437-1438.
- [10] 张方璟.3.0T磁共振弥散加权及动态增强成像在正常前列腺及前列腺疾病的应用研究[D].广州:南方医科大学,2008.
- [11] 周红俐,罗银灯.前列腺癌的扩散成像研究新进展[J].国际医学放射学杂志,2013,36(5):449-452.
- [12] Song SK,Qu Z,Garabedian EM,et al.Improved magnetic resonance imaging detection of prostate cancer in a transgenic mouse model[J].Cancer Res,2002,62:1555-1558.
- [13] 李晶.3.0T MR多b值弥散加权成像在前列腺疾病中的应用[D].广州:南方医科大学,2008.

上接第64页

践中,对于X线片上显示的非簇状分布钙化、形状基本一致或模糊难以区分的分形微小钙化、以及沿乳腺导管分布的钙化,建议临床医师行临床活检,以避免误诊,从而提高早期乳腺癌的检出率。

综上所述,乳腺全景X线摄影可显示乳腺的微小钙化,是筛选乳腺癌的重要影像学检查方法,可为乳腺癌的早期诊断提供依据。

[参考文献]

- [1] Ngendahayo P,Faverly D,H é rin M.Primary breast amyloidosis presenting solely as nonpalpable microcalcifications:a case report with review of the literature[J].Int J Surg Pathol,2013,21(2):177-180.
- [2] D í az-Bustamante T,Ir í bar M,Vilarrasa A,et al.Primary amyloidosis of the breast presenting solely as microcalcifications[J].AJR Am J Roentgenol,2001,177(4):903-904.
- [3] Gluck BS,Cabrera J,Strauss B,et al.Amyloid deposition of the

breast[J].AJR Am J Roentgenol,2000,175(6):1590.

- [4] Athanasiou A,Vanel D,Tomasic G,et al.Primary breast amyloidosis[J].Eur J Radiol,2009,61:184-186.
- [5] Patel B,Torbiak C,Danyluk JM,et al.Primary amyloidosis of the breast presenting as nonpalpable microcalcifications:case report[J].Can Assoc Radiol J,2013,54:277-278.
- [6] Huerter ME,Hammadeh R,Zhou Q,et al.Primary amyloidosis of the breast presenting as a solitary nodule:case report and review of the literature[J].Ochsner J,2014,14(2):282-286.
- [7] 丁玉娟,肖葵,贡新泉.乳腺X线摄影在乳腺癌诊断中的应用[J].中外健康文摘,2013,(22):131.
- [8] Sabate JM,Clotet M,Torrubia S,et al.Localized amyloidosis of the breast associated with invasive lobular carcinoma[J].Br J Radiol,2008,81:e252-e254.
- [9] 张治国,吴文海,王倩楠,等.彩超与钼靶X线诊断乳腺癌的对照研究[J].中国医疗设备,2013,(12):124-125,131.

乳腺癌钙化在数字化全景乳腺摄影中的特征性分析

Characteristic Analysis of Breast Carcinoma Calcification in Full-Field Digital Mammography

李彬¹, 汤素琼¹, 黄华明²,
张景宇², 伊藤理江子³,
山田麻希³

1.湖北省孝感市中心医院 CT室, 湖北孝感 432000; 2.北京大学医学部基础医学院, 北京 100191; 3.日本国山口大学医学部附属医院 医学影像中心

LI Bin¹, TANG Su-qiong¹,
HUANG Hua-ming²,
ZHANG Jing-yu²,
YI TENG Li-jiangzi³,
SHAN TIAN Ma-xi³

1.CT Room, Xiaogan Central Hospital, Xiaogan Hubei 432000, China; 2.School of Basic Medical Sciences, Peking University, Beijing 100191, China; 3.Medical Imaging Center, Yamaguchi University Hospital, Japan

[摘要] 目的 探讨乳腺癌钙化在数字化全景乳腺摄影中的特征, 以提高乳腺癌的诊断水平。方法 回顾性分析2012年8月~2014年9月于我院经手术病理证实的46例乳腺导管癌患者的临床资料及乳腺全景X线摄影资料。结果 病理结果证实, 46例乳腺导管癌患者中, 8例为钙化性导管癌; 38例为浸润性导管癌, 其中一级浸润性导管癌12例, 二级浸润性导管癌15例, 三级浸润性导管癌11例。乳腺全景X线摄影显示, 46例患者的乳腺均具有散在分布的微小钙化。将全景X线摄影征象(钙化形态、钙化总数、单位面积钙化数, 合并肿块、腋窝淋巴结肿大、淋巴结转移情况)与病理结果进行对比, 结果发现, 不同病理分级间单位面积钙化数和淋巴结转移情况有显著差异($P<0.05$), 其他指标均无显著差异。结论 全景数字化乳腺X线摄影可显示乳腺癌的微小钙化, 为乳腺癌的早期诊断提供依据。

[关键词] 乳腺癌; 数字化全景X线乳腺摄影; 钙化; 特征性分析

Abstract: Objective To investigate the characteristic of breast carcinoma calcification in full-field digital mammography so as to promote diagnosis of breast carcinomas. **Methods** Retrospective analysis of clinical materials and full-field digital mammographs was made on 46 breast ductal carcinoma patients who have been confirmed by surgical pathology in the hospital from August 2012 to September 2014. **Results** According to the pathological results, there were 8 cases of ductal carcinoma in situ and 38 cases of infiltrating ductal carcinomas (8 cases in stage I; 15 in Stage II; 11 in Stage III) among 46 breast ductal carcinoma patients. The full-field digital mammographs revealed scattered microcalcification in all the 46 patients. Through comparison of the abnormalities in mammographs and the pathological results, it can be found that the calcification per unit area and lymph node transfer were statistically significant difference ($P<0.05$) in different pathological stages; other indicators had no statistically significant difference. **Conclusion** The full-field digital mammography can make microcalcification revealed and provide a basis for the early diagnosis of breast carcinomas.

Key words: breast cancer; full-field digital mammography; calcification; characteristic analysis

[中图分类号] R737.9; R814.4 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.016

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0063-02

乳腺恶性肿瘤是严重威胁女性健康的恶性肿瘤之一, 其散在钙化是乳腺癌的重要X线影像学表现^[1-2]。由于乳腺导管癌具有多发性, 本实验选取46例乳腺导管癌患者作为研究对象, 采用数字化全景X线乳腺摄影对其进行检查, 旨在发现乳腺微小钙化的特异性表现, 从而提高对乳腺癌的诊断水平。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收稿日期: 2014-10-05

通讯作者: 汤素琼, 主管护师。

通讯作者邮箱: hubeixiaogan@126.com

修回日期: 2014-12-26

选择2012年8月~2014年9月于我院经手术病理证实的46例乳腺导管癌患者。其中18例患者合并肿块, 21例患者腋窝下可触及肿大淋巴结, 8例患者乳头分泌脓性液体。所有患者均为女性, 年龄为28~58岁, 平均41岁。所有患者术前均行乳腺全景X线摄影检查。

1.2 仪器与方法

采用GE Senographe 2000D PT全数字化平板乳腺机, 所有病例均常规拍摄头尾位(CC)、内外斜位(MLO)、侧位^[3], 并在常规摄影显示出可疑病变时, 加摄局部加压放大摄影。

1.3 乳腺全景X线摄影检查指标

根据钙化形状是否一致分为两组：①钙化形状一致；②钙化形状不一致。根据钙化总数分为两组：① $5 <$ 钙化总数 < 20 ；②钙化总数 ≥ 20 。根据每 cm^2 的钙化数分为两组：① $5 <$ 每 cm^2 的钙化数 < 15 ；②每 cm^2 的钙化数 ≥ 15 。检查指标还包括腋窝淋巴结是否肿大，有无淋巴转移。

1.4 乳腺导管癌的分类

根据世界卫生组织乳腺导管癌的组织学分类，可将乳腺导管癌分为4个级别：乳腺导管原位癌、一级浸润性导管癌、二级浸润性导管癌、三级浸润性导管癌^[4]。分析46例患者的病理分级及影像学特征。

1.5 统计学处理

采用SPSS 18.0统计软件进行分析，组间各检查指标的比较采用 χ^2 检验和Fisher精确概率法检验，以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

经手术病理证实，46例乳腺癌患者中，8例为导管原位癌，38例为浸润性导管癌，其中一级浸润性导管癌12例，二级浸润性导管癌15例，三级浸润性导管癌11例。乳腺癌患者的X线检查结果，见图1~2。

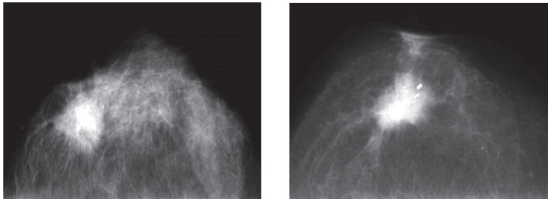


图1 导管原位癌患者的X线图像

注：a.头尾轴位，示左乳内象上限有一结节状、略呈分叶的不规则肿块影，其边缘毛糙模糊不清，可见小毛刺，其内可见少许点状、小杆状钙化圈；b.内外斜位，示左乳局部皮肤收缩，左乳上部肿块影，其边缘毛糙，其内可见少许点状钙化。病变大小约 $2.08 \text{ cm} \times 1.63 \text{ cm}$ 。

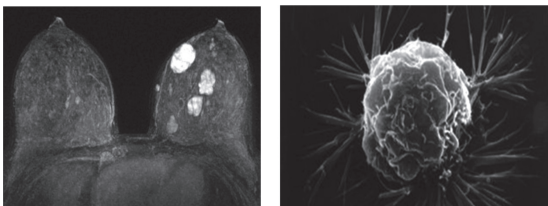


图2 三级浸润性导管癌患者的X线图像

注：a.头尾轴位，示右乳外下象限局部密度增高，呈片块状，其边缘不清，周围可见多发小毛刺，其内有细小散在钙化灶；b.乳腺全景病变三维软件显示，肿块形态不规则，周围分布着长短不一的小毛刺状改变，其边缘模糊不清。

46例乳腺导管癌患者的病理分级与影像学征象对照结果，见表1。由表1可知，不同病理分级间单位面积钙化数和淋巴结转移情况有显著差异($P < 0.05$)，其他指标均无显著差异。

表1 46例乳腺导管癌患者的病理分级与影像学征象对照结果

观察指标	例数	病理分级				P值
		原位癌	I级	II级	III级	
钙化形态						
形态一致	24	4	7	6	7	
形态不一致	22	4	5	9	4	0.641
钙化总数						
5~20个	17	3	4	4	6	
≥ 20 个	29	5	8	11	5	0.535
单位面积钙化数						
5~15个	16	6	5	2	3	
≥ 15 个	30	2	7	13	8	0.024
合并肿块						
有	18	2	6	5	5	
无	28	6	6	10	6	0.639
腋窝淋巴结肿大						
有	21	1	7	7	6	
无	25	7	5	8	5	0.157
淋巴结转移						
有	28	1	8	10	9	
无	18	7	4	5	2	0.013

3 讨论

目前乳腺癌的发病率占全身各种恶性肿瘤的10%~15%，其中乳腺导管癌占乳腺癌的75%~85%。乳腺癌主要的临床表现为乳房出现可触及的肿块、橘皮样皮肤改变或乳头溢液等，且钙化和肿块是乳腺癌的主要X线表现^[5]。近年来，数字乳腺摄影被广泛地应用于临床实践中，是一种有效的乳腺癌筛查手段。利用数字乳腺摄影分析乳腺钙化征象，对乳腺癌的早期诊断和预后判断具有重要作用^[6]。

已有研究表明，通过研究乳腺微小钙化的影像学特点，可初步对乳腺良恶性病变进行鉴别诊断并对恶性肿瘤的病理进行分类^[7]。本研究选取46例乳腺导管癌患者为研究对象，包括8例导管原位癌和38例浸润性导管癌，其中一级浸润性导管癌12例，二级浸润性导管癌15例，三级浸润性导管癌11例。结果表明，46例患者的乳腺均具有散在分布的微小钙化，将全景X线摄影征象（钙化形态、钙化总数、单位面积钙化数，合并肿块、腋窝淋巴结肿大、淋巴结转移情况）与病理结果进行对比，结果发现，不同病理分级间单位面积钙化数和淋巴结转移情况有显著差异($P < 0.05$)，其他指标均无显著差异。说明钙化密集程度越高，单位面积的钙化数量越多，肿瘤的恶性程度越高，且有淋巴结转移的乳腺癌其病理分级高。

本研究中有1例乳腺导管原位癌，X线显示其钙化呈簇状分布，钙化形状基本相同，钙化总数 > 20 个，单位面积钙化数 > 15 个，通过推测有可能是病灶的早期改变。临床有文献显示^[8]，乳腺癌钙化多为恶性上皮细胞分泌，而不是细胞破碎碎片和坏死组织的钙化所致。随着肿瘤的生长，钙化总数会明显增多，其分布范围也会增加，其中以“蠕虫样”钙化或“薄线状”钙化为主的病变恶性程度较高。有研究^[9]表明，“蠕虫样”钙化改变的乳腺癌患者其生存率比非“蠕虫样”钙化改变患者的生存率低。在临床工作实

下转第62页

心脏磁共振新技术在缺血性心脏病中的临床应用进展（下）

Clinical Application Progress of New Cardiac Magnetic Resonance Technologies in Ischemic Heart Diseases

刘明熙^{1, 2}, 张挽时², 张子衡³,
周振宇³, 孟利民², 刘洁^{1, 2},
龚万洋²

1.第四军医大学西京医院 放射科,
陕西 西安 710032; 2.中国人民解放军
空军总医院 CT-MR科室, 北京
100142; 3.GE Health中国北京分公司,
北京 100176

LIU Ming-xi^{1,2},
ZHANG Wan-shi²,
ZHANG Zi-heng³,
ZHOU Zhen-yu³,
MENG Li-min², LIU Jie^{1,2},
GONG Wan-feng²

1.Department of Radiology, Xijing
Hospital The Fourth Military Medical
University, Xi'an Shaanxi 710032, China;
2.Department of CT-MR, Air Force
General Hospital of PLA, Beijing 100142,
China; 3.Beijing Branch of GE Healthcare
China, Beijing 100176, China

[摘要] 本文介绍了多b值弥散加权成像及T1、T2、T2*mapping技术在缺血性心脏病诊断中的临床应用进展, 并讨论了这些新技术的优势和不足。

[关键词] 心脏磁共振; 多b值弥散加权技术; T2 mapping技术; T2* mapping技术; 缺血性心脏病

Abstract: This paper introduces the clinical application progress of multi-b-value diffusion weighted imaging as well as T1, T2 and T2* mapping techniques in the diagnosis of ischemic heart diseases. The advantages and shortcomings of the new techniques are also discussed.

Key words: cardiac magnetic resonance; multi-b-value diffusion weighted imaging; T2 mapping technology; T2* mapping technology; ischemic heart diseases

[中图分类号] R445.2 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.017

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0065-04

(上接本刊2015年1月刊第67页)

3 T2 mapping技术

缺血性心脏病患者心肌梗死、梗死后缺血再灌注等可能会引起心肌水肿, 从而导致心肌横向弛豫时间 T2 发生改变。目前, 主要应用 T2WI 黑血序列来探测心肌水肿。心肌细胞内水分的增加, 水分子从细胞外进入细胞内, 以及水分子由结合水变为自由水, 都可引起 T2 弛豫时间的延长, 从而在 T2WI 黑血序列上呈高信号^[30-32]。此方法对心肌水肿的定性诊断具有较高的准确性, 并可计算水肿范围, 但

仍具有以下不足: ①无法定量测定 T2 值, 因此无法了解心肌水肿的严重程度; ②心内膜下和心尖部的血流速度较慢, 而 T2WI 黑血序列不能将这些区域的血池高信号完全抑制, 因此这些区域可能会出现高信号伪影进而影响诊断; ③线圈表面信号强度的变化也可对图像产生影响; ④易出现心脏搏动伪影和呼吸运动伪影^[33-35]。

而近年来出现的 T2 mapping 技术能较好地弥补以上不足。T2 mapping 技术以 T2WI 黑血序列为基础, 不仅具有 T2WI 序列的优点, 还可定量测定心肌组织的 T2 值。它采用多回波快速自旋回波序列 (Multi-Echo Fast Spin Echo), 一般在 4 个不同亚回波链长度的回波下进行图像采集, 在这连续的 4 幅图像中, 保持重复时间 (Repetition Time,

收稿日期: 2014-11-03

通讯作者: 张挽时, 主任医师、教授、硕士生导师, 专业技术三级, 空军级专家。

通讯作者邮箱: cjr.zhangwanshi@vip.163.com

TR)不变,回波时间TE(Echo Time)不同,将采集的图像进行后处理生成伪彩图,然后选择适宜的感兴趣区,测量T2值。在此过程中,每个图像有效回波链长度的减小和整体扫描时间的延长都与回波数目相关。匀场的应用对T2 mapping技术有一定的影响,可有效提高图像质量。但有研究表明^[36],无论是3.0T的容积匀场还是image-based(1B)匀场,健康志愿者各心肌节段的平均T2值无统计学差别。图像采集过程中同样需要连接好心电门控,并使患者在检查前做好呼吸训练。

心肌水肿区的判断对于急性心肌梗死存活心肌的评估非常重要,关系到治疗策略的选择和预后情况的评估。Wassmuth R等^[37]对健康志愿者和心肌水肿患者进行研究,结果发现,利用T2 mapping技术可有效鉴别正常心肌和水肿心肌。此外,有些健康志愿者的心肌T2值有所增加,可能是部分容积效应和运动伪影等原因造成。而在Naßenstein K等^[38]的研究中,以心脏电影和LGE结果为参照,证实了在探测梗死区心肌水肿方面,T2 mapping技术较T2WI黑血序列具有更高的灵敏度和特异度,且其与心脏电影及LGE结果的一致性和准确度较T2WI黑血序列更高。

国内外多项研究致力于探索梗死心肌的T2值特点。Park CH等^[39]对20名急性心肌梗死再灌注治疗后的患者进行T2 mapping扫描,分别测量心肌梗死区和远隔正常心肌组织的T2值。根据T2WI序列上梗死心肌的信号特点,将患者分为3组,分别测量3组患者梗死心肌的T2值。以7名健康志愿者的心肌T2值作为参考,健康志愿者与急性心梗患者的远隔正常心肌组织的平均心肌信号强度值和T2值均无差别;梗死区的平均信号强度高于远隔正常心肌,且随着梗死区高信号程度的减低,T2值也随之减低。Verhaert D等^[35]将梗死核心的T2值纳入研究,结果发现梗死区的T2值高于远隔正常心肌组织的T2值。T2 mapping技术的应用可使屏气不足、心律失常、T2WI图像显示欠佳的患者得到较高质量的扫描图像,更好地显示心肌的急性缺血性损伤。

最近有研究表明,心肌T2值的增加不仅仅出现在急性心肌梗死中,也可出现在短暂性缺血性改变中。据报道^[40-42],T2高信号可以在肌钙蛋白升高及LGE出现高信号前反映心肌的缺血性损伤。此发现对临床早期干预和治疗心肌损伤的危险区域具有重要意义,可减少心肌细胞坏死纤维化的发生。T2 mapping技术还可应用于非缺血性心脏病的检查中,可无创地检查心脏移植后的心肌水肿和可能发生的炎症反应^[43-44]。

目前,T2 mapping技术具有一定的易变性,其临床应用价值及扫描和后处理过程中可能出现的问题仍有待研究。虽然临床应用经验受限,但与常规的T2WI黑血序列相比,其定量优势和高敏感性已经在多项研究中得到了证实。总

而言之,T2 mapping技术在评价急性心肌梗死及再灌注后引起的心肌水肿、危险区域和炎症反应等方面具备良好的临床应用价值。

4 T2* mapping技术

T2*加权成像是利用横向磁化矢量受内部或外部磁场不均匀引起的信号衰减而成像的技术。T2* mapping技术是在小翻转角快速梯度回波成像的基础上,采用连续多个正反梯度产生多个回波,生成不同TE时间的图像,并根据上述多组图像计算出T2*值,然后加入伪彩以清晰地显示T2*值。

T2* mapping技术对于矿物质沉积较为敏感,尤其是铁沉积、铁蛋白及含铁大分子物质的顺磁性作用可使T2*值缩短,R2*值升高。T2* mapping技术具有无创、重复性好、精确度高等特点,在检测钙、铁等矿物质沉积对各器官造成的损伤方面优于血清铁、铁蛋白检测等实验室检查。T2* mapping技术已在临床上应用于心肌异常铁沉积的检查中,如需长期输血及需使用铁螯合剂的地中海贫血和血友病等。血红蛋白及肌红蛋白中的血红素含铁丰富,因此T2* mapping技术可定量检测心肌组织的出血性病损。因氧合血红蛋白和去氧血红蛋白在磁共振图像中的表现不同,去氧血红蛋白可使血液的T2*值降低,因此,T2* mapping技术还可检测基于血氧依赖作用(Blood Oxygen Level Dependent, BOLD)的心肌氧化^[45]。

5 T1、T2、T2* mapping技术联合应用

有学者^[46]利用T2WI序列、CINE电影序列、T1和T2 mapping技术对心肌损伤危险区域进行评估,并与单光子发射计算机断层显像(Single Photon Emission Computed Tomography, SPECT)的结果进行比较。结果显示,T2 mapping技术和SPECT技术对心肌危险区域的探测有较好的一致性,T2阈值约为62.5 ms;且T2WI黑血压脂序列和T1 mapping技术具有类似的相关性。研究还发现,T2 mapping技术可探测心肌危险区域,LGE可评估心肌纤维化瘢痕,其联合应用对急性心肌梗死的评价具有重要作用。Ugander M等^[47]对心肌梗死动物模型行T1和T2 mapping扫描,然后根据病理结果确定梗死心肌区域、心肌损伤危险区域和正常心肌范围。结果发现,心肌损伤危险区域的T1和T2值均比正常心肌组织高。

T2和T2* mapping技术常用来联合评价心肌梗死后的心肌损伤,如水肿、出血和微循环损伤等。Lourens Robbers等^[48]通过研究发现,缺血再灌注的急性心肌梗死患者的心肌梗死核心出现微循环损伤时拥有更短的T1值和T2*值。在有微循环损伤和无微循环损伤的梗死周边区域T2*值无

差别,但前者的T1值较高。两者的远隔正常心肌组织T1值无差别,T1值与左室射血分数及梗死范围相关性不大。Ghugre NR等^[49]通过心肌梗死动物模型,研究心肌梗死随时间发展的心肌损伤机制,分别在第2 d、第1、2、4和6周对其进行CMR检查。利用T2和T2* mapping技术分别定量测定心肌水肿和出血,并以LGE延迟强化区和微循环损伤区为标准划定感兴趣区。研究发现,心肌炎性反应可导致T2值的波动。但在第2 d时,T2序列上高信号的水肿和低信号的出血,可相互影响甚至抵消。但T2* mapping序列可在水肿存在的情况下准确显示出出血和铁钙等矿物质的沉积。

Zia MI等^[50]对缺血再灌注介入治疗后的患者分别于48 h、3周和6月后行1.5T CMR扫描,并采用T2和T2* mapping技术评价心肌水肿和出血,分别测量梗死区域和正常心肌区域的T2和T2*值。结果发现,治疗48 h后,梗死区域的T2值为56.7 ms,高于正常心肌组织的43.4 ms;第3周时,梗死区域的T2值为51.8 ms,仍高于正常心肌组织的39.5 ms;6个月时两者的T2值无统计学差异。此外,48 h后正常心肌组织的T2值高于第3周。而48 h后梗死区域的T2*值低于正常心肌组织;3周时和6个月后,梗死区域的T2*值已无统计学差异。此项研究证实,出血较水肿消散的稍快。另外Hammer-Hansen S等^[51]的动物实验证实,在缺血再灌注后的48 h内,心肌水肿的T2值增加较明显,随着时间的延长,T2值的增加较缓慢。

但是,仍有学者质疑T1、T2 mapping技术的临床价值,指出定量的T1、T2 mapping技术是否对临床诊断有帮助还需要进一步研究。Florian von Knobelsdorff等^[52]对急性心肌梗死患者行T2WI黑血序列、T1 mapping、T2 mapping及LGE扫描,结果发现增强后T1 mapping变化区域和LGE的梗死区域具有良好的一致性,而增强前T1 mapping检测急性心肌梗死心肌损伤的灵敏度虽与T2WI黑血序列相近,但特异性较差。T2WI黑血序列在定性检测急性心肌梗死心肌损伤上优于T2 mapping技术。因此得出T1、T2 mapping技术在定性评价急性慢性心肌梗死心肌损伤上并不比T2WI序列结合LGE优越。

定量的T1、T2和T2* mapping技术联合应用具有可行性和临床应用价值,可从影像学角度探讨心肌损伤的组织学机制和组织重建的过程。但目前较少有将这些定量的mapping技术与多b值DWI序列联合应用的报道。


6 总结

理想的CMR影像诊断应联合多种先进技术,克服单独使用每一种技术的局限性,提高诊断的准确性和敏感性,为临床危险分级、治疗策略的选择及预后评估提供可靠的依据。目前新兴的T1、T2、T2* mapping及DWI技术具有

良好的临床应用前景,在不使用造影剂的前提下可发现早期心肌损伤,但其诊断效能以及究竟能为临床提供何种程度的帮助,仍需要大规模多中心的临床试验研究和随访观察。另外,CMR 3D HEART冠状动脉扫描也已逐渐应用于临床。在未来缺血性心脏病的检查中,CMR“一站式”检查有望发展为确证性手段,其他有创伤、有辐射危害的技术的应用将逐渐减少。

[参考文献]

- [30] Reimer KA, Jennings RB. The changing anatomic reference base of evolving myocardial infarction. Underestimation of myocardial collateral blood flow and overestimation of experimental anatomic infarct size due to tissue edema, hemorrhage and acute inflammation[J]. *Circulation*, 1979, 60(4): 866-876.
- [31] Abdel-Aty H, Simonetti O, Friedrich M. T2-weighted cardiovascular magnetic resonance imaging[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2007, 26(3): 452-459.
- [32] Friedrich MG. Myocardial edema—a new clinical entity?[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2010, 7(5): 292-296.
- [33] Arai AE. Using magnetic resonance imaging to characterize recent myocardial injury: utility in acute coronary syndrome and other clinical scenarios[J]. *Circulation*, 2008, 118(8): 795-796.
- [34] Pennell D. Myocardial salvage: retrospective, resolution, and radio waves[J]. *Circulation*, 2006, 113(15): 1821-1823.
- [35] Verhaert D, Thavendiranathan P, Giri S, et al. Direct T2 Quantification of Myocardial Edema in Acute Ischemic Injury[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2011, 4(3): 269-278.
- [36] Zaman A, Higgins DM, Motwani M, et al. Robust myocardial T2 and T2* mapping at 3T using image-based shimming[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2014.
- [37] Wassmuth R, Prothmann M, Utz W, et al. Variability and homogeneity of cardiovascular magnetic resonance myocardial T2-mapping in volunteers compared to patients with edema[J]. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2013, 15: 27.
- [38] Naßenstein K, Nensa F, Schlosser T, et al. Cardiac MRI: T2-Mapping Versus T2-Weighted Dark-Blood TSE Imaging for Myocardial Edema Visualization in Acute Myocardial Infarction[J]. *Rofo*, 2014, 186(2): 166-172.
- [39] Park CH, Choi EY, Kwon HM, et al. Quantitative T2 mapping for detecting myocardial edema after reperfusion of myocardial infarction: validation and comparison with T2-weighted images[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2013, 29: 65-72.
- [40] Abdel-Aty H, Cocker M, Meek C, et al. Edema as a very early marker for acute myocardial ischemia: a cardiovascular magnetic resonance study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 53(14): 1194-1201.

- [41] Aletras AH, Tilak GS, Natanzon A, et al. Retrospective determination of the area at risk for reperfused acute myocardial infarction with T2-weighted cardiac magnetic resonance imaging: histopathological and displacement encoding with stimulated echoes (DENSE) functional validations[J]. *Circulation*, 2006, 113(15):1865-1870.
- [42] Friedrich MG, Abdel-Aty H, Taylor A, et al. The salvaged area at risk in reperfused acute myocardial infarction as visualized by cardiovascular magnetic resonance[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2008, 51(16):1581-1587.
- [43] Usman AA, Taimen K, Wasielewski M, et al. Cardiac magnetic resonance T2 mapping in the monitoring and follow-up of acute cardiac transplant rejection: a pilot study[J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2012, 5(6):782-790.
- [44] Thavendiranathan P, Walls M, Giri S, et al. Improved detection of myocardial involvement in acute inflammatory cardiomyopathies using T2 mapping[J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2012, 5(1):102-110.
- [45] Salerno M, Kramer CM. Advances in parametric mapping with CMR imaging[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2013, 6(7):806-822.
- [46] Langhans B, Nadjiri J, Jähnichen C, et al. Reproducibility of area at risk assessment in acute myocardial infarction by T1- and T2-mapping sequences in cardiac magnetic resonance imaging in comparison to Tc99m-Sestamibi SPECT[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2014, 30(7):1357-1363.
- [47] Ugander M, Bagi PS, Oki AJ, et al. Myocardial edema as detected by pre-contrast T1 and T2 MRI delineates area at risk associated with acute myocardial infarction[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2012, 5(6):596-603.
- [48] Lourens Robbers, Paul F Teunissen, Robin Nijveldt, et al. The influence of microvascular injury on T1 and T2* relaxation times after acute myocardial infarction[J]. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, 2014, 16(Suppl 1):P211.
- [49] Ghugre NR, Ramanan V, Pop M, et al. Quantitative tracking of edema, hemorrhage, and microvascular obstruction in subacute myocardial infarction in a porcine model by MRI[J]. *Magn Reson Med*, 2011, 66(4):1129-1141.
- [50] Zia MI, Ghugre NR, Connelly KA, et al. Characterizing Myocardial Edema and Hemorrhage Using Quantitative T2 and T2* Mapping at Multiple Time Intervals Post ST-Segment Elevation Myocardial Infarction[J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2012, 5(5):566-572.
- [51] Hammer-Hansen S, Ugander M, Hsu LY, et al. Distinction of salvaged and infarcted myocardium within the ischaemic area-at-risk with T2 mapping[J]. *Eur Heart Cardiovasc Imaging*, 2014, 15(9):1048-1053.
- [52] Florian von Knobelsdorff, Marcel Prothmann, Matthias A Dieringer, et al. Differentiation of acute and chronic myocardial infarction using T2-weighted imaging, late enhancement and T1 and T2 mapping—a pilot study at 3T[J]. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, 2014, 16(Suppl 1):222. 

基金项目支持声明

发表于本刊 2015 年第 1 期 37-39 页研究论著栏目的稿件“光纤耦合与透镜耦合的光传输效率比较”一文有基金项目与支持，基金名称为：国家科技支撑计划课题（2012BAF14B06），特此声明。

放疗新技术的研究进展

Advances in Research on New Radiotherapy Techniques

王冬, 田金, 许锋

北京大学第三医院 医学工程处, 北京
100191

WANG Dong, TIAN Jin, XU Feng

Department of Medical Engineering,
Peking University Third Hospital,
Beijing 100191, China

[摘要] 本文讨论了新技术在放疗领域中应用的必要性和实现方式, 重点分析了四维CT、超声图像引导、呼吸门控技术、六维运动控制系统等新技术的特点及临床应用进展。

[关键词] 放射治疗; 四维CT; 超声引导; 呼吸门控; 六维运动

Abstract: This paper discussed the necessity and implementation methods of applying new techniques in the field of radiotherapy. Moreover, it focused on analyzing the characteristics of new techniques and their advances in clinical application, including four-dimensional CT, ultrasound guidance, respiratory gating radiotherapy and the six-dimensional motion control system.

Key words: radiotherapy; four-dimensional computerized tomography; ultrasound guidance; respiration-gated radiotherapy; six-dimensional motion

[中图分类号] R815 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.018

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0069-03

0 前言

放射治疗是一种被广泛认可的肿瘤治疗方法, 它使用高能适形 X 线或电子束, 对特定靶位的肿瘤进行照射, 从而达到治疗疾病的目的。近年来, 放疗技术经历了立体定向放疗 (Stereotactic Radiotherapy, SRT)、三维适形放疗 (Three-dimensional Conformal Radiotherapy, 3D-CRT)、调强放疗 (Intensity Modulated Radiotherapy, IMRT)、图像引导放疗 (Image-guided Radiotherapy, IGRT) 等重要的发展阶段。应用上述技术可产生高度适合靶区形状的剂量分布, 减少正常组织的受照体积, 提高对肿瘤的局部控制率, 降低正常组织并发症的发生率, 因此精确放疗是取得理想治疗效果的重要保障^[1-2]。在进行放疗的过程中, 放疗靶区的确定十分重要, 本文介绍了几种新技术, 旨在为提高肿瘤的局部控制率, 保证患者放疗的安全性和有效性提供参考。

1 新技术应用的必要性

患者分次放疗过程中, 待照射部位的位置和形状会发生变化, 使靶区形状及其与周围正常组织的位置关系也发生变化, 因此会对治疗的准确性产生影响, 引起这些变化的原因主要有以下 3 种。

1.1 分次治疗的摆位误差

摆位的目的在于重复并固定模拟定位时的体位, 并加

以固定, 以达到重复计划设计时确定的靶区、危及器官和照射野的空间位置关系, 保证射线束对准靶区照射的目的。摆位误差主要来源有: ① 摆位所依据的光距尺和激光灯有 1 mm 左右的定位误差; ② 固定装置因重复使用、材料韧性等因素而具有不可靠性; ③ 治疗床和模拟定位床的差别、体表标记线的宽度和清晰程度等因素均会影响摆位的准确度; ④ 技术员的操作不当也会产生摆位误差。

1.2 分次治疗间的靶区位移和形变

消化系统和泌尿系统器官的充盈程度会显著影响靶区位置, 如膀胱充盈程度会改变前列腺癌靶区的位置。随着治疗的进行, 肿瘤体积、患者体重或皮肤松弛程度的变化, 也会改变靶区和体表标记的相对位置。

1.3 同一次治疗中的靶区运动

人体每个局部都有非自主运动的能力, 治疗过程中细微的运动可造成靶区位置不准确。呼吸会影响胸腹部器官的位置和形状, 使其随呼吸频率做周期性运动。心脏跳动也有类似的呼吸作用, 只是影响范围更小、程度更轻。另外, 胃肠蠕动和血管跳动也会带动紧邻的靶区^[3]。

随着技术和设备的不断发展, 包括四维 CT、超声图像引导、呼吸门控技术等在内的放疗新技术应运而生, 以期提高放疗靶区设计的精确性。

2 新技术的实现方式

传统的靶区确定方法: 根据临床统计数据在肿瘤区

收稿日期: 2014-07-03

修回日期: 2014-07-22

通讯作者: 许锋, 研究员, 北京大学第三医院医学工程处处长。

通讯作者邮箱: xusteven@tom.com

(Gross Target Volume, GTV) 的基础上外放, 形成临床靶区 (Clinical Target Volume, CTV); 同时考虑到患者运动及误差等因素, 进一步外放最终形成计划靶区 (Planning Target Volume, PTV)。此方法在照射肿瘤的同时, 使得患者正常组织和器官也被照射, 增加了并发症的发生率, 降低了疗效和治疗后的生存质量。为解决上述问题, 多种新技术应运而生, 其中包括四维 CT、超声图像引导、呼吸门控技术和六维运动控制系统等。

2.1 四维CT

四维 CT (Four-dimensional Computed Tomography, 4D-CT) 是在传统螺旋 CT 的基础上加入了时间变量, 在一个呼吸周期或其他运动周期的每个时相 (一般划分为 4 ~ 12 个时相) 采集一组三维图像, 所有时相的三维图像构成一个时间序列, 即四维图像^[4]。由于 4D-CT 图像数据量大、处理时间长, Wolthaus 等^[5] 提出了通气中位 (Mid-ventilation) 的概念, 它代表肿瘤在整个呼吸周期的平均位置。该研究通过对 15 例肺癌患者进行 4D-CT 扫描, 采用两种方法构建通气中位: ① 根据肿瘤在头脚、左右及前后 3 个方向上运动的三维数据, 得出肿瘤的平均位置; ② 根据横隔的运动轨迹, 计算出肿瘤的平均位置。结果表明, 两种方法的准确性均很好, 采用通气中位 CT 制定治疗计划与普通定位 CT 相比, 可减少肿瘤的外放边界, 从而减少受照体积。随着计算速度的提高及图像算法的优化, 四维 CT 将得到更广泛的应用。

2.2 超声图像引导

超声成像具有无创、无电离辐射、操作简便等优点。其成像原理是基于不同器官和组织声阻抗和衰减特性的差异。有研究表明, 对于典型的生物组织, 当超声传导速度约为 1500 mm/s, 超声探头频率 > 2 MHz 时, 图像空间分辨率 < 0.5 mm^[6]。同时, 超声探头尺寸较小, 可在加速器治疗区域内使用, 因此在腹部和前列腺肿瘤的动态跟踪研究中表现出优异的应用前景^[7]。超声图像引导系统在探头手柄上加装反光片, 利用红外线追踪技术实现定位, 其硬件 (图 1) 包括: 加装反光片的探头、红外追踪发射接收器、QA 模体。应用前需定标, 通过红外线追踪 QA 模体表面的反光点, 建立三维坐标系; 然后利用探头扫描 QA 模体, 扫到标准图像时利用红外追踪确定探头上反光点的位置, 通过计算建立探头角度体系, 得到标准图像, 见图 1 (d)。超声图像引导系统可对软组织、乳腺、前列腺等部位的肿瘤进行定位, 预计核素功能成像、磁共振成像也将应用于放疗图像引导领域。

2.3 呼吸门控技术

呼吸运动不但会使肺部的靶组织产生位移, 而且还会波及上腹部脏器, 也就是说肺部、胰腺、肝脏和其他胸腹部的肿瘤, 均可随呼吸运动产生位移。为解决因呼吸导致的肿瘤位置改变的问题, 早期采用屏气技术和腹部压缩的方法, 以减小肿瘤的运动幅度。屏气技术主要包括深吸气屏气 (Deep

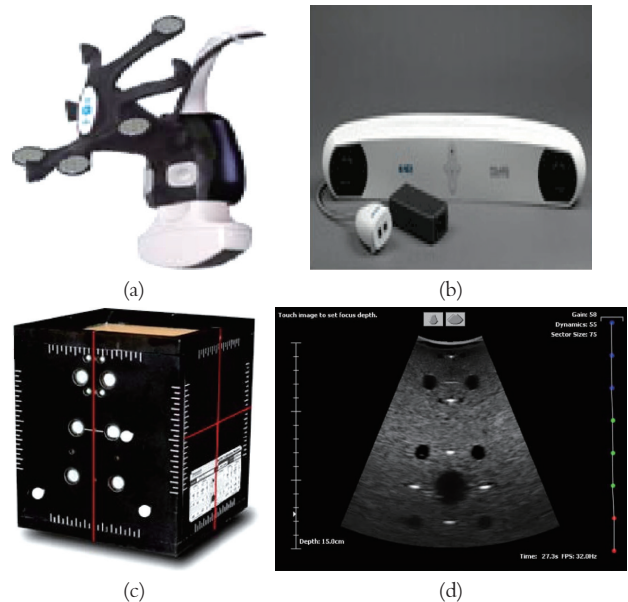


图1 超声图像引导系统

注: (a) 加装反光片的探头; (b) 红外追踪发射接收器; (c) QA模体; (d) 标准图像。

Inspiration Breath-hold, DIBH) 技术和主动呼吸控制 (Active Breathing Control, ABC) 技术。DIBH 技术需要患者主动配合并进行深吸、屏气的呼吸训练, 在屏气时进行放射治疗^[8]。ABC 技术利用呼吸面罩控制患者呼吸, 当肺容积超过某个特定阈值时进行放疗^[9]。国内外的临床试验结果证明, 这两种技术的应用可使肿瘤位置的重复性显著提高^[10-13]。但 Mageras 等^[14] 的临床试验证明, 有一半的患者不能应用 DIBH 技术, 其只适用于肺功能正常且能配合的患者; 而 ABC 技术的缺点是干扰患者正常的呼吸模式, 患者耐受性差, 故在临床使用上有很大的局限性。

呼吸门控 (Respiration-Gated Radiotherapy, RGRT) 技术并没有减小肿瘤运动的范围, 而是通过监测呼吸运动使得射线束的放射周期与呼吸周期同步, 只在呼吸过程的某一特定时相内出束进行放疗。监测方式主要有激光监测法、金标法、压力监测法等。激光监测法是利用激光扫描体表或标记点, 通过分析反射光进而得到呼吸幅度; 金标法是在伴有肿瘤的脏器中植入金标, 利用射线追踪金标位置, 进而得到肿瘤的位置; 压力监测法在腹部放置压力传感器, 利用呼吸幅度与压力信号的关系, 通过分析压力信号进而得到呼吸幅度。各种方式的优缺点^[15-17], 见表 1。呼吸门控技术可通过精确靶区的勾画有效减小计划靶区照射体积, 降低正常组织受照射剂量和毒副反应。

表1 呼吸门控各方式的优缺点

	优点	缺点
激光监测法	无创、无电离辐射、全程实时监测。	对图像处理速度要求高, 设备复杂、价格昂贵。
金标法	准确性高。	有创、监测时有电离辐射。
压力监测法	设备简单、操作简便、无电离辐射。	准确性差。

2.4 六维运动控制系统

利用红外技术对定位架进行定位, 计算误差后调整六维床位置, 以实现减小误差的目的。六维床采用了直流无刷伺服电机技术, 其控制精度高、响应快、力矩稳定, 可实现6个维度的运动控制, 分别为X、Y、Z3个方向和相应的旋转方向, 运动精度可控制在 ± 0.2 mm, 最大旋转角度 3° 。床板采用质量轻、刚性好的碳纤维材料, 承重达到250 kg, 见图2。六维运动控制系统可为放射治疗提供更多的治疗角度, 使放疗的副作用显著减少。

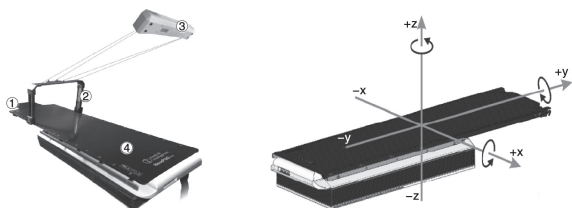


图2 六维运动控制系统

注: 1. 头板; 2. 参考定位架; 3. 追踪器; 4. 六维床

3 总结

随着新技术的不断发展, 人们采用多种技术手段实现了图像引导, 通过呼吸门控技术提高了准确度; 应用六维运动控制技术实现了高精度、多角度的机械控制。在上述技术的基础上配合动态多叶光栅, 并在安全范围内有效提高剂量率, 可产生高度适合靶区形状的剂量分布, 从而提高肿瘤的局部控制率, 降低正常组织并发症的发生率, 保证患者接受放射治疗的安全性和有效性。

[参考文献]

- [1] 周寿军, 肖世群, 崔智, 等. 动态放射治疗中的肿瘤实时跟踪技术[J]. 中国生物医学工程学报, 2008, 27(5): 773-781.
- [2] 石梅. 肿瘤放射治疗学新进展与发展设想[J]. 解放军医学杂志, 2010, 35(5): 481-484.
- [3] 戴建荣, 胡逸民. 图像引导放疗的实现方式[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2006, 15(2): 132-135.
- [4] 王素贞, 李建彬, 张英杰, 等. 四维CT测定非小细胞肺癌患者纵隔转移淋巴结的位移[J]. 中华肿瘤杂志, 2012, 34(9): 679-683.
- [5] Wolthaus JW, Schneider C, Snoke JJ, et al. Mid-ventilation CT scan construction from four-dimensional respiration-correlated

CT scans for radiotherapy planning of lung cancer patients[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2006, 65(5): 1560-1571.

- [6] 夏青, 徐淑华, 冷灵. 超声引导下125I粒子植入在胸壁转移癌治疗中的应用[J]. 中国医疗设备, 2013, (11): 120-121.
- [7] King AP, Blackall JM, Penney GP, et al. Tracking liver motion using 3-D ultrasound and a surface based statistical shape model[J]. IEEE MMBIA, 2001: 145-152.
- [8] Hanley J, Debois MM, Mah D, et al. Deep inspiration breath-hold technique for lung tumors: The potential value of target immobilization and reduced lung density in dose escalation[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1999, 45(3): 603-611.
- [9] Wong JW, Sharpe MB, Jaffray DA, et al. The use of active breathing control (ABC) to reduce margin for breathing motion[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1999, 44(4): 911-919.
- [10] Balter JM, Brock KK, Litzenberg DW, et al. Daily targeting of intra-hepatic tumors for radiotherapy[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2002, 52(1): 266-271.
- [11] Dawson LA, Brock KK, Kazanjian S, et al. The reproducibility of organ position using active breathing control (ABC) during liver radiotherapy[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2001, 51(5): 1410-1421.
- [12] 赵建东, 蒋国梁, 徐志勇, 等. 主动呼吸控制用于原发性肝癌放射治疗肝脏位置重复性的研究[J]. 中国癌症杂志, 2007, 17(5): 390-394.
- [13] Wunderink W, Romero AM, De Kruijf W, et al. Reduction of respiratory liver tumor motion by abdominal compression in stereotactic body frame, analyzed by tracking fiducial markers implanted in liver[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2008, 71(3): 907-915.
- [14] Mageras GS, Yorke E. Deep inspiration breath hold and respiratory gating strategies for reducing organ motion in radiation treatment[J]. Semin Radiat Oncol, 2004, 14(1): 65-75.
- [15] 徐慧军, 李玉, 张素静, 等. 射波刀治疗前植入与治疗中追踪的金标数量统计与评价[J]. 现代肿瘤医学, 2013, 21(9): 2097-2100.
- [16] John R, Adler, Federico Colombo, et al. Toward an Expanded View of Radiosurgery[J]. Neurosurgery, 2004, 55: 1374-1376.
- [17] Martin J, Murphy MJ. Tracking moving organs in real time[J]. Seminars in Radiation Oncology, 2004, 14(1): 91-100. C

现代传感器技术在Maquet SERVO-s呼吸机中的应用

Application of Modern Sensor Technologies in Maquet SERVO-s Ventilator

钱雷鸣, 查敏

杭州市红十字会医院 设备科, 浙江
杭州 310000

QIAN Lei-ming, ZHA Min

Department of Equipment, Hangzhou
Red Cross Hospital, Hangzhou Zhejiang
310000, China

[摘要] 本文介绍了Maquet SERVO-s呼吸机中用于监测气体压力、流量和氧浓度的各个传感器的结构及工作原理,并分析了这些传感器的作用,以帮助相关人员更科学地使用呼吸机,判断其出现故障的原因并解决故障。

[关键词] 呼吸机传感器; 压力传感器; 流量传感器; 氧电池

Abstract: This paper introduced the structure, work principle and function of each sensor that monitored gas pressure, gas flow and oxygen concentration in Maquet SERVO-s ventilator, which was helpful for clinical staff and maintenance engineers to use and troubleshoot the equipment in a scientific way.

Key words: ventilator sensor; pressure sensor; flow sensor; oxygen battery

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.019

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0072-03

传感器技术是现代科技研究的热点之一,已经发展成一门技术学科,是工业自动化控制及制造业自动化和信息化的支柱。传感器处于研究对象与测控系统的接口位置,是感知、获取与检测信息的窗口。呼吸机作为一种急救类生命支持设备,在急救、麻醉、重症监护室和呼吸治疗领域中起着至关重要的作用^[1]。呼吸机需要按照临床医生相关指令向患者输送混合气体,并将患者呼出的气体排出,在这个过程中,传感器将感知并监测流量、压力、氧浓度等参数,从而控制、反馈和监测呼吸机的各项参数^[2]。呼吸状况监测的准确度取决于流量、压力传感器的灵敏度和精确度^[3]。本文结合我院数量最多的Maquet SERVO-s呼吸机,介绍了呼吸机中各个传感器的工作原理及其在呼吸机中的独特作用。

1 流量传感器

流量传感器作为呼吸机气路系统的重要部件,负责将吸入和呼出的气体流量转换为电信号,然后传送到信号处

理电路,完成对吸入和呼出潮气量、分钟通气量、流速的检测和显示。目前呼吸机的种类和型号有很多,采用的流量传感器也各不相同,主要有热丝式、晶体热膜式、超声式、压力感应式、压差式等^[4]。按流量传感器在呼吸机中的位置及作用不同,一般又可分为吸入端流量传感器和呼出端流量传感器。

1.1 吸入端流量传感器

吸入端流量传感器主要检测气源(空气和氧气)的流速,为控制系统提供必要的流速信号,从而控制潮气量和氧浓度等。

工作原理:在吸入端的气道中,有一个网状的气阻,气流经过气阻后在气阻的两端产生压力差;传感器内的敏感元件在外部气流压力的作用下产生弹性变形,使粘贴在其表面的电阻应变片(转换元件)也发生变形;电阻应变片变形后,其阻值将发生变化(增大或减小),再经相应的测量电路把这一电阻变化转换为电信号(电压或电流),从而完成将气流压力转换为电信号的过程^[5-6]。压差式流量传感器即是通过测量气阻两端的压力差来计算相应的气流流速。

压差式流量传感器容易因气体的潮湿而造成测压管路

收稿日期: 2014-01-17

修回日期: 2014-09-17

作者邮箱: qleiming2008@163.com

的堵塞。在很多呼吸机中,压差式流量传感器作为呼出端流量传感器使用,但因呼出端的水汽含量过多,很多呼吸机中的此种压差式传感器是作为消耗品使用的。但在 Maquet SERVO-s 呼吸机中,该压差式流量传感器是作为吸入端流量传感器使用的,其集成在吸入模块(空气模块和氧气模块)中。由于传感器在供应气体气路的前段,且医院的中心供气(空气和氧气)一般都经过过滤/干燥等处理,故其耐用性也不成问题。

按要求,供应气体中的水含量应 $<7 \text{ g/m}^3$,油含量应 $<0.5 \text{ mg/m}^3$,为防止由于气体中的水/油含量过多导致流量传感器损坏,可在呼吸机气体供应的前段安装油水分离器。

当此流量传感器出现故障时,可能导致呼吸机送气不准确或者在使用前检查时流量传感器测试失败等现象。出现这种故障时,一般建议先检查空气模块或氧气模块中是否有过多的水分,如果水分过多,将模块进行烘干处理,处理完后再安装并执行使用前检查。

1.2 呼出端的流量传感器

呼出端的流量传感器主要用于检测病人呼出气体的流速,呼吸机根据呼出气体的流速计算出呼出的潮气量(Volume of Tidal, VT),并显示在用户界面上供临床医生参考。Maquet SERVO-s 呼吸机的呼出端流量传感器(即呼气盒)是一种超声式流量传感器,具有测量精确、耐用、易消毒灭菌等优点。

工作原理:其左右两边各设有1个超声探头,分别能发射和接收超声。首先将左边的探头作为发射器发射超声信号,在呼气盒内部传播反射后,右边的探头作为接收器接收超声信号,测量超声信号从发射到接收的时间,记为 T_1 (为顺流方向的传播时间);然后将右边的探头作为发射器(先前的接收器)发射超声信号,在呼气盒内部传播反射后,左边的探头作为接收器(先前的发射器)接收超声信号,测量超声信号从发射到接收的时间,记为 T_2 (为逆流方向的传播时间)^[7-8]。逆流和顺流的时间差和气体流量成对应比例关系。

Maquet SERVO-s 中的呼出端流量传感器为超声式流量传感器,其优点是:①检测速度快,不受被测气体温度、压力、密度等参数的影响;②耐用程度高,是目前为止应用在呼吸机上的唯一一款可以直接拆卸、清洗、消毒和高温高压灭菌的传感器。临床应用时,可以在呼气盒的前段加装 Maquet servo-guard 细菌过滤器,这样既可减少呼气盒的消毒灭菌次数,也可防止由于湿化器中的水或者病人体液进入呼气盒而导致的呼气盒流量监测的误差。若呼气盒前段不加装细菌过滤器,长时间使用后,过多的水或者病人体液将会黏附在呼气盒内部通道的内壁,可能会导致超声波信号的接收时间延迟,从而导致流量监测的误差。若出现这种情况,需将呼气盒进行清洗、消毒、晾干处理。

Maquet 呼气盒常见的故障为使用时机器出现“呼气盒存在技术性故障”的报警提示,此故障多数是由呼气盒内病人分泌物或水分过多导致,通常拆下呼气盒进行清洗消毒可排除故障。

Maquet 呼吸机具有吸入端和呼出端流量传感器,在临床使用中直接将检测到的数据显示在屏幕上,当两个数值出现较大偏差时,说明病人的呼吸管路或插管存在漏气状况,提示临床医护人员及时检查漏气情况,提高临床使用安全。

2 压力传感器

按照在呼吸机中的作用,压力传感器一般分为气源压力传感器和气道压力传感器。气源压力传感器用来检测气源的压力(即空气和氧气的压力),然后将此压力信号提供给主机控制部分,以便控制部分根据气源压力调整吸气阀开放,从而精确地控制输出的氧浓度、潮气量等。

Maquet SERVO-s 呼吸机中的气源压力传感器为硅压阻式压力传感器。硅压阻式压力传感器原理:采用周边固定的圆形应力杯硅薄膜内壁,直接将4个高精密半导体应变片刻制在其表面应力最大处,组成惠斯顿电桥,其作为力-电变换测量电路,可将压力这个物理量直接变换成电量^[9-10]。硅压阻式压力传感器的结构,见图1^[11],上下两层是玻璃体,中间是硅片,硅片中部做成一应力杯,其应力硅薄膜上部有一真空腔,使之成为一个典型的绝压压力传感器。

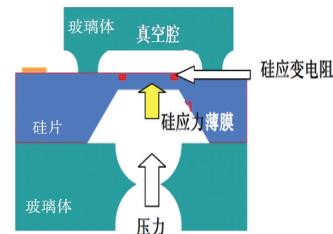


图1 硅压阻式压力传感器结构^[11]

气道压力传感器在呼吸机中用来测量吸入端和呼出端的压力。其原理跟气源压力传感器基本一致。该压力传感器为压差式传感器,两个测量端一端通大气,一端接入呼吸机的气路,将测得的气路压力与大气压比较,得出气路中的相对压力值。

Maquet SERVO-s 呼吸机中的气源压力传感器跟吸入端流量传感器一样,集成在吸入模块中,具有测量精度高、功耗低、成本低等特点。为防止其损坏,应保证气源气体的质量。MAQUET Servo-s 中的气道压力传感器分为吸气端压力传感器和呼气端压力传感器,分别用来测量呼吸机吸气端和呼气端的压力值,两者完全一样,可以互换。Maquet 气道压力传感器均由采样管连接到相应的采样点,

采样管中有过滤器,用来过滤粉尘和少量的水汽,此过滤器应及时更换(5000 h 更换一次),以免引起气道压力传感器的损坏。

Maquet SERVO-s 呼吸机自带自检程序,在“使用前检查”中包含“气体供应测试”和“压力传感器测试”两项,即是针对气源压力传感器和气道压力传感器所执行的检测。如检测失败,可能是相应的传感器出现了故障。

3 氧浓度传感器(氧电池)

氧传感器安装在呼吸机的吸气端,用来检测输送的混合气体的氧浓度。Maquet SERVO-s 呼吸机可以配置两种氧传感器,一种是消耗式氧传感器(化学氧传感器),一种是永久性氧传感器(超声式)。消耗式氧传感器的工作原理与干电池相似,由空气阴极、铅阳极和电解液组成^[12-13]。进入传感器的氧气的流速取决于传感器顶部的毛细微孔的大小。当氧气到达工作电极时,它立刻被还原释放出氢氧根离子,这些氢氧根离子通过电解质到达铅阳极,与铅发生氧化反应,生成相应的金属氧化物。在上述两个反应发生的过程中产生电流,电流的大小取决于氧气反应的速度(法拉第定律),可通过外接一只已知电阻来测量产生的电势差,从而测量出氧气的浓度。

永久性氧传感器,即超声式永久氧传感器,其左右两侧各有一个超声探头,分别可以发射和接收超声信号。众所周知,声音在氧气中的传播速率要小于在空气中的传播速率。通过测量超声在混合气体(空气和氧气)中的传播速率,并比较其在单独气体中的传播速率,可以计算出相应的气体浓度。超声式氧传感器的原理跟超声式流量传感器类似,一个探头发送超声信号,另一个探头接收此信号,通过测量从信号发送到信号接收的时间来计算速率,从而计算相应的氧浓度。

无论是化学式氧电池还是超声永久性氧电池,长期使用后均可能产生测量偏差,故应在使用前进行检测(包含氧传感器测试)来校准其准确性。如果设备校准测试时出现氧传感器测试失败,一般是氧传感器故障。若是化学氧传感器发生故障,则需要更换氧电池;若是超声永久性氧传感器发生故障,则需检查供气气源的压力,供气压力太低或空气和氧气压力偏差太大,都有可能造成超声氧传感器检测失败,此时调整气源或用钢瓶氧气供气即可检测正常。在实际临床使用中,超声氧传感器检测失败的情况很少,我院在用的多台超声氧传感器,使用多年无一例氧传感器故障。超声式氧传感器在呼吸机中的应用为 Maquet 独

创,其特点为精度高、耐用、环保,大大降低了氧传感器的消耗成本。

4 讨论

呼吸机中分布着多种传感器,用来采集不同的数据信号并将这些信号传输到控制器上,从而实现对呼吸机的控制。传感器技术的不断优化,使呼吸机的灵敏度、精确度、可靠性和稳定性得到了提高,进而提高了呼吸机的性能和治疗效果^[14]。同时,在呼吸机的故障维修中,由传感器引起的呼吸机故障占相当大的比例。了解呼吸机传感器的技术原理及结构,可帮助维修工程师对呼吸机进行日常维修。

[参考文献]

- [1] 何道清,张禾,谌海云.传感器和传感器技术[M].北京:科学出版社,2008.
- [2] 张东强.呼吸机中常见传感器的应用与对比[J].中国医疗设备,2012,27(9):129-130,41.
- [3] 崔秀美,张广,郑捷文,等.呼吸机传感器与执行器的研究与应用[J].医疗卫生装备,2013,34(5):87-89.
- [4] 蒋浪平.呼吸机流量传感器种类、特点及未来发展[J].医疗装备,2010,23(6):22-23.
- [5] 黄键.MAQUET SERVO-S呼吸机维修实例[J].医疗装备,2011,24(4):77.
- [6] 陈晓娟.呼吸机上流量传感器的保护策略[J].中国医学装备,2009,6(10):13-15.
- [7] 杨东,刘妙芳.医用流量传感器的技术特点以及在呼吸机中的应用[J].中国医学装备,2004,1(1):42-43.
- [8] 陈荣,黄焕炜.呼吸机流量传感器的测量原理与维护保养[J].医疗装备,2013,(4):85-86.
- [9] 颜重光.TPMS专用传感器模块技术剖析[J].电子设计应用,2006,(11):26-30.
- [10] 颜重光.MEMS压力传感器及其应用[J].电子产品世界,2009,(6):59-60.
- [11] 李伟东,吴学忠,李圣怡.一种压阻式微压力传感器[J].仪器仪表与传感器,2006,(7):1-2,5.
- [12] 文华,朱玉琛,张玉广,等.氧传感器的发展和应用[J].舰船防化,2008,(3):15-18.
- [13] 吴丽平,史丽英,郭义,等.复合式针型氧传感器的研制及在体测量的应用研究[J].天津中医药,2008,25(3):207-209.
- [14] 梁剑锋.几款常见的呼吸机的气路工作原理及对使用和维修的提示[J].医疗保健器具,2008,(4):22-24.

临床采供血信息管理体系的建立与应用

Establishment and Application of an Information Management System for Blood Collection and Supply

卢征, 王彪

北京军区总医院 信息科, 北京
100700

LU Zheng, WANG Biao

Department of Information, The Military
General Hospital of Beijing PLA,
Beijing 100700, China

[摘要]目的 通过建立临床采供血信息管理体系, 规范医院采供血流程, 确保临床用血安全。方法 系统采用C/S(客户端/服务器)架构, 基于可视化编程语言PowerBuilder10.5开发, 操作界面友好。系统与医院信息系统(HIS)和实验室信息管理系统(LIS)建立数据接口, 实现了医疗数据共享。结果 各系统间互联互通、血液信息资源共享, 并可对每袋血液从采集到临床使用进行全程实时监控和追踪。结论 输血科实时对HIS输血子系统进行维护, 可进一步保证血液质量和临床用血安全。

[关键词] 临床采供血信息管理体系; 临床用血; 医院信息系统; 实验室信息系统

Abstract: Objective To standardize the blood collection process in the hospital and ensure the safety of clinical use of blood through establishing an information management system for blood collection and supply. **Methods** The system was developed on the basis of the C/S (client/server) structure and PowerBuilder10.5 visual programming languages, which endowed the system with user-friendly operation interfaces. Then, the data interface was built up between the HIS (Hospital Information System), LIS (Laboratory Information System) and the system so as to share medical data. **Results** The interconnection and data sharing among the systems realized the real-time and full-course monitor and follow-up of every bag of blood from its collection to clinical use. **Conclusion** Real-time maintenance for the blood transfusion subsystem of HIS by Department of Blood Transfusion can further ensure the blood quality and the safety of clinical use of blood.

Key words: information management systems for clinical blood collection and supply; blood for clinical use; hospital information system; laboratory information system

[中图分类号] TP311.52 [文献标志码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.020
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0075-03

0 前言

随着信息技术的不断发展, 医院信息化建设也取得了长足进步。我院军卫一号工程建成已有10多年, 但随着医院新需求的提出和管理标准的细化, 医院信息系统(HIS)中有些子系统已不适合当前发展需要。如我院输血科临床用血子系统是HIS中的一个子系统, 作为驻京部队三家采供血机构之一, 每年采供血也在逐年攀升, 现有系统已经无法充分满足业务工作需要^[1]。为此, 我院根据总后勤部卫生部、2012年国家最新颁布的《中华人民共和国国家标准全血及成分血质量要求》及《血站技术操作规程(2012版)》的要求, 对输血科临床用血子系统进行了升级, 建立

了新版临床采供血信息管理体系。该系统既是军卫一号工程的子系统, 也是整个军队输血信息管理体系的组成部分, 军队医院输血科均可使用^[2]。

1 系统的建立

系统采用C/S(客户端/服务器)架构, 基于可视化编程语言PowerBuilder10.5开发, 界面友好, 开发速度快; 服务器操作系统采用Windows 2003 Server; 后台采用高效、稳定的SQL Server 2005数据库。服务器数据盘使用RAID-5技术, 提高了数据安全性。为系统每台客户机配备条码打印机和扫描枪, 利用条码扫描技术快速、准确、高效等特点, 实现采供血全流程条码化^[3]。

临床采供血信息管理体系与HIS集成, 实现门诊、住院信息自动采集。接收标本时自动调取患者的用血申请单,

收稿日期: 2014-08-23
作者邮箱: paladin_bj@sohu.com

修回日期: 2014-10-09

并可查阅全院医生开出的用血申请,以便血库做相应备血处理,避免了手工录入失误或数据不一致现象;产生费用自动回写到 HIS 的费用明细记录表,避免了漏费,使临床申请用血、配血、发血、出库、入库、作废等各个环节均实现了全过程追踪管理。与实验室信息管理系统(LIS)建立数据接口,通过在 LIS 建立视图,扫描条码自动调取患者采血信息,利用 LIS 系统软件开展特殊检验项目并出具规范统一的检验报告单,如 HIV 抗体检测、血型血清学检测等,检验结果分别回写到 HIS 和 LIS 的检验结果记录表中,实现了数据充分交换共享。

2 系统功能

系统针对军队输血科特点及业务流程(图1),共分为8个功能模块:

(1) 外出采血模块。为外出采血而设置,包括献血者身份确认和资料查询;献血档案的添加、修改,献血者资料的补充、更新等;献血编号条码化,使每名献血者在第一次献血时分配一个永久、唯一的献血编号,多次献血都可使用此编号。外采结束后,将献血者和献血的信息生成数据包导入系统服务器,方便后续工作的展开。同时,还应定期补充和更新外采模块中献血者检验结果等各种信息,使其与系统服务器数据保持一致,保证外采查询的准确性。

(2) 采血成分管理模块。包括血液交接、成分制备、全血处理、血源档案、数据查询5项功能。系统导入外采数据后可进行血液交接操作,送交者、接收者、检验接收者核对密码后,进行血液条码扫描登记,只有当血袋条码和试管条码相符时才能进行下一个扫描。血液检验结果出来后,合格血液入库,不合格血液作报废处理。

(3) 血液检验模块。包括血液检测、数据查询、标本管理和试剂管理4项功能。主要是检验献血者和受血者的血液样本,管理、查询检验结果,实现检验数据的修改、删除、统计、结果打印及资料存档等功能。

(4) 机成分模块。为单采室而设立,包括成分单采、数据查询和血源管理3项功能,与外出采血模块类似,有献血者档案资料的添加、修改,单采数据管理,献血者数据资料的查询等功能。

(5) 血库管理模块。主要对血库中血液的入库、出库、报废、退血的管理。具有核查库存数量,以及血液报废预警等功能。同时,还可对库血信息进行再加工管理,包括辐射过滤、血液分装、血液类型转换、冷沉淀凝血因子制作等信息,并支持批量信息处理。

(6) 血源管理模块。包括档案管理、条码打印、数据查询3项功能。

(7) 质量控制模块。可对血液质量、关键设备、原辅材料、环境卫生等方面进行质量管理。具有对全站各个环节所产生的信息数据进行查询、追溯、统计分析、对比等功能。

(8) 综合查询模块。该模块是为输血科管理者而设立,可对各业务环节的信息数据进行数据查询、追溯、统计、分析,涵盖了血液的数据查询、质量控制、统计分析、档案资料、当日数据5项功能。可根据自行设定的时间段,查询血液从采血到用血每一个环节的数据以及费用明细;按时间、分类等生成日、月、年统计分析报表并打印,以及采血量、发血量等环比和同比统计^[4]。

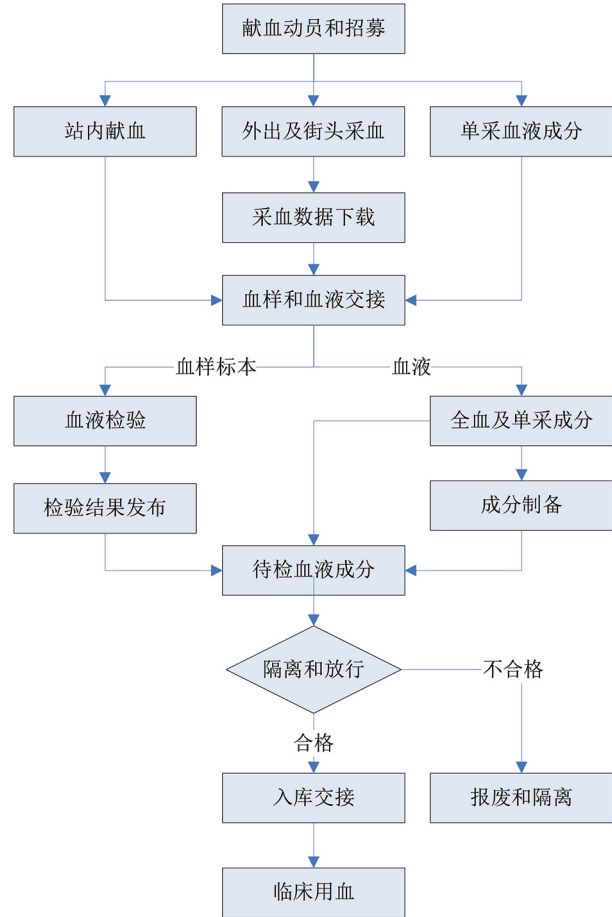


图1 基本业务流程图

3 系统特点

(1) 在输血科内部敷设局域网,科室工作可在局域网内部完成,一旦 HIS 出现故障,科室内部仍可独立运行,不影响临床用血。有独立的系统服务器和数据库,数据盘采用 RAID-5 技术,保证在某块硬盘有损坏的情况下系统仍可正常运行;数据库定期自动备份数据,防止数据丢失。

(2) 将条码扫描技术应用到输血科业务流程,解决了管理及工作中大量信息采集的问题,能够对不同种类、不同状态的血液成分进行标识,确保标识的唯一性及可追溯性;有效避免了入库血、配血、出库血等环节因数据手工输入错误而造成的差错,大大提高了工作效率,减轻了操作员的劳动强度,从根本上解决了传统管理中存在的问题^[5-6]。

(3) 用户权限分级管理, 每一个模块都有自己的用户, 根据分工不同, 用户的使用权限也不同, 用户的每一次操作都会记录用户名和时间, 特别是修改、替换和删除等操作都会有二次确认提示。这样可规避风险, 保证血液安全。

(4) 根据 2012 年国家最新颁布的《中华人民共和国国家标准全血及成分血质量要求》及《血站技术操作规程(2012 版)》, 对系统做了相应调整, 以符合规定要求。如增加了质量管理模块的功能, 加强质控; 将最大献血年龄由 55 岁提高到 60 岁; 单采成分血液两次献血时间间隔修改为满 14 天; 谷丙转氨酶、乙肝检测和献血不良反应数据处理由献血后进行改为前初步筛选。

(5) 通过 HIS、LIS 集成, 住院医师提出用血申请时, 在用血申请界面输入患者 ID 号后回车, 即可将其基本信息、电子病历相关信息和检验结果自动导入, 修改完善后提交输血科, 这样有助于输血科医生及时了解患者病情, 指导临床合理用血^[7-8]。

4 结语

该系统具有临床采供血数据上传和统计查询等功能, 实现了医院 HIS、LIS 与输血科间的网络互联互通、血液信息、资源共享。对每袋血液从采集到临床使用进行全程实

时监控和追踪, 确保了采供血服务质量和血液安全, 加强了血液管理力度, 提高了工作效率和数据准确性, 减少了人为差错, 进一步保证了广大献血者和用血者的安全。

[参考文献]

- [1] 彭道波, 谢新鹏, 赖福才, 等. 临床输血信息系统的实现与应用[J]. 医疗卫生装备, 2011, 32(3): 44-46.
- [2] 吴杰, 张朝霞, 王彪, 等. 信息技术在数字化血液中心建设中的应用[J]. 解放军医院管理杂志, 2011, 18(10): 910-911.
- [3] 张朝霞, 王彪, 吴涛. 军队采供血机构信息管理系统在现代化血液中的应用[J]. 中国医学装备, 2011, 8(10): 56-58.
- [4] 李会通, 李文华, 杨志强. 区域临床用血质控中心输血管理信息系统的开发与应用[J]. 中国数字医学, 2008, 3(4): 19-20.
- [5] 潘宁, 邓宾. 条形码技术在临床输血中的应用[J]. 中国医疗设备, 2013, 28(3): 86-164.
- [6] 孙媛, 张西亚. 实验室信息系统的开发与应用[J]. 中国医疗设备, 2011, 26(1): 90-92.
- [7] 杰泉. LIS系统的改进和优化[J]. 中医药导报, 2010, (7): 144-145.
- [8] 刘志友, 张晓伟, 高晓星. 我院LIS系统实施方案[J]. 科技风, 2010, (3): 54. ■

上接第83页

受突发性传染病感染的群体, 系统设计了常见传染病上报接口, 每日接受医院的日报数据, 在对这些病例数据进行汇总后, 系统可根据部队编号对传染病爆发几率过高的单位发出警告。用智能手段实现了对大规模突发性传染病的监控。

4 结语

系统在我部队范围内试运行了近 2 年的时间, 拥有了近 2 千万条的数据量, 通过对军队医院体系综合管理信息平台的研发, 实现了军队卫生业务信息数据的有效融合, 改变了“数据海量、信息匮乏”局面, 用信息化手段提供了信息决策的支持, 大力推动了军队卫生管理的基础性工作, 为将来全军卫勤保障的信息联动做好了充分的准备。

[参考文献]

- [1] 张晓祥, 张蕾. 医院数据中心及决策管理平台的建设[J]. 医疗卫生装备, 2012, 33(1): 79-81.

- [2] 陈贤博. 基于Web挖掘技术的网络营销决策支持系统研究[D]. 合肥: 安徽工业大学, 2004.
- [3] 刘博, 夏新, 陈彦东, 等. 基于商业智能的医院决策支持系统研究[J]. 中国医疗设备, 2013, 28(11): 36-39.
- [4] 张震江, 薛万国, 冷金昌. 区域协同医疗共享平台整体设计方案[J]. 中国数字医学, 2010, (1): 12-15.
- [5] 王霞, 刘丹红, 王才有. 卫生指标概念框架及其在综合卫生管理信息平台建设中的作用[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2010, (1): 10-15.
- [6] 卢建华. 军队医院科学发展的辩证思考[J]. 解放军医院管理杂志, 2010, (1): 30-31.
- [7] 姜平, 韩磊. 三级医院结对推进社区卫生服务中心发展实践[J]. 解放军医院管理杂志, 2010, (6): 521-522.
- [8] 赵建华. 新医改形势下军队医院发展思考[J]. 解放军医院管理杂志, 2010, (6): 523-524.
- [9] 陈金雄. 构建智能型数字化医院[J]. 医疗卫生装备, 2010, 31(2): 1-4. ■

VMware虚拟软件在医院数据中心建设中的应用研究

Research on the Application of the VMware Virtual Software in Data Centre Construction in the Hospital

巴江波, 陈江, 淡攀东, 张江江
华中科技大学同济医学院附属荆州医院 信息科, 湖北 荆州 434020

BA Jiang-bo, CHEN Jiang, DAN Pan-dong, ZHANG Jiang-jiang
Department of Information, Affiliated Jingzhou Hospital of Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Jingzhou Hubei 434020, China

[摘要]目的 探讨VMware虚拟化平台在医院数据中心建设与管理中的应用方式。方法 分析传统医院数据建设模式的弊端和主流X86服务器虚拟化产品特点, 选择VMware虚拟化平台方案建设医院新一代数据中心; 利用该平台将刀片服务器、SAN存储和网络系统建立虚拟化HA (High Available, HA) 集群, 用于集中部署医院各种信息系统, 提高业务系统运行的连续性。结果 采用VMware虚拟化平台建设医院数据中心能够在降低综合运行成本的同时, 优化数据中心管理, 有效保障信息系统运行的稳定性。结论 VMware虚拟化平台适用于医院新一代数据中心的建设与管理。

[关键词] VMware虚拟软件; 医院信息系统; 服务器虚拟化; 桌面虚拟化; 虚拟机

Abstract: Objective To explore the application method of the VMware virtual platform in construction and management of the data center in the hospital. Methods Through analyzing the shortcomings of the traditional data construction pattern and the main X86 server virtual products, the VMware virtualization platform was selected to construct a new-generation data center. Then, the virtual HA (High Available) cluster of the blade server, SAN storage and network system was created through the platform. The virtual HA cluster can be used to centralized deployment of various hospital information systems and improve the continuity in the operation of the system. Results Application of the VMware virtual platform in data center construction in the hospital reduced the overall operation costs and optimized management of the data center, which ensured the stability in the operation of the information system. Conclusion The VMware virtual platform is suitable for construction and management of a new-generation data center in the hospital.

Key words: VMware; hospital information system; server virtualization; desktop virtualization; virtual machine

[中图分类号] TP391.9 [文献标志码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.021
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0078-03

0 前言

随着医院信息化建设的不断深入, 国内大多数医院都建立起了医院信息系统 (HIS)、实验室信息系统 (LIS)、影像归档和通信系统 (PACS)、电子病历 (EMR) 和办公自动化系统 (OA) 等。信息化在为医院发展提供有力技术

保障的同时, 信息系统和各类设备的运行和维护也为医院管理带来了一定的困惑^[1]。我院自 1999 年启动信息化建设, 逐步完善了 HIS、LIS、PACS、健康体检系统和 OA 系统, 但由于各系统建立的时间和建设的部门不同, 特别是由于医院机房空间和管理手段的限制, 一直未能建立全院性的数据中心, 各个信息系统都有独立的服务器和存储设备, 分布于不同部门, 使得信息系统间数据交互性差, 硬件设备使用率低, 管理难度高。

收稿日期: 2014-08-24
本文作者: 巴江波, 硕士, 工程师。
作者邮箱: bjb1234@163.com

1 传统医院数据中心的弊端

传统医院数据中心的建设主要是解决设备的统一管理,建设与管理的重点集中在保障设备稳定、安全和可靠地运行。随着医院信息系统的不断扩展,传统的数据中心逐渐开始暴露出其弊端。

1.1 资源利用率低

每个应用系统使用1个或多个服务器和存储设备,多项调查数据表明企业数据中心的服务器的平均利用率普遍低于15%,据美国《网络世界》提供的数据显示,在美国很多企业的数据中心,对于许多应用来说,CPU使用率均低于25%;在许多情况下,即使是信息化程度很高的企业,其IT资源利用率也仅为20%左右^[2]。

1.2 业务连续性差

大多数医院在信息化建设总投入有限,医院除少数核心系统(HIS、PACS等)采用双机热备的方式外,绝大多数系统采用单服务器模式,服务器发生故障,不可避免宕机,可能对医院业务产生影响。如果每个业务系统都按传统模式升级为双机模式,则需要大量的硬软件投入^[3]。

1.3 管理复杂和运行成本高

传统数据中心中各应用系统建设相对独立、各自为政,其基础设施相当于一个个独立的“孤岛”,资源配置和部署过程多采用人工方式,没有相应的平台支持,使大量人力资源耗费在繁重的重复性工作上,没有自动服务和自动部署的能力^[4]。

随着医院信息化应用的深入,医院的服务器数量成倍增长,机房面积也成为数据中心建设的瓶颈,同时机房能源消耗包括设备和制冷的电力消耗也急剧增加。

2 虚拟化技术

2.1 虚拟化技术应用简介

虚拟化是一个广义的术语,在计算机方面通常是指计算元件在虚拟的环境下运行。虚拟化技术可以扩大硬件的容量,简化软件的重新配置过程。

CPU的虚拟化技术是以单CPU模拟多CPU并行,允许1个平台同时运行多个操作系统,并且应用程序都可以在相互独立的空间内运行而互不影响,从而显著提高计算机的工作效率。

虚拟化包括服务器虚拟化、桌面虚拟化、网络虚拟化和存储虚拟化等^[5]。

2.2 主要服务器虚拟化产品比较

X86服务器虚拟化产品主要包括VMware、Microsoft和Citrix,占据96%的市场份额。3种主流产品的对比见表1。

3种平台中,VMware发展时间最长,核心架构更合理,

产品成熟性高,对硬件兼容性较好,适合于医院虚拟化数据中心的建设^[6-7]。

表1 主流虚拟化产品对比

VMware	Microsoft	Citrix
成熟度 1999年推出第一代虚拟化产品,目前是生产环境中使用最多的虚拟化平台,全球13万企业客户。	2004年开始推出,暂时无大型环境应用案例	2007年收购Xen后推出。Xen是Linux平台上一个虚拟化开源项目,被收购前有500个企业客户。
核心架构 “裸金属”架构,不需底层操作系统,硬件驱动放置在ESX内核里。不用停机打补丁。	“宿主型”架构,需要底层操作系统Windows 2008,需要安装硬件在底层操作系统;补丁时需要停机。	“宿主型”架构,需要底层操作系统Linux,需要安装硬件在底层操作系统;补丁时需要停机。
容纳力 有内存共享技术,可以2:1超量利用内存。	无内存共享技术,对虚拟机内存固定拆分。	无内存共享技术,对虚拟机内存固定拆分。
高可用性 支持虚拟机在线迁移、自动负载均衡、宕机无停机自动迁移,并且支持在线存储迁移。	宕机自动迁移需要短暂停机	只支持内部存储内的虚拟机在线迁移和需要短暂停机的宕机自动迁移,负载均衡需要第三方工具。
兼容性 支持所有主流操作系统	需要支持虚拟化指令的处理器,不支持SCO等操作系统	没有虚拟化指令的处理器只能运行Linux虚拟机,不支持SCO等操作系统。

3 基于VMware的虚拟化数据中心建设

基于虚拟化技术构建医院数据中心的的核心在于构建多个资源池,并根据医院各信息系统的功能及重要程度合理化分配资源池。在本方案设计中,我院选择使用VMware EXI与HP刀片服务器、EMC存储为硬软件平台,构建CPU池、内存池、存储池和网路池等;把2套刀片服务器虚拟化成为30余台虚拟服务器,取代以前各系统独立的服务器,运行于医院各核心系统或者重要业务系统。替换下来的服务器被虚拟化后应用于非关键性应用系统。数据中心结构拓扑图,见图1。

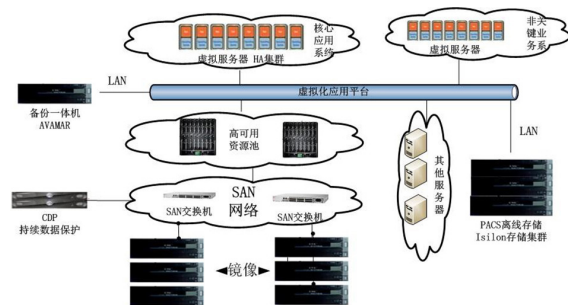


图1 基于虚拟化的数据中心的结构拓扑图

数据中心以6台高性能HP BL680c刀片服务器和2套EMC2 VNX5300存储为核心,利用冗余SAN网络设计,保障了数据中心的稳定性;2套存储采用镜像的方式满足数据中心数据安全。

数据中心日常的管理主要是通过VMware vCenter Server对数据中心的虚拟服务器实现有效地管理:虚拟服务器的建立、动态资源的配置、系统资源的监控和虚拟机迁移等管理。将30多台虚拟服务器建立一个HA(HighAvailab,

HA) 集群, 当集群中任何一台服务器发生硬件故障或者非正常关机的时候, vSphere HA 和 DRS (分布式资源调度程序) 会自动将故障主机中的虚拟机迁移到其他主机, 再生成一个新的平衡集群。利用 HA 和 DRS 技术, 我院大多数的核心业务和重要业务信息系统均实现了高可用性和虚拟化的双机热备。

利用 VMware 实现虚拟化后, 医院数据中心的稳定性显著提升, 运行成本得到有效降低 (表 2)。

表2 虚拟化实施前后效果对比

	虚拟化实施前	VMware 虚拟化数据中心
服务器数量	30 台	2 个刀片服务器柜, 6 台刀片服务器
机房空间	6 个服务器机柜以上, 分布在 4 个机房	1 个服务器机柜, 集中在一个机房
扩充性	新增应用需要添加服务器	在原有服务器集群中新建虚拟机即可
服务器电源功率	460*2*30=27600W	2250*6=13500W
服务器维护工作量	维护量随着服务器增加, 工作量急剧增加。	物理服务器数量固定, 数量减少 80% 以上; 虚拟服务器的维护工程为主, 无硬件维护工作量
系统连续性	只有 HIS 系统实现了双机热备	所有核心或重要系统都在高可用集群中, 到达双机热备的效果
服务器资源利用率	不足 15%	60% 到 80%
管理方式	现场管理	远程维护

医院自 2012 年开始建立虚拟化数据中心建设, 系统运行稳定, 维护管理方便、高效。由于数据中心的建设, 节约了机房空间, 电力消耗减低 50% 以上, 提高了资源利用率, 综合运行成本降低 50% 左右。

4 虚拟化在医院应用展望

经过 2 年医院数据中心的建设, 虚拟化技术在我院信息化建设提供了强大、稳定和高效的技术支持, 缓解了我院数字化医院建设过程中服务器资源需求大, 但资源利用率低、机房维护困难和响应时间长等问题, 促进了我院数字化医院建设进程。但是服务器虚拟化只是虚拟化应用的一部分, 未来医院在虚拟化技术的应用方向主要在桌面虚拟化、网络虚拟化和云存储等方面。

4.1 桌面虚拟化

桌面虚拟化依赖于服务器虚拟化, 在数据中心的服务器上进行服务器虚拟化, 生成大量的独立的桌面操作系统 (虚拟机或者虚拟桌面), 同时根据专有的虚拟桌面协议发送给终端设备。用户终端通过以太网登录到虚拟主机上, 只需要记住用户名和密码及网关信息, 即可随时随地通过网络访问自己的桌面系统, 从而实现单机多用户^[8]。

医院信息化程度的深入, 医院客户端的应用越来越广泛, 但是客户端计算机的稳定性较差, 设备管理工作量大, 难度高。利用桌面虚拟化技术, 能够实现医院桌面终端简单化, 并实现集中管理, 从而有效降低维护量和维护成本。

4.2 云存储建设

医院存储数据量及传输数据量比之前有爆炸式的增长,

对数据中心存储设备的容量和稳定性等提出了更高的要求。建立医院的私有存储云提供存储空间, 并且其中的数据可以做到随时访问, 就像访问本地的存储一样。作为云端, 在不影响用户的情况下, 提供了很多的附加功能, 使得云成为高效、可靠、安全的存储池^[9]。结合我院存储使用实际, 我院未来将尝试基于 EMC VPLEX 的双活云存储中心 (图 2)。

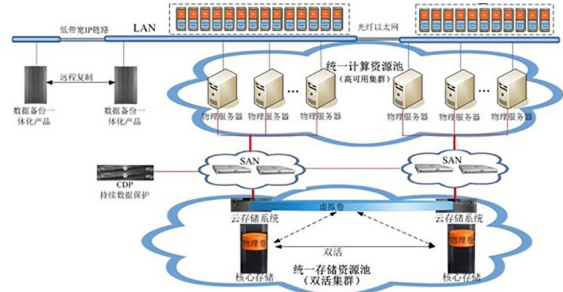


图 2 基于 EMC VPLEX 的双活云存储中心

4.3 网络虚拟化

随着云计算的高速发展, 虚拟化应用已成为近几年在企业级环境下广泛实施的技术, 除了服务器 / 存储虚拟化之外, 在 2012 年 SDN (软件定义网络) 和 OpenFlow 大潮的进一步推动下, 网络虚拟化又再度成为热点^[10]。我院主要网络设备采用 H3C 设备, 其专有的设备虚拟化技术为 IRF (Intelligent Resilient Framework, 即智能弹性架构)。IRF2.0 将多个设备虚拟为单一设备, 而且形成的虚拟设备具有更高的扩展性、可靠性, 从而提高了资源利用率, 简化了网络规划和管理 (图 3)。

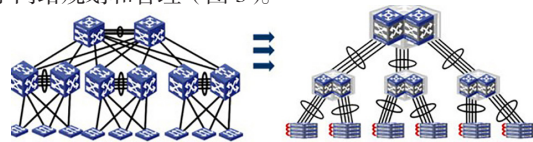


图 3 基于 IRF 的虚拟化网络结构

5 结语

基于 VMware 虚拟化平台建立医院数据中心, 能够有效地提高设备的利用率, 降低数据中心总所有成本; 集中化的管理平台能够有效简化数据中心管理, 提高了系统部署的效率; 通过虚拟化高可靠集群 (HA) 的构建有效保障了系统运行的连续性。

[参考文献]

- [1] 黄影, 孙立森. 新医改背景下医院数据中心建设的现状与发展[J]. 医疗卫生装备, 2012, 33(6): 33-36.
- [2] 陈一君, 韩雄. 南京军区“医云工程”数据中心建设解决方案[J]. 中国数字医学, 2013, 8(7): 11-14.
- [3] 吴艳君. 基于虚拟化技术的医院信息平台设计[J]. 中国医疗设备, 2014, 29(1): 41-44.
- [4] 李波. 服务器虚拟化技术在医院信息系统中的应用[J]. 医疗装备, 2010, (12): 15-16.
- [5] 朱海涛. VMware 虚拟化系统在高校图书馆中的构建与应用[J].

军队医院体系综合管理信息平台的研发实践

R&D and Practice of an Integrated Management Information Platform for the Military Hospital System

徐利民¹, 叶光明², 任慧朋², 徐晓雄¹

1.解放军73801部队卫生处, 江苏无锡 214000

2.解放军第九八医院, 浙江湖州 313000

XU Li-min¹, YE Guang-ming², REN Hui-peng², XU Xiao-xiong¹

1. Department of Health, No. 73801 Force of PLA, Wuxi Jiangsu 214000, China; 2.The 98th Hospital of PLA, Huzhou Zhejiang 313000, China

[摘要]目的 开发一个针对部队医院体系管理的信息共享平台, 实时掌握各家医院的人员管理、质量效率、为兵服务、经济运行和科研教学等统计分析情况。**方法** 使用后台数据采集系统定时采集各医院的日报信息, 形成独立数据仓库, 利用B/S (Browser/Server) 架构的前台程序形成分析报告、图形等浏览界面。**结果** 以信息化手段实现了对军队医院体系的动态管理, 方便机关首长的信息查询统计和决策分析。**结论** 为医疗卫生行业利用信息化手段来抓行政管理建设提供了很好的事例。

[关键词] 军队医院体系; 综合管理信息平台; 卫生信息服务平台

Abstract: Objective To develop an information sharing platform for management of the military hospital system in order to have a real-time knowledge of the statistical analysis results for each hospital in the aspects of personnel management, quality and efficiency, service for the soldiers, economic operation, scientific research and education. **Methods** With employment of the background data acquisition system, daily medical information of all the military hospitals was collected regularly, which was then consolidated into an independent data warehouse. The foreground program of the B/S (Browser/Server) architecture was also employed to generate the browsing interface of analysis reports, and graphs. **Results** Through application of informatization methods, the platform made it possible to dynamically manage the military hospital system, which was of great convenience for competent authorities to be acquainted with statistical information and make decision analysis. **Conclusion** This research provided a good example for the healthcare industry in construction of administrative management through informatization methods.

Key words: military hospital system; integrated management information platform; health information service platform

[中图分类号] TP311.52 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.021

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0081-03

0 前言

随着我军卫生管理事业向着规范化、精细化、科学化方向的发展, 行政职能部门逐渐由管向服务型方向转变, 信息服务能力已成为衡量职能部门管理能力和信息化水平一个重要指标。本文通过建设信息平台实现了底层医疗基础信息的共享和业务协同, 提高了医疗管理效率和科学决策水平, 给医疗卫生行业如何利用信息化手段来抓

行政管理建设提供了很好的事例。

1 需求分析

1.1 业务逻辑

卫生信息服务平台建设的核心是构建卫勤信息数据链, 以达到数据共享的目的。为实现查询效率高、维护性强、扩展性好这几个特点, 我们将该平台架构确定为“商务智能+数据仓库”的4层架构。这4个框架间相互配合形成上下联动的运行机制, 实现大量医疗卫生数据智能整合、梳理、流通和共享。其业务逻辑图, 见图1。

收稿日期: 2014-09-09

基金项目: 南京军区医学科技创新项目 (MS010)。

通讯作者: 叶光明, 副高级药师。

通讯作者邮箱: dapengniao2011@126.com

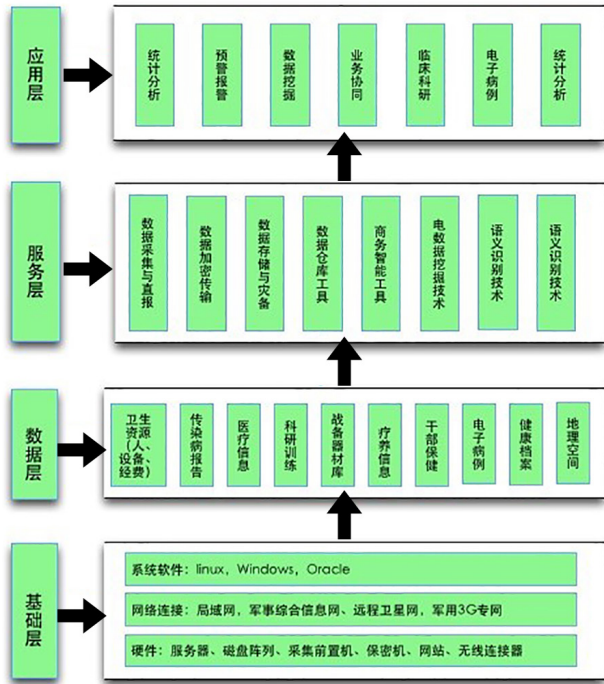


图1 业务逻辑图

1.2 数据规范

“十一五”以来，总后卫生部实现了对卫勤信息化的科学规划和统筹管理，统一下发了各类医疗业务软件，规范了各个数据来源的标准，医院的基础数据库种类也越来越多，基础数据中主要包括：门急诊工作量数据、病案首页、占床比、药占比、人员信息、药品器材、卫生经济、处方监控和健康档案等；另外，还包括涉军的军队人员健康档案、军队伤病员收治及消耗等数据。

医疗数据具备很强的动态时效性，如突发医疗事件会导致床位、收容量等数据的瞬间变化，这要求一方面数据源的真实可靠，另一方面需要数据采集更新及时，否则就会提供误导性的分析结果。各医院信息栈均由统一的数据接口向平台数据库定时推送数据，保证平台数据的时效性。

医疗数据需要按照军、地两类进行分类。军队数据均有统一标示，除涉及军人医疗的基本数据外，最主要包括军人健康档案、卫生防疫、军事科研等方面的数据，这些数据的涉密性很高，需要加密传输，系统数据库也要对涉密数据进行专门存储，对权限与IP地址进行严格绑定，并对操作登录进行详细记录。普通群众的医疗数据按照数据结构进行存储，其数据量比较大，更新的频率比较快，尤其是涉及经费、床位、药品、收容量、门急诊量等基础数据是应用频率最高的数据。

1.3 专业需求

医院各管理层对数据的需求是不同的，医务部门关心的是整体医疗机构的运行管理数据、展开科级床位、伤病员收治、医疗质量效率、医院绩效等数据；政治部门主要

是掌握医院工作人员名册，包括年龄、职称、学历等数据；财经管理部门主要是需要经费收支、收入平衡、医疗成本消耗等情况；上级机关卫生处等业务主管部门主要是对多所医院质量指标数据进行综合平衡对比分析、随机调阅在线医疗文书开展质量检查、学科科室展开情况、实时掌握各医院医疗运行情况；上级首长领导主要是查看统计查询中的综合性分析结果数据。系统针对各层级、各专业的用户需求，将平台用户应用层功能划分为医院概况、每日动态、人员分析、质量效率、为兵服务、科研教学、经济运行、病案调阅和综合报表9大类，每一大类下面又包含有若干子类。应用层功能分类，见图2。

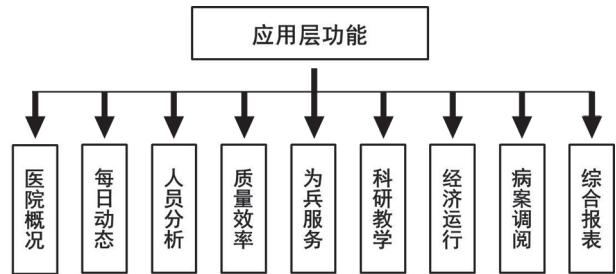


图2 应用层功能分类图

1.4 操作方式

日常的数据汇总采用的是间接抓取和网络上报两种方式。数据抓取采集范围是各医院医疗业务系统数据，对不同业务系统、不同的数据库类型，需进行数据标准化处理和质控。网络直报则适用于人工填报的上报型数据，例如科研课题、人员信息、获奖成果、基层部队巡诊等基础数据。平台支持在线、离线两种录入方式，报表和核查规则能够灵活制作和发布。

统计报表的浏览和查询操作方式均为B/S (Browser/server) 架构，根据用户比较分散的特点，该方式支持多用户的并发进程，还可支持多系统的跨平台操作。由于采用浏览器方式的便捷性，多点用户在任何地点可以通过浏览器直接对所有信息等进行查阅，还可将形成的报表、图像等导出为Excel或PDF等常见的报表文档格式。考虑到医疗数据的实时变化性，要求报表的内容也应具备相应的变化功能，应用到Web脚本编程中。

2 设计原理

2.1 数据采集

系统所涉及的是全部医疗的基础数据，涵盖10个子类，这些数据的产生方式和变化频率不同。例如，科研训练的数据是由各单位的科训干部人工进行输入，由于科研任务的下达和训练期相对固定，因此数据更新的时间间隔相对固定，更新周期也较长，有些数据甚至在6个月以上；日报医疗数据每天都发生着变化，受季节、天气、医疗政策等因素的变化影响较大，同时日报数据又影响着周报和

月报等相关报表信息,属于关联性影响因素较大的数据类,数据更新时间甚至在几分钟之内,要求采集及时、准确,是所有数据集中最重要的,也是数据量最大的。

为最大程度减少因网络终端或人为因素导致的数据错报、误报等问题的发生,针对客户端设计了在线和离线两种上报方式,在线上报为即时数据录入保存提交的方法,为最常用数据提交方式,当系统或者网络发生意外情况时,允许以离线的方式补充上报数据,在系统恢复正常后,一次性从缓冲区读入漏报数据。

2.2 数据分析

利用数据仓库 ETL 工具完成数据清洗、核查、汇总工作,目的就是为数据分析过程做准备,用到的关键性技术就是“数据挖掘”。在此过程中,通过建立并发布不同类型数据服务模型,不同用户(上级首长领导、上级业务主管部门、医院管理人员、医务助理员和普通医生等)展现有区别的数据内容。面向业务的数据模型可以采用分层抽象的方法;统计人员面对的数据模型层次使用统计人员日常业务词汇(包括语义及语法理解),并且与数据仓库模型松散耦合。在建立数据模型的过程中系统已提前制定和维护一套标准代码库,全军或后勤通用标准代码包括单位代码、物资代码、人员分类代码等;遵循上级标准、卫生行业标准的 ICD 诊断码、手术操作码;为医学专业数据制定了卫生管理数据元代码标准集。

2.3 图形报表

统计报表的综合查询是系统的核心功能。每一张报表可以拆分为指标项(列)和维度(行),其论证过程就是建立军队卫生统计指标体系的过程。平台以军队卫生统计提要指标项为基础,吸收了国家卫生统计指标体系、国家医院管理指南一些新指标,另外增加了一些全军新上的信息系统指标项。每日动态需要实时采集重点监控的信息,如军地伤病员收治、传染病日报监控等信息,重在实时性;其他是针对长期历史数据的主题分析,如床位占有率和药品费用占比等,重在宏观性、趋势性。

3 应用效果

系统于 2013 年在我部队卫生处正式投入使用,同时联通了体系范围内 8 所医院,实现了全部医疗数据的不间断

Figure 3 shows the main menu of the system. It includes a navigation bar with options like '信息中心', '医院概况', '每日动态', '人员分析', '病案效率', '为兵服务', '科研教学', '经济运行', and '南南商情'. Below the navigation bar, there are several data tables and charts, including a table for '医疗救治' and '综合概述'.

单位	治愈率	好转率	治愈好转率	病死率	入院出院符合率	临床病历符合率	门诊出院符合率	手术符合率	放射符合率	入院出院符合率	门诊符合率	初诊符合率	抢救成功率	院内感染率	甲级病案率
XXX医院	35	61	96	2	99.83	11.79	99.66	41.59	3.28	98.43	2.76	2.76	45.12	0.30	99.97
XXX医院	59	39	98	0	99.99	4.34	99.94	60.26	3.59	96.22	4.85	4.85	78.85	1.23	99.95
XXX医院	63	34	98	0	99.12	18.72	95.71	47.16	12.81	97.58	6.29	6.29	82.30	1.07	99.95
XXX医院	43	55	98	0	98.93	6.47	98.93	43.00	1.19	97.51	1.75	1.75	74.42	1.42	99.95
XXX医院	62	37	99	0	99.36	6.97	96.92	33.61	6.94	99.11	1.09	1.09	86.05	1.72	99.94
XXX医院	51	47	99	0	99.74	16.36	99.42	42.32	7.99	99.19	4.45	4.45	66.67	1.12	100.00
XXX医院	50	49	99	0	100.00	6.88	100.00	56.17	1.90	99.60	2.72	2.72	79.41	0.47	99.91
XXX医院	28	68	96	2	97.93	13.58	97.93	35.08	9.44	96.08	2.46	2.46	57.02	1.77	99.93
总计	49	48	98	1	99.32	11.60	98.32	44.33	6.74	97.85	3.57	3.57	62.29	1.15	99.95

图3 系统主菜单示例图

实时汇总,实现了军队卫生数据的科学管理。使用结果表明,我们成功地建立起集报表分析、查询统计、病案调阅、网络直报、成本管控、人员管理、疫情监控等功能为一体的医院卫生信息综合管理平台,见图 3。

3.1 分析报表

报表方式是用户了解数据最常见的显示方法,系统把“人性化”作为报表功能和界面设计的根本原则,极大程度上满足了各类专业人员的使用习惯,系统设计模拟了 Excel 软件的报表格式,同时支持报表以各种常见文件类型(Xls、Txt、Pdf)的导出和导入。

3.2 图形展示

为更直观地展示医院业务运行状况,系统采用丰富的绘图库对各种类型的数据按照时间、单位、等级等要素进行二维制图,图形绘制均按照实时数据进行动态绘制;为方便报告书写、科研论文的需要,图形也可以常见的图片文档格式(Jpg、Jpeg、Bmp)进行保存。运行状况数据实时采集界面示例图,见图 4。

3.3 决策分析

军队人员的健康情况目前主要依靠“军队健康档案系统”来记录,平台在其基础上结合体检、门诊等数据进行挖掘整理,形成及时有效的健康评价体系,由此可提供战斗力的评估及数据,成为战争决策的关键参考数据。系统还可对作战或者演训时的伤病员数据进行整合,以便及时掌握战斗力变化和恢复情况,给卫勤保障和兵力调配提供可靠分析数据。

3.4 传染控制

军队具有人员居住密集性高的特点,这决定了其为易

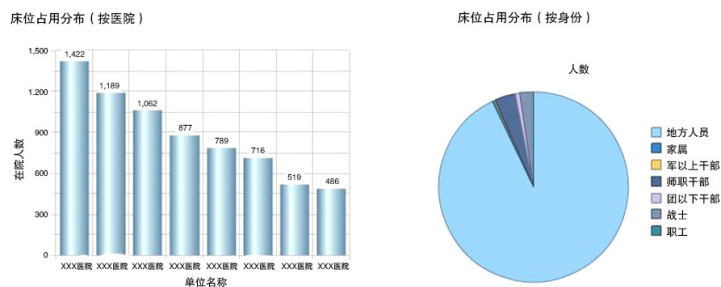


图4 运行状况数据实时采集界面示例图

下转第77页

医院智能化楼宇信息系统的设计与实施

Design and Implementation of an Intelligent Building Information System in the Hospital

王玉珍, 赵正军, 李宗仁
兰州军区兰州总医院 信息科, 甘肃
兰州 730050

WANG Yu-zhen, ZHAO Zheng-jun, LI Zong-ren
Department of Information, General
Hospital of Lanzhou Military Area
Command, Lanzhou Gansu 730050,
China

[摘要]目的 为了营造幽雅的就医环境, 提供优质的医疗服务, 打造先进的智慧医院, 建设医院智能化楼宇信息系统。**方法** 结合智能化医院建筑的特点和使用需求, 利用先进的通信、网络、信息、自动化控制等多项现代高新技术, 完成医院整体的智能化楼宇信息系统的建设。**结果** 完成了1个综合运维管理平台, 5大分系统的楼宇智能化控制系统的集成, 为广大患者和工作人员提供温馨、舒适的就医和工作环境, 整体提升了医院的医疗服务水平。**结论** 资源整合降低了能量消耗及运行成本, 使医院的运营安全、高效、稳定。

[关键词] 医院智能化楼宇; 医院信息系统; 系统集成

Abstract: Objective To construct the intelligent building information system in the hospital so as to provide high-quality medical services. **Methods** In combination with the characteristics and requirements of intelligent hospital building, multiple advanced technologies involving communication, network, information and automatic control were deployed to construct the intelligent building information system. **Results** One platform and five subsystems were integrated into the intelligent building control system, which was helpful to create a warm and comfortable environment for patients and medical staff and improve the quality of medical services. **Conclusion** Resource integration can reduce the energy consumption and operation costs and ensure the hospital is operated in a safe, efficient and stable way.

Key words: hospital instelligent building; hospital information system; system integration

[中图分类号] TU246.1 [文献标志码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.022
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0084-03

我院是一所集医、教、研、预防、康复为一体的大型综合性三级甲等医院, 2012年承建医院综合医技大楼, 总建筑面积为12.19万m², 主体设计26层, 其中地下2层, 地上24层, 共设38个门诊诊疗室、12个医技科室和9个临床科室(18个病区)。

1 系统的设计与规划

结合目前国内建筑智能化的专业划分以及医疗建筑自身的特点, 按照智慧医院(智慧医院=建筑智能化+医疗智能化+医院信息化)的标准进行设计。由于楼宇建设功能复杂, 科技含量高, 要充分考虑普通楼宇设计、建筑医

疗设备、病房医疗设备及办公会议设备的集成^[1]。根据我院楼宇智能化规划, 参照GBT50314-2006《智能建筑设计标准》以及其他的相关规定要求, 完成了1个平台, 5大分系统(含18个子系统)的设计与实施, 主要包括: 综合运维管理平台、基础设施分系统、通讯分系统、安全管理分系统、后勤管理分系统、医疗辅助分系统。实现楼宇智能化、信息化的管控^[2], 其主要系统结构设计图, 见图1。

综合运维管理平台				
基础设施分系统	通讯分系统	安全管理分系统	后勤管理分系统	医疗辅助分系统
机房工程系统	综合布线系统	闭路电视监控系统	楼宇自控系统	多媒体导医及信息发布系统
综合管线桥架系统	公共广播系统	防盗报警系统	智能照明及温度控制系统	手术示教系统
	有线电视系统	无线巡更系统	水电能效管理系统	
	多媒体会议系统	门禁一卡通系统	空调计量系统	
		水控系统		
		停车场管理系统		

图1 医院智能化楼宇信息系统设计结构图

收稿日期: 2014-06-19
基金项目: 2012年全军医药卫生科研基金课题 (CLZ12JB01)。
本文作者: 王玉珍, 硕士, 高级工程师, 主要从事医院信息化研究。
作者邮箱: yuzhen_jinge@163.com

2 智能化楼宇信息系统的功能

2.1 综合运维管理平台

实现综合医技楼内各子系统的统一监测和联动,达到自动化检测和控制管理的目的,同时提供开放的数据结构。采用 OPC, ODBC/JDBC 和 Web Services 等技术实现智能化建筑系统集成,构建一个具有高效服务的管理系统,实现信息资源的共享和管理。

2.2 基础设施分系统

2.2.1 机房工程子系统

新建数据中心机房和监控中心机房建设总面积约 300 m²,是医院全部数据通讯、数据存储、系统管理的中心,整体机房建设包括装修、装饰、配电、空调通风及新风系统、机柜及综合布线系统、消防系统、安防、动力环境监控及机房管理系统。按照 A 级计算机中心机房建设,实现电气通讯工程和装修工程的完美结合。

2.2.2 综合管线桥架子系统

综合管线桥架系统包括医疗网、军事综合信息网、互联网、电话网、管理网的桥架,为保证各套业务的安全和管理,5套网络物理隔离。5套网络共用同一设备间,医疗网设置单独的交换机、配线架、线槽及机柜;军事综合信息网、互联网、电话网、管理网设置在同一配线架,但使用带隔板的线槽,军事综合信息网和互联网光缆直接接入网络机房,使用单独的机柜,电话网和管理网在设备间设置不同的交换机,共用相同的机柜。

2.3 通讯分系统

2.3.1 综合布线子系统

医疗专网水平线缆采用 6 A 类屏蔽双绞线,低烟无卤,并配置电子配线架系统(双配线架模式),医疗专网的数据主干采用 2 根 12 芯 OM4 多模万兆光缆;军综网和互联网信息点位较少,为减少设备开支,采用 4 芯 OM3 多模光纤直接到桌面;电话网和管理网采用 6 类非屏蔽系统,数据主干采用 1 根 6 芯 OM3 多模光缆,语音主干为 3 类大对数电缆。

2.3.2 公共广播子系统

智能化广播系统应遵循实用、先进、智能、集成、开放、安全和经济的原则^[3],根据医院建筑结构和业务分布特点,公共广播系统共划分了 98 个广播分区,具备 4 种广播功能,音频广播优先级依次为:消防紧急广播、业务广播(含定时广播)、本地扩声(如排队叫号等)、背景音乐等,各类广播功能共用广播设备和扬声器。

2.3.3 有线电视子系统

有线电视点主要配置在病房、休息室和值班室。主干光缆直接进入大楼,分配后分别送至楼内的各层弱电竖井楼层光机,再经分配,水平分支系统采用 4 芯屏蔽同轴电

缆接至终端面板及分配模块,送至各用户端。

2.3.4 多媒体会议子系统

包括各层会议室、培训室、手术示教室、会诊室、资料室等、约 45 m² 的中小型会议室 25 间,卫勤指挥中心 1 间。根据临床应用需求,实现各个科室医疗信息的交流沟通,各会议室设置医疗网点、综合信息网点、管理网点及视频会议点,同时预留互联网点。卫勤指挥中心建设是一个集信息化业务演示中心、应急医疗救治指挥中心、模拟战时医疗救治演练中心、可视化医疗示教中心、专业业务培训中心,是五位一体的信息化平台。

2.4 安全管理分系统

2.4.1 闭路电视监控子系统

整个系统由摄像、传输、控制、显示、记录等若干部分组成。采用解码服务器进行视频切换,任何一台摄像机的图像可以切换到任何一台监视器上进行观看。系统的设备性能符合 GB50348-2004、GB50395-2007 中相应强制性条文要求。在与病患直接接触的服务窗口、护士站、谈话间等场所增加录音功能,所有视频信息均采用 NVR 存储技术。闭路监控系统的可视手段实现了对医技综合楼无缝监视覆盖,满足了大楼的监督管理要求及发生意外事件后的查证需求。

2.4.2 防盗报警子系统

系统依据总体纵深防护和局部纵深防护的原则,分别设置内外区域防护、空间防护、重点目标防护系统^[4],实行多层次、多方位、多种手段的防范,达到布设合理、防范严密,杜绝“漏报区”,最大限度地减少“误报警”^[5]。在财务室、各库房、电梯厅、楼梯前室、药房等重要场所设置双探测器,完成对设防区域的入侵监测。

2.4.3 无线巡更子系统

为每个巡更人员设定固定编号,对每次巡更人员身份进行识别。设定相邻巡更点之间的时间间隔。统计和分析每日、每月巡更人员的巡更情况,查询和统计各种异常情况。系统可实现脱机巡更和不可脱机巡更。

2.4.4 门禁一卡通子系统

一卡通系统包含门禁、考勤、消费、水控等子系统,同时实现与消防系统的联动。门禁系统前端采用 RS485 总线连接,通过网络门禁控制主机转换为数字信号与安防网联网,实现一卡通系统的集成式管理;可视对讲系统由主机与分机组成,当主机呼叫分机时,分机可通过屏幕看到呼叫人的面部,对其进行识别后为呼叫人打开门禁系统电子锁,呼叫人方可进入。主要设置于消毒供应中心、电梯厅、楼梯前室、中控室、实验室、药剂室等重要房间,控制非本区域人员的进出。

2.4.5 停车场管理子系统

地下车库为两进两出型,与医院其他地下停车场连接

通道设置道闸。采用目前最先进的闸机、自动吐卡系统、远距离遥感系统、图像对比系统、车库满位显示、车库区位引导系统、异常报警等技术,以保证车辆出入的顺畅。

2.5 后勤管理分系统

2.5.1 楼宇自控子系统

楼宇设备管理自动化系统是对楼内的机电设备进行监测、控制和管理,如对机电设备运行状态、运行参数控制,最终达到节能管理等功能^[6]。

2.5.2 智能照明及温度控制子系统

系统采用分布式集散控制方式,通过网络系统将分布在各现场的控制器连接起来,根据系统的等级结构和应用控制器的功能赋予每个功能部件相应的物理地址,控制命令通过总线传递到对应的地址,达到控制的目的。

2.5.3 水电能效管理子系统

系统集数据采集、数据处理、能耗计量分析及能效发布于一体,实时监测各机电设备的工况和能源消耗状况,提高了管理部门的工作效率,适应现代医院对能源管理的新需求,通过对各种数据的分析、用能管理,实现持续节能。

2.5.4 空调计量子系统

系统按功能区进行中央空调能耗的计量,空调计量系统由系统管理软件、区域管理器、中继器、接口转换器、中央空调热量计量表、信号采集器等辅助设备组成。

2.6 医疗辅助分系统

2.6.1 多媒体导医及信息发布子系统

该系统是医院信息化建设重要组成部分。通过系统的实施,可以解决患者在医院就医各个环节的排队、宣教问题,改善医院候诊区的服务秩序和质量,减轻医护人员分诊压力,使候诊安排科学、合理,提高工作效率。

2.6.2 数字化手术室系统


医技综合楼的17间手术室分两种规模进行数字化建设,将达芬奇机器人手术室、DSA手术室、术中CT手术室按照数字化统一管控建设,实现灯、床、塔、腔镜和高频电刀等的一体化控制,完成高清影像传输和存储的数字化;其他14间手术室完成医疗信息化及高清影像传输和存

储的数字化,重点在腔镜手术室、骨科手术室、心血管手术室3间手术室增加移动主机设备实现灯、床、塔、腔镜和高频电刀等的一体化控制,以节约成本。数字化手术室真正实现了科室管理、教学培训、手术直播、远程会诊、学术交流、电子病历、医学信息数据库等一体化管理。

3 结束语


随着医疗信息的不断发展,医院管理正逐步向数字化、信息化、智能化转变。现代化医院智能化建筑系统的设计与建设,要跟随医院建设的发展趋势。医院建筑智能化信息系统的的使用减少了运营成本,降低了能量消耗,提高了服务响应速度,为患者和医务工作者提供了良好的就医环境和工作环境。

[参考文献]

- [1] 王杭兵.南京军区南京总医院智能化楼宇信息系统的设计与实施[J].医学研究生学报,2012,25(4):402-405.
- [2] 黄正东,郭雪清,王光华.医院建筑智能化系统的设计与实施[J].医疗卫生装备,2009,30(3):102-104.
- [3] 刘春艳.智能化楼宇对讲系统的发展与趋势研究[J].农业网络信息,2013,32(4):32-33.
- [4] 田思源,胡楠,矫亮,等.智能化楼宇安防自动监控报警系统的研究[J].农业网络信息,2010,34(7):24-26.
- [5] 曾勇,李沐华.楼宇智能化系统及其技术[J].计算机与现代化,2003,32(7):16-19.
- [6] 张志斌,彭望清.谈楼宇自控系统在医院建筑中的应用[J].中国医疗前沿,2009,4(16):133-134.
- [7] 姚力,冯娟,蒋昆.大型医院业务网络改造及优化[J].中国医疗设备,2013,28(1):38-40.
- [8] 陈富川.建筑智能化系统集成研究设计与实现[D].西安:电子科技大学,2008. 

上接第80页

- 现代图书情报技术,2012,28(1):68-72.
- [6] 张钧,於煌.基于VMware虚拟化技术的医院信息化系统的实现[J].中华医院管理杂志,2013,29(2):103-104.
 - [7] 马博峰.VMware、Citrix和Microsoft虚拟化技术详解与应用实践[M].北京:机械工业出版社,2013.
 - [8] 姜昌金,陶桦.桌面虚拟化技术在校园网环境的应用[J].实验技

- 术与管理,2011,28(5):103-105.
- [9] 刘思得.基于网络的云存储模式的分析探讨[J].科技通报,2012,28(10):206-209.
 - [10] 王颖,关璐.网络虚拟化环境下的故障管理[J].电信科学,2013,29(5):44-48. 

数字化管理医院供应商信息的设计和应用

Design and Application of a Digital Supplier Information Management System in the Hospital

马冠颖, 徐杭龙, 刘水玉
台州市中心医院 采购中心, 浙江
台州 318000

[摘要] 本文从信息化角度研究了影响供应商信誉的因素, 确定了系统的数据架构, 在Microsoft Visual Studio 2008环境下利用C#语言开发医院供应商信息管理系统, 基于ORACLE 10.g数据库对系统所需数据进行相应的操作。系统的使用, 实现了对供应商信息动态管控, 规范了管理供应商和医疗器械证件, 确保了医疗安全, 促进了医院医疗器械管理的信息化建设。

[关键词] 医疗器械; 供应商信息管理系统; 质量管理; 医院数字化

Abstract: This paper researched the factors that affected the suppliers' reputation from the perspectives of informatization and determined the data structure of the supplier information management system. Then, the system was developed with the C# language in the environment of Microsoft Visual Studio 2008. Additionally, the data required by the system were processed on the basis of ORACLE 10.g database. The system made it possible to dynamically control and standardizedly manage the information and certificates of suppliers and medical equipment, which ensured the medical safety and improved the informatization construction of the medical equipment management in the hospital.

Key words: medical equipment; supplier information management system; quality management; hospital digitalization

MA Guan-ying, XU Hang-long,
LIU Shui-yu
Procurement Centre, Taizhou Central
Hospital, Taizhou Zhejiang 318000,
China

[中图分类号] TP311.52 [文献标志码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.023
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0087-03

0 前言

据中国行业研究网调研, 中国目前医疗器械市场已过千亿元规模, 而年均增长率约 23%, 预计到 2015 年市场规模要达 3400 亿元^[1-2]。随着医疗器械和设备与医疗活动日益密切, 市场上以次充优, 以假乱真等现象时有发生, 造成医疗事故屡见不鲜, 国家药监局和等级医院评审都要求医院要加强对供应商和医疗器械的管理。但如何高效、准确、及时管理这些供应商和医疗器械一直都是伴随着医务工作者的难题。为此, 我院开发了医院医疗器械供应商信息管理系统, 实现对供应商信息动态管控, 促进医院医疗器械

管理的信息化建设^[3-5]。

1 需求分析

本系统主要应用在医院的采购中心, 对各种医疗器械供应商的资料进行录入、审核, 对过期的产品信息预警; 维护供应商的归档资料, 对整个采购流程中供应商存在的过失或者优势进行评分(总计 100 分); 系统需求数据主要从医院采购中心的日常工作流程中提炼, 系统设计要充分考虑业务需求的扩展性和兼容性。

2 系统结构设计

系统以 .Net 平台为基础, 采用 C# 语言进行开发。系统结构按各模块功能进行划分, 见图 1。

收稿日期: 2014-09-14
作者邮箱: mgy2009@163.com

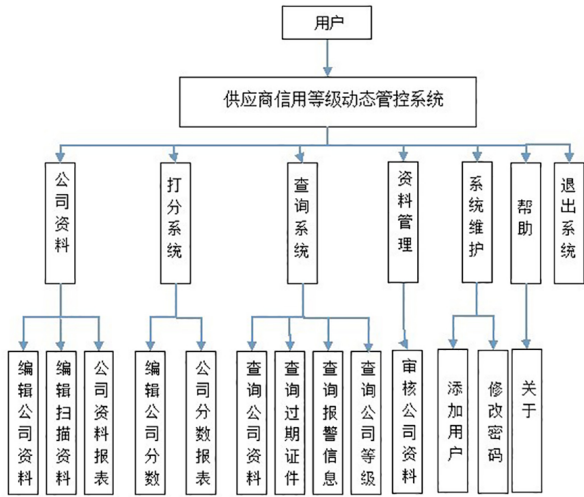


图1 供应商动态管控的系统结构图

3 系统功能设计

系统应具有的功能：① 信息采集内容，主要围绕医疗器械购入和使用中所需要的各种相关证件和凭证，以及动态评价该供应商提供的产品价格、品质、交货及时性、售后服务、证件是否过期等方面信息；② 审核及预警功能，对供应商的资料进行审核、修改、预警，对供应商的考核进行打分、排定等级、淘汰停用等管理，对供应商的等级和产品价格进行查询，真实的价格数据以财务系统中心数据为依据，对各供应商每次有问题的项目自动扣分，总分设计为 100 分；③ 系统与医院采购中心信息系统兼容，满足系统需求数据顺利地融入医院采购中心的日常工作流程中；④ 系统功能导航树体现层次结构，根据用户的权限显示不同的功能，以保证系统的安全；⑤ 可对供应商和采购产品类型进行管理配置。

4 数据库设计与实现

4.1 数据库实体模型设计

根据系统要实现的功能，设计了数据库实体模型，见图 2。

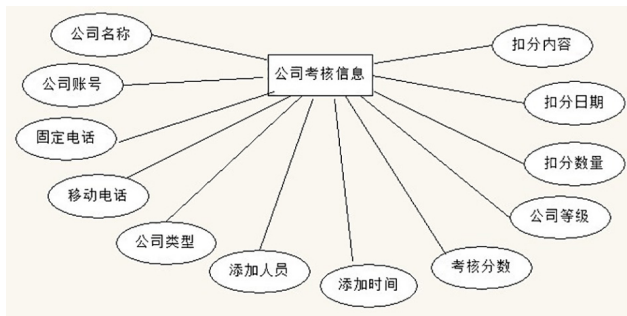


图2 数据库实体E-R图

4.2 数据库逻辑结构设计

逻辑结构设计任务就是把设计好的实体 E-R 图转换为与数据库管理系统所支持的数据模型相对应的逻辑结构，本系统采用 ORACLE 10.g 数据库来实现。逻辑结构主要是

通过数据表与表之间的关系来体现，本系统设有供应商信息表、证件信息表、器械信息表、供应商审核表、供应商考核表等 28 个数据表，用于保存医院对供应商考核所需的基本信息。其中供应商考核表的设计，见表 1。

表1 供应商考核表设计

字段名称	数据类型	长度	说明
SGL_ADDER	VARCHAR2	50	打分人工号
SGL_ADDER_NAME	VARCHAR2	50	打分人
SGL_ADD_DATE	DATE	7	打分时间，实际操作时间
SGL_BZ	VARCHAR2	2000	备注
SGL_CQ_ID	NUMBER	22	超期资料编码
SGL_CQ_TABLE	VARCHAR2	200	超期资料表名
SGL_HANPPEN_DATE	DATE	7	发生日期，计算周期得分按这个时间
SGL_ID	NUMBER	22	编码
SGL_SSI_ID	NUMBER	22	供应商编码
SGL_TYPE	VARCHAR2	50	打分类型
SGL_VALUE	NUMBER	22	打分值，加分为正减分为负

5 系统界面的设计

系统主要采用 EXTJS+.net 实现不同功能的页面视图，然后按照总体布局结构，将这些功能视图组织在一起，形成完整的界面^[6]。对界面设计的原则是操作简单、方便，维护成本低；界面美观，以淡蓝色为主配色，使用户在较长时间使用后不至于感到视觉疲劳。

界面操作流程：① 输入网址后，显示用户登录界面；② 用户输入账户和密码确认后，系统判断是否正确，账户和密码不正确则提示用户重新输入；③ 登录账户密码正确后，才能进入系统主界面，以保证系统的安全；④ 在系统主界面上，选择相应的管理页面进行操作。

展开供应商管理系统的子目录可见供应商资料审核、管理、预警、考核等管理 4 个模块。系统工作流程见图 3。

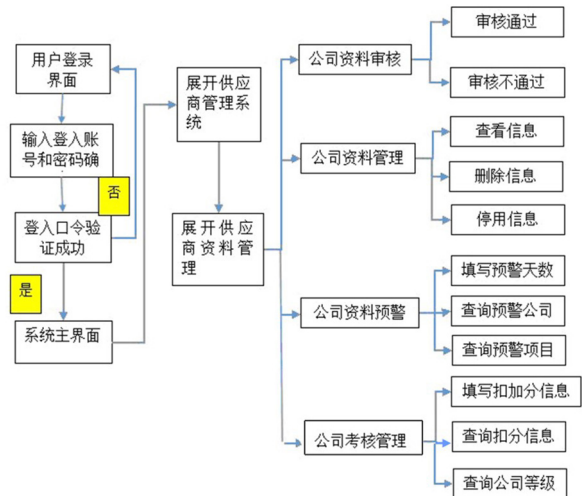


图3 系统工作流程图

6 结语

系统软件在我院使用以来，系统能够如实地记录供应商每一次关于在产品价格、产品质量、服务质量和响应时间上的不足，并反馈给供应商，激励他们提高服务质量，

同时也促进了医院与供应商的关系^[7],从而间接地提高了医院的产品质量和运营效率^[8]。

[参考文献]


- [1] 种银保,郎朗,黄燕.现代医疗设备管理现状及其发展趋势[J].医疗卫生装备,2009,30(3):86-87,90.
- [2] 吴文松,卢光泽.提高医用耗材物流系统效率的探讨[J].中国农村卫生事业管理,2012,32(2):141-143.
- [3] 蒋海洪,梁学林,奚健.对在用医疗器械实施风险管理的思考[J].中国医疗器械杂志,2012,36(2):128-132.

上接第95页


资源共享,数据交换更加方便快捷^[7]。在此基础上,我院还建立了局域网的邮件服务器和不同楼宇间数据库的异地备份服务器。通过应用实践证明,多系统不仅在性能上明显优于单操作系统,而共存于同一网络的服务器系统,则始终能够安全稳定地运行,无须担心病毒侵扰、系统崩溃等网络灾难事故的发生。Linux系统的服务器已经成为我院局域网实际意义上的“数据安全保护中心”,使HIS数据安全有了进一步的保障^[8],同时给医院带来的间接经济效益和社会效益无法估量。

[参考文献]

- [1] 王捷.局域网维护中常见的一些故障以及处理对策[J].信息技术,2013,(23):91.
- [2] 胡石林.论计算机局域网的维护管理与网络安全[J].科技资讯,

- [4] 赵长俊,王洪福,刘秀秀.我院医学装备的信息化管理[J].中国医疗设备,2013,28(5):103-104.
- [5] 王新.供应商管理方法的改进探讨[J].科技情报开发与经济,2011,21(15):152-159.
- [6] 赵凯.基于C#的医疗器械管理管理系统开发与应用[D].吉林:吉林大学软件学院,2009.
- [7] 洪江涛,黄沛,张奕波.提高供应商质量的企业激励策略研究[J].工业工程与管理,2010,15(3):120-123.
- [8] 马冠颖,秦青通,林顺康.医疗产品供应商质量管理研究[J].中国农村卫生事业管理,2013,33(4):385-386. 

2011,(15):26,161.

- [3] 罗继云.计算机局域网的安全与维护[J].智能计算机与应用,2013,(4):84-85.
- [4] 姚小平.论计算机网络的安全与维护[J].科技与企业,2014,(14):146.
- [5] Yang Deng. The Application of VLAN-based Technology in Campus Network Construction[J].Microcomputer Information, vol.6, Jun. 2010, 6:133-134.
- [6] 段新东.网络存储安全协议研究[D].西安:西安电子科技大学,2011.
- [7] 蔡守玮.我院信息系统的拓展应用[J].中国医疗设备,2012,27(3):46-47.
- [8] 周强.基于Linux的用户态文件系统的设计[J].计算机应用软件,2007,24(10):87-89. 

呼吸机质控管理系统的设计与实现

Design and Implementation of Management System for the Quality Control of Respirator

庞剑飞^{1,2}, 蒋俊成², 乔梁³

1.中国人民解放军第117医院 医学工程科, 浙江 杭州 310013; 2.中国人民解放军 73232部队 卫生队, 浙江 舟山 316217; 3.中国人民解放军第三军医大学 生物医学工程学院计算机教研室, 重庆 400038

PANG Jian-fei^{1,2}, JIANG Jun-cheng², QIAO Liang³

1.Department of Medical Engineering, The 117th Hospital of PLA, Hangzhou Zhejiang 310013, China; 2. Department of Health, No. 73232 Force of PLA, Zhoushan Zhejiang 316217, China; 3. Teaching and Research Section of Computer Science, Institute of Biomedical Engineering, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China

[摘要] 目的 通过建立呼吸机质控数据库, 实现呼吸机质控数据管理的信息化, 以提升医院设备管理水平。**方法** 对呼吸机质量检测技术规范进行需求分析, 同时参考质控人员实际工作情况设计系统数据库与客户端功能模块; 系统采用C#编程语言实现, 以Access为后台数据库并调用Office COM组件实现数据打印输出。**结果** 系统能够实现呼吸机质控数据的录入、查询、修改及设备信息维护, 满足了设备管理人员的质控需求。**结论** 采用C#面向对象编程架构, 使系统具有较强的扩展性与灵活性, 方便系统功能添加、修改。

[关键词] 呼吸机; 呼吸机质量管理体系; 数据库; C#语言

Abstract: Objective To realize informatization of data management for quality control of the respirator and enhance equipment management in the hospital through establishment of a respirator quality control database. **Methods** Firstly, a requirement analysis was accomplished according to the respirator quality inspection standards. Meanwhile, the system database and client module were designed based on the actual work of quality control staff. Then, the system was designed with the C# programming language. Additionally, Access was used as the background database and the Office COM software was used to print the data. **Results** The system realized the entry, query and modification of respirator quality control data as well as maintenance of equipment information, which satisfied the quality control requirements for equipment management staff. **Conclusion** Using C# object-oriented programming as the framework endowed the system with high expansibility and flexibility, which allowed for the addition and modification of the system functions.

Key words: respirators; respirator quality management system ; database; C#

[中图分类号] TP311.52 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.024

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0090-04

0 前言

随着医学的发展, 医疗设备在医院发挥着越来越重要的作用, 为了确保设备的正常运行、防止误诊、错诊甚至医疗事故的发生, 开展医疗设备的质量控制已成为医院降低临床风险, 保障医患双方合法权益的重要内容^[1]。呼吸机作为医院风险系数最高的生命支持类急救设备, 对其进行定期检测是确保其持续安全运行的重要手段^[2-3]。目前, 呼吸机质控主要数据的管理大都通过仪器检测、手工填表、装订归档的方式进行, 存在着工作量大, 管理不够规范、

效率低等问题, 同时设备管理人员与医院领导不能实时掌握呼吸机的运行情况, 很难全面地对数据进行分析和挖掘^[4]。鉴于此, 本文设计了一种呼吸机质控数据管理系统, 对质控数据进行存储、分类、汇总, 以实现质控管理的信息化, 提高医院设备管理水平。

1 系统分析

1.1 需求分析

呼吸机质控数据管理系统旨在运用计算机技术帮助医学工程人员方便、高效地管理呼吸机质控数据, 及时、准确了解分析呼吸机的性能及运行状态, 同时通过对质控数

收稿日期: 2014-08-09

作者邮箱: jian11fei.happy@163.com

据的分析, 确保呼吸机临床使用安全, 为设备采购与预防维修提供量化依据^[5]。

依据呼吸机质量检测技术规范, 设计系统数据库及功能模块。系统主要面向呼吸机质控工程师, 为其提供呼吸机质控数据管理功能, 具体包括呼吸机与质控设备信息管理模块, 质控原始记录与报告模块。系统能够根据科室、时间等项目分类统计与汇总质控数据, 以便相关领导与设备管理人员及时掌握呼吸机运行状态。

1.2 总体架构

由于系统面向的是质控人员与设备管理的相关领导, 客户端较少, 为提高客户端响应速度, 采用客户端/服务器模式(C/S), 见图1。医学工程人员利用检测设备对呼吸机进行质控, 并将质控数据录入客户端、上传至服务器, 系统主要包含的模块有数据录入、数据查询与打印、设备信息管理等模块。

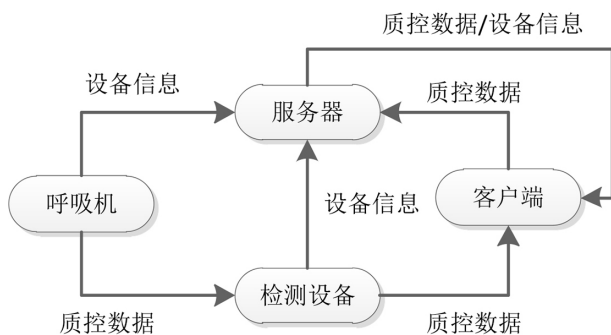


图1 系统结构示意图

2 数据库设计与实现

2.1 数据库设计

本系统数据管理采用 Access 数据库, 包括 3 个数据表, 分别是呼吸机设备信息表、检测设备信息表、质控信息表, 其结构关系见图 2。

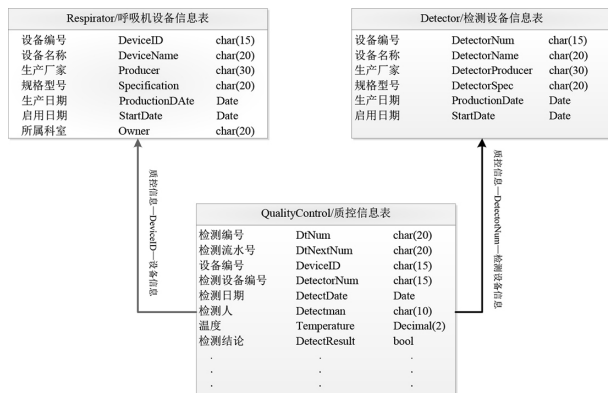


图2 数据表物理结构关系

2.2 数据连接

导入所需的命名空间, 即 using System.Data.OleDb, 之后按照建立连接字符串建立连接、执行 SQL 语句、关闭连

接的顺序实现, 具体代码如下:

```

public static System.Data.DataTable SQLData( string sql,ref
bool success,int select)
{
    System.Data.DataTable dtt = new System.Data.DataTable();
    DataRow dr;
    RespiratorManager.Properties.Settings rs=new Properties.
    Settings();
    string strConn = rs.DataConnectionString;
    OleDbConnection odcConnection = new OleDbConnec-
    tion(strConn); // 建立连接
    odcConnection.Open();// 打开连接
    OleDbCommand odCommand = odcConnection.CreateCom-
    mand();// 建立 SQL 查询
    odCommand.CommandText =sql;// 输入查询语句
    odCommand.CommandType = CommandType.Text;
    OleDbDataReader odrReader = odCommand.ExecuteRead-
    er();// 建立读取
    // 查询并显示数据
    int size = odrReader.FieldCount;
    for (int i = 0; i < size; i++)
    {
        DataColumn dc;
        dc = new DataColumn(odrReader.GetName(i));
        dtt.Columns.Add(dc);
    }
    while (odrReader.Read())
    {
        dr = dtt.NewRow();
        for (int i = 0; i < size; i++)
            dr[odrReader.GetName(i)] = odrReader[odrReader.
            GetName(i)].ToString();
        dtt.Rows.Add(dr);
    }
    odrReader.Close();
    success = true;
}
odcConnection.Close();// 关闭连接
return dtt;
}

```

3 系统模块与界面的实现

3.1 查询模块

查询模块主要分为查询条件输入与检索结果显示两部分(图3)。质控记录查询可根据检测编号、呼吸机所属科室、检测时间等条件单独或组和进行查询。在记录显示模块中每条记录设置复选框, 通过勾选部分或全部实现质控记录的打印; 在每条记录最后设置有查看按钮, 点击可跳转至

数据输入 / 修改界面, 可查看该记录的详细信息或进行修改。

记录打印功能通过调用 Excel 模板实现。首先在程序中添加对应的 COM 组件 (Microsoft Word 11.0 Object Library), 之后在主程序开始处添加 using Excel=Microsoft.Office.Interop.Excel 命名空间, 之后在程序中调用 Excel 实现打印功能, 其主要代码如下:

```
private void PrintBtn_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Excel.Application excel = new Excel.Application();
    excel.Visible = false; // 激活 Excel // 获取路径
    string str = System.Environment.CurrentDirectory;
    Excel.Workbook wBook = excel.Workbooks.Open(str + @"\page.xls", Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing); // 定义工作簿对象
```

Worksheet wSheet = wBook.Sheets[1] as Worksheet; // 定义工作表对象

```
String sql = @" SELECT QualityControl.DtNum, QualityControl.DtNextNum, QualityControl.FlowV13 FROM QualityControl, respirator, Detector where QualityControl.DtorNum = Detector.DetectorNum and QualityControl.DeviceID = respirator.DeviceNum ";
```

```
dt = SQLData(sql, ref fs, 0); // 读取待写入数据
int[,] d = {{3,7,3,8,10,3,9,3,8,3,8,3,8,3,8,4,5,6,7,8,4,5,6,7,8,10,11,4,5,6,7,8,4,5,6,7,8,10,11}, {3,3,4,4,4,5,5,7,7,8,8,9,9,10,10,13,13,13,13,13,15,15,15,15,15,13,13,18,18,18,18,20,20,20,20,20,18,18}}; // 定义单元格坐标
```

```
DataRow dr = dt.NewRow();
if (fs & & dt.Rows.Count > 0)
{ dr = dt.Rows[0];
```

```
// 赋值
for(int i=0; i<39; i++)
{ wSheet.Cells[d[1, i], d[0, i]] = dr[i].ToString(); }
if (dr[39].ToString() == "1")
{ Excel.CheckBox cbx = wSheet.CheckBoxes[0][1] as Excel.CheckBox;
cbx.Value = true;
}
else
{ Excel.CheckBox cbx = wSheet.CheckBoxes[0][2] as Excel.CheckBox;
cbx.Value = true;
}
}
```

```
// 设置禁止弹出保存和覆盖的询问提示框
excel.DisplayAlerts = false;
excel.AlertBeforeOverwriting = false;
excel.ActiveWorkbook.SaveCopyAs(str + @" \t6.xls");
excel.Quit();
}
```



图3 系统查询模块

3.2 数据输入/修改模块

本模块主要完成的是质控原始记录的输入 / 修改功能 (图4), 包括不同模式下的潮气量测试、氧浓度测试、安全报警功能检查、检测环境信息 (温度、湿度等)、质控基本信息 (编号、时间等) 等功能。



图4 系统数据输入/修改模块

3.3 设备管理模块

设备管理模块主要用于管理呼吸机及检测设备基本信息 (图5), 采用 DataGridView 控件实现。可通过呼吸机编号、所属科室等进行查询, 在录入科室信息时, 为减少录入错误, 采用下拉菜单 (ComboBox) 进行选择, 实现的主要代码如下:

```
private void dataGridView2_CellEnter(object sender, DataGridViewCellEventArgs e)
{
    if (this.dataGridView2.CurrentCell.ColumnIndex == 6) // 判断当前是否选择科室列
    {
        this.dataGridView2.Controls.Add(comboBox1); // 添加 Com-
```

boBox

```
// 绘制 ComboBox 外观
```

```
System.Drawing.Rectangle rect = dataGridView2.
GetCellDisplayRectangle (this.dataGridView2.CurrentCell.
ColumnIndex, this.dataGridView2.CurrentCell.RowIndex,
false);
```

```
this.comboBox1.Left = rect.Left;
```

```
this.comboBox1.Top = rect.Top;
```

```
this.comboBox1.Width = rect.Width;
```

```
this.comboBox1.Height = rect.Height;
```

```
this.comboBox1.Visible = true;
```

```
}
```

```
else
```

```
{ this.comboBox1.Visible = false; }
```

```
}
```

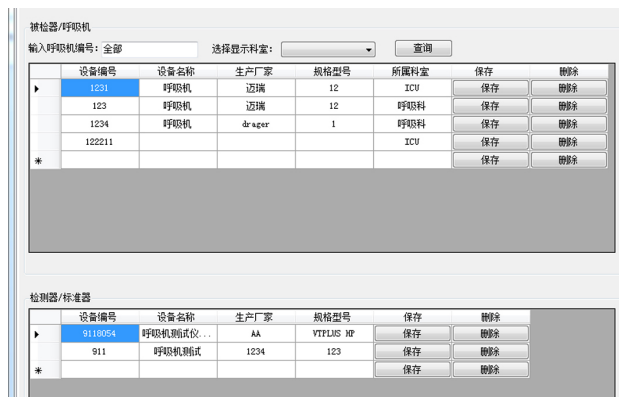


图5 系统设备信息管理模块

4 讨论

呼吸机质控数据管理系统面向质控工作人员，可完成质控原始数据录入、误差计算、数据查询、设备信息管理 tasks，提高了质控人员的工作效率，为进一步分析质控

数据提供了基础。采用基于 C# 的面向对象编程架构使系统具有较强的扩展性与灵活性，方便系统功能添加、修改。但系统数据录入是质控人员手动输入客户端完成的，是在对呼吸机质控后进行记录的，增加了工作量及数据出错风险。我们下步工作可通过通讯模块与手持 PDA 实现原始数据的直接录入^[6-8]，以提高工作效率及数据的准确性；本系统主要实现质控数据的管理，对数据的挖掘分析不够，可进一步分析全院、某科室或某台呼吸机的质控情况进行归纳总结，进一步提供呼吸机管理与使用的科学性，在为患者提供优质服务的同时，减少不良事件的发生；系统可进一步推广至多参数监护仪、高频电刀、输液泵等其他医疗设备的质控管理中。

参考文献

- [1] 周丹.急救医学装备工程导论[M].北京:人民军医出版社,2006:14-45.
- [2] 张秋实.呼吸机麻醉机质量控制检测技术[M]北京:中国计量出版社,2010:102-118.
- [3] 蒋友好,彭文,马力.呼吸机的使用现状分析及风险安全管理措施[J].中国医疗设备,2012,27(2):71-73.
- [4] 杨风辉,尚长浩.呼吸机质量控制检测数据分析思路[J].医疗装备,2010,(11):1-3.
- [5] 许敏光,闫伟,赵红,等.呼吸机的质量控制及分析[J].中国医学装备,2013,10(7):24-26.
- [6] 李涛,张楠,蒲卫.呼吸机质量控制信息系统的建立与研究[J].中国医疗器械杂志,2013,37(3):223-225.
- [7] 卢爱国.医疗设备质量控制体系的构建[D].重庆:第三军医大学,2012.
- [8] 叶红梅.构建医疗设备应用安全和质量控制体系[J].中国医学装备,2012,(11):61-65.



基于多系统的医院局域网管理与维护

Management and Maintenance of Multisystem-Based LAN in the Hospital

翁铁鹰¹, 李冲²

1.镇江市京口区人民医院, 江苏 镇江 212001; 2.江苏科技大学, 江苏 镇江 212003

WENG Tie-ying¹, LI Chong²

1. People's Hospital of Jingkou District, Zhenjiang Jiangsu 212001, China; 2. Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang Jiangsu 212003, China

[摘要] 随着科学技术的不断进步以及信息技术的高速发展, 计算机网络已经成为人们获取信息的主要途径。计算机局域网作为一种特殊的计算机组, 在医院信息系统的发展中起到了重要作用。本文从Linux和Windows系统出发, 利用samba软件实现了多操作系统环境下局域网的数据共享, 并提出了基于多系统的医院局域网管理与维护的策略。

[关键词] 医院局域网; 网络维护; 网络安全; Linux

Abstract: With the unceasing development of the scientific technology and information technology, the computer network has become a main method for people to obtain information. As special computer groups, the local computer network plays an important role in the development of the hospital information system. With deployment of the Samba software, data sharing between the Linux and Windows system was realized in the LAN (Local Area Network) of the hospital. In view of this, this paper put forward strategies on the management and maintenance of the hospital local area network based on multiple systems.

Key words: hospital local area network; network maintenance; network security; Linux

[中图分类号] TP393.08 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.025

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0094-02

0 前言

随着计算机技术的进步, 医院信息管理成为信息技术在医院推广应用的必然产物。医院信息管理系统(HIS)、检验分析系统(LIS)、影像处理系统(PACS)等信息系统的应用对于规范医院管理、加快就医、问诊处理过程、跟踪医疗效果、总结医疗经验具有不可估量的意义^[1]。

医院虽然建立了信息管理系统, 但安全措施尚不完善, 一旦发生病毒严重感染和系统灾难性故障, 很难保证数据安全以及迅速恢复系统正常运行。特别是在针对Windows环境平台病毒泛滥的今天, 每当病毒发作的敏感时期, 医院局域网络总会危机四伏, 由病毒而引发的故障频频发生, 不但影响了医院的正常工作, 也给网络维护人员带来很大压力。

不可否认的是, Windows操作系统仍然占据着的多数市场, 但Linux操作系统稳定、安全快速、高效的独特优势, 使得越来越多的局域网开始选用Linux作为服务器操作系统^[2]。怎样实现两个操作系统之间数据的共享, 成为很多信息技术人员关心的课题。经研究, 在Redhat 6.4环境下

可将Linux系统配置成文件服务器, 并实现文件资源共享。通过多系统的管理, 可以大大提高局域网的效率和安全性。

1 背景知识简介

1.1 Linux系统简介

Linux是一套免费使用和自由传播的类Unix操作系统, 是一个基于POSIX和UNIX的多用户、多任务、支持多线程和多CPU的操作系统。它能运行主要的UNIX工具软件、应用程序和网络协议; 它支持32位和64位硬件。Linux继承了UNIX以网络为核心的设计思想, 是一个性能稳定的多用户网络操作系统^[3]。

1.2 Samba软件简介

SMB^[4] (Server Messages Block, 信息服务块) 是一种在局域网内共享文件和打印机的一种通信协议, 它为局域网内的不同计算机之间提供文件及打印机等资源的共享服务。SMB协议是客户机/服务器型协议, 客户机通过该协议可以访问服务器上的共享文件系统、打印机及其他资源。通过设置“NetBIOS over TCP/IP”使得Samba不但能与局域网主机分享资源, 还能与全世界的电脑分享资源。

收稿日期: 2014-09-17
作者邮箱: 75253057@qq.com

修回日期: 2014-11-25

1.3 多系统数据共享的设置

在域环境下,加入局域网的计算机要进行一些相应的设置,才能共享网络资源。如工作组环境下访问出现的问题较多有:①协议和端口、组件和服务设置,这些工作在网络通讯的底层,其参数设置正确,访问才能正常进行;②用户身份验证,计算机网络是不允许来历不明的人随便访问它的共享资源的,只有通过身份验证的用户才可访问;③浏览权限检查,通过用户身份验证,还要通过访问权限的检查才能真正访问到系统的共享资源。

2 多系统数据共享的实现

2.1 技术原理

在Linux操作系统中,主要是通过Samba和NFS两个软件工具来实现文件资源共享,这里我们用的是Samba来建立基于Linux系统的文件服务器^[5]。Samba的工作原理是让NETBIOS和SMB这两个协议运行于TCP/IP通信协议之上,并且使用Windows的NETBEUI协议,让Linux可以在网络邻居上被Windows看到并使用。目前Samba可以在几乎所有的Unix变种软件上运行。由于我院计算机操作系统大多采用Windows 2008和Windows XP系统,所以我们选择了Samba在Redhat 6.4环境下实现数据的共享。

2.2 实现方法

在Linux系统下安装samba软件,不同的操作系统有不同的安装方式。在Redhat 6.4操作系统安装时,如果选择了系统默认的快速安装方式,Samba则会自动与Linux同时安装。这里我们使用yum(主要功能是更方便的添加/删除/更新RPM包)命令配置安装:

```
[root@Redhat ~]# yum install samba / 安装 samba/
.....
Setting up Install Process / 开始安装 samba/
.....
Installed:
samba.x86_64 0:3.0.33-3.28.el5 / 加载 samba 文件 /
.....
Complete! / 安装完成 /
```

2.2.1 Linux共享数据Windows访问

(1)加入Linux。如果已经有一个用户sun,相关的路径为/home/sun,我们可以直接使用相关命令来共享/home/sun:

```
[root@RedHat ~]# smbpasswd -a sun / 为 sun 设定 SMB 密码 /
New SMB password:
Retype new SMB password:
Added user sun.
[root@RedHat ~]# service smb restart / 重启 SMB 服务 /
```

直接使用Smbpasswd命令添加sun用户,设定SMB密码,这个密码可以不与操作系统的sun用户的密码一致,重启SMB服务即可;然后在Windows系统运行访问Linux的IP,输入刚刚设定用户名和密码即可。

(2)从安全角度考虑,有时候只能共享部分文件。为此,先创建share文件夹,然后进入/etc/samba/smb.conf文件添加路径,让整个sun用户共享路径文件夹。部分设置语句如下:

```
comment = share dir /comment-- 注释说明 /
path = /home/sun/share / 分享资源的完整路径名称 /
valid users=sun / 设定只有 sun 用户才能访问 /
public = yes / 是否公开共享,若为否,则进行身份验证 /
writable = yes / 是否以只读方式共享,优先级高于 read only /
还有很多对共享文件的设置,包括对 browseable (是否在浏览资源中显示共享目录), printable (是否允许打印), hide dot files (是否隐藏隐藏文件), allow hosts (设定只有此网段/IP的用户才能访问共享资源)等。这些设置可以处理不同系统之间数据的共享问题,不仅充分发挥了Linux系统的优势,也使得整个局域网的安全性能得到了提高。
```

设置完毕后,可以使用testparm命令进行测试,这里就不再赘述。

2.2.2 Windows共享数据Linux访问

直接使用挂载命令mount即可,如Windows操作系统的用户名是sun,密码是123456,共享某个文件夹sun之后,在Linux即可访问。设置命令语句如下:

```
[root@RedHat ~]# mount -t cifs -o username=sun //192.168.83.18/data /home/new / 挂接到指定设备的挂载点 /
Password: 123456 / 输入密码查看文件 /
[root@RedHat ~]# cd /home/new / 打开 mount 的路径文件 /
[root@RedHat new]# ls / 显示当前目录的内容 /
```

3 多系统在局域网维护和管理中的作用

从网络安全出发,我们把计算机网络分成了2部分:①主要用于医疗业务方面的网络称为内网(下称内网),如HIS、LIS、PACS、健康档案系统、体检管理系统、资产管理系统等;②通过路由器连接互联网(下称外网)的网络,如疾病预防系统、网络直报系统等,这部分工作产生的数据大多保存在相应的工作网站中,只要定期对本地数据做好备份即可。

对于那些既要使用内网又要使用外网、且工作空间较小的科室,我们采用安装双网隔离卡或双主机加KVM交换机的方式,提高设备的使用率,减少空间占用。这样就将医院内部的网络与互联网隔离开来,尽可能避免医院的主要工作数据遭受外部网络病毒的侵害^[6]。

整个内网系统通过Windows系统和Linux系统之间的

下转第89页

产科新生儿安全信息系统的研制

Development of the Safety Information System for Newborns in the Department of Obstetrics

王芳, 刘曼华, 陈建荣,
薛莉莉, 朱向华, 王健
南通市第一人民医院, 江苏 南通
226001

WANG Fang, LIU Man-hua,
CHEN Jian-rong, XUE Li-li,
ZHU Xiang-hua, WANG Jian
Nantong First People's Hospital,
Nantong Jiangsu 226001, China

[摘要] 本文阐述了产科新生儿安全信息系统的研制过程。该系统主要由床边安全信息采集平台和中央监护系统组成, 可实现床边母婴身份识别、床边母婴信息显示、床边母婴信息发送/接收、护士站中央监护等功能。临床测试结果表明, 该系统机动性好, 性能稳定, 通过一系列可预见性的管理功能提高了新生儿的安全管理水平。

[关键词] 产科新生儿; 安全信息系统; 母婴身份识别; 电子标签阅读器

Abstract: This paper introduced the development process of a safety information system for newborns in the department of obstetrics. The system consisted of the bed-side safety information collection platform and the central monitor and care system, which possessed the functions of bedside mother-baby identity recognition, mother-baby information display and sending/receiving as well as central monitor and care in the nursing station. According to the clinical test results, the system had demonstrated its stable performance and flexibility in improved safety management of newborns through a serial of foreseeable management functions.

Key words: new-born babies in the department of obstetrics; safety information system; mother-baby identity recognition; electronic label reader

[中图分类号] TP309 [文献标志码] B
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.026
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0096-03

0 前言

母婴同室病房由于其工作性质和服务对象的特殊性, 是护理安全事故的高风险部门, 其中新生儿安全更是产科病房管理的重点和难点^[1]。由于新生儿的调节中枢功能尚不健全, 机体抵抗力低下, 产妇及家属缺乏专业的护理知识和对疾病的洞察力, 部分临床护理人员对新生儿风险评估和预测的能力欠缺, 导致母婴同室病房中的新生儿存在着一些医疗安全隐患。目前, 国内外大部分医院在新生儿的防盗安全、母婴同室安全告知、护士培训、感染管理等方面做了大量的工作^[2-5], 但对母婴同室新生儿的分级、分层管理研究较少^[6-8]。笔者自主研发了一套产科新生儿安全信息系统, 运用现代化的科学手段, 对新生儿采取了一系列可预见性的安全管理办法, 临床使用效果良好, 报道如下。

1 系统的设计及实现

1.1 系统硬件及功能

产科新生儿安全信息系统主要由床边安全信息采集平台和中央监护系统组成。系统原理框图, 见图 1。

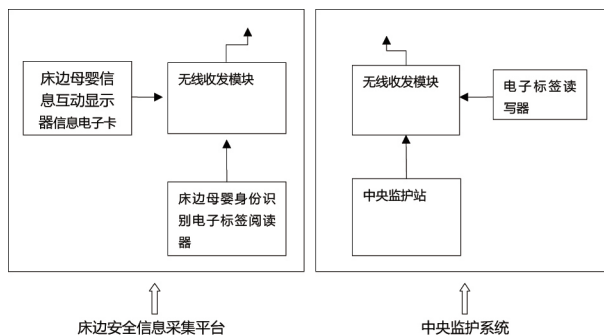


图1 产科新生儿安全信息系统原理框图

收稿日期: 2014-08-17
作者邮箱: perfect.litingting@163.com

修回日期: 2014-10-16

1.1.1 床边安全信息采集平台

床边安全信息采集平台包括床边计算机系统、床边母婴身份识别电子标签阅读器、床边母婴信息互动显示器及无线收发模块。其原理框图，见图2。

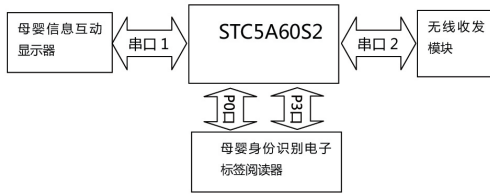


图2 床边安全信息采集平台原理框图

(1) 床边计算机系统。床边计算机系统选型很重要，因为床边母婴身份识别电子标签阅读器、床边母婴信息互动显示器及无线收发模块的信息都要经其进行协调和处理。本设计选用单片机STC5A60S2实现，STC5A60S2有两个串口，串口1用于触控显示器，串口2用于触控无线收发模块。母婴身份识别电子标签阅读器通过P0口和P3口与STC5A60S2连接，P0口是数据口，P3口是控制口

(2) 母婴身份识别电子标签阅读器。床边母婴身份识别采用射频识别(RFID)电子标签技术。电子标签又称智能标签，是具有一定存储容量的电子芯片，可利用无线电波传送识别数据，无须接触即可自动读取及收集资料，达到自动识别的目的，具有标识识别、物体跟踪、信息采集的作用。护士在中央站将新生儿信息输入电脑，通过标签读写器写入电子标签腕带，并通过高保真无线传输(Wi-Fi)将母婴信息传输至床边计算机系统，实现母婴安全信息的加载；当计算机系统获得母婴信息并对比通过后，床边母婴信息互动显示器才可以正常工作并显示母婴信息，否则就会进行声光报警。

(3) 床边母婴信息互动显示器。母婴信息互动显示器采用液晶触控屏，用于显示母婴信息。本设计中最基础的工作就是按键的设计，后面软件设计中将做详细讲述。

1.1.2 中央监护系统

中央监护系统包括中央监护站主机、电子标签读写器、无线数传模块。其原理框图，见图3。

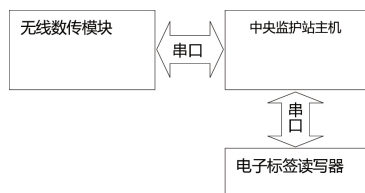


图3 中央监护系统原理框图

电子标签读写器用于将母婴信息写入电子标签腕带并通过高保真WIFI将其传输至床边计算机系统，实现母婴安全信息的加载；无线数传模块可接收通过安全对比后的母婴信息，并

将其显示在中央站屏幕。电子标签读写器与中央监护站主机，以及无线数传模块与中央监护站主机的通讯都采用串口模式。

1.2 系统软件及功能

1.2.1 系统软件的主要功能

系统软件的主要功能有：床边母婴身份识别、床边母婴信息显示、床边母婴信息发送/接收、护士站中央监护。床边母婴身份识别要求母亲跟新生儿身份要唯一确定，即要求母亲的电子标签腕带识别码需跟新生儿的识别码完全唯一匹配；床边母婴信息显示要求系统能够接收标签读写器写入的母亲基本信息、婴儿基本信息、护士巡视情况、科内健康施教内容等，并将其在电子触控屏上全部显示出来，便于医生、护士查看；床边母婴信息发送/接收要求系统能够将床边母婴信息发送给中央站并接收中央站发送的信息；护士站中央监护要求系统能够实时接收并显示多个床边母婴信息，并对其进行监测、管理。

具体设计要求如下：① 床边母婴身份识别：编写程序实现母亲电子标签腕带的标识码跟新生儿电子标签的标识码唯一相对应；② 床边母婴信息显示：护士将婴儿、母亲的信息输入中央站电脑，通过标签读写器写入到电子标签腕带，再通过高保真Wi-Fi传输到床边计算机系统，进而在触控屏上显示出来；③ 床边母婴信息发送/接收系统：同样利用高保真Wi-Fi实现床边母婴信息跟中央监护系统信息的传输与接收；④ 护士站中央监护系统：护士站中央监护系统通过高保真Wi-Fi接收多个床边母婴的信息，并将其在同一窗口实时显示，便于监测。

1.2.2 系统软件的实现

(1) 中央监护站软件的实现。中央监护站程序开发采用C#.NET加数据库模式。C#.NET是当今世界上应用最广泛的编程语言之一，被公认为是编程效率最高的一种编程方法。本设计中，电子标签读写器、无线数传模块与中央监护站主机通信软件设计都采用.NET下的串口控件SerialPort实现，SerialPort控件可以很方便地实现所需串口通信的多种功能。在使用SerialPort控件进行串口通信时，一般的流程是设置通信端口号及波特率、数据位、停止位和校验位；再打开端口连接，发送、接收数据；再关闭端口连接。护士站中央监护系统主界面图，见图4。



图4 护士站中央监护系统主界面图

界面图中，第一排数字是新生儿床号；第二排是新生

儿出生日期 (BD); 第三排是新生儿每日风险值分级颜色的显示: 蓝色预警提示低风险, 为正常新生儿; 黄色预警提示中风险, 对其需加强监护, 严密观察病情; 红色预警提示高风险, 在对新生儿进行每日风险预警评估时, 如其面色、呼吸、哭声任一项出现异常即给予红色预警, 应重点关注、立即处理并汇报, 严格交接班; 第四排是新生儿病情诊断信息的显示。

(2) 床边母婴信息互动显示界面。床边母婴信息显示界面开发按键是用 bmp 位图来实现的, 且与背景图分开。按键图与背景图分开的好处在于按键的调用和隐藏更方便灵活。点击按键涉及到 4 个处理过程: ① 读取需点击坐标的数据; ② 检测按键是否在点击范围内, 一般用 if 语句来实现, 如: $\text{if}(\text{chx} > \text{x1} \ \&\& \ \text{chx} < \text{x2} \ \&\& \ \text{chy} > \text{y1} \ \&\& \ \text{chy} < \text{y2})$, 其中 chx、chy 为点击坐标 (触摸屏坐标), x1、y1、x2、y2 分别为按键左上角和右上角的坐标; ③ 当点击的位置在按键的范围之内, 说明已经点中按键, 这时用一个反色矩形指令将按键反色, 代表某按键被点中; ④ 在未松开按键之前, 按键应处于反色状态即被按住状态, 而当松开按键时, 显示终端会向串口发送一个字节: 0xF3 (若是并口通信方式则 PINT 引脚由低电平变高电平), 所以可以通过检测串口是否读到 0xF3 来结束这一过程。

单片机 5A60S2 的显示控制软件的串行口设置如下: ① 串行口模式设为模式 1 (1 个起始位, 8 个数据位, 1 个停止位); ② 波特率设为 19200 (TH1=TL1=0FDH, SMOD=1, 晶振为 11.0592 MHz); ③ 在通信过程中, 主要是单片机向显示终端发送控制数据 (指令), 显示终端在上电就绪时会发送一个字节 0xF0; 显示终端检测到触摸屏被按下时, 显示终端自动连续地发送 5 个字节到串口, 第一个是 0xF2 (表示发送的是触摸屏坐标数据), 第二、三个是 X 轴坐标, 第四、五个是 Y 轴坐标; 在离开触摸屏后将发送 0xF3 (这个特征可以在程序中实现按键检测功能)。床边母婴信息互动显示界面图, 见图 5。



图5 床边母婴信息互动显示界面图

界面内容包括: 入室评估风险分值和每日风险分值、母亲床号、母亲姓名、住院号、分娩方式、新生儿性别、新生儿出生日期、新生儿体质量等。

(3) 每日风险预警评估模块。在对新生儿进行每日风险预警评估时采用分值法, 即对新生儿精神状态、面色、

呼吸、哭声、吃奶量、大小便、肢端皮温异常项给予分值, 这 7 项的分值分别经 TextBox 框输入, 其中肢端皮温和吃奶量设置可经 DropDownList 下拉框进行选择。

2 总结与讨论

临床测试结果表明本系统的监测指标灵敏、安全可靠。

本系统利用高保真 Wi-Fi 的通信方式构建网络, 不需要架设传输线路, 能够满足病区或监护单元的通信需求, 机动性好, 抗干扰能力强; 中央监护系统的应用解决了多点监控的难题, 可确保监测参数的正确性和稳定性, 实现了病区的整体信息监测; 系统使用安全, 报警功能可靠, 临床操作方便, 提高了母婴同室新生儿的安全系数, 可有效规避护理意外事件的发生, 保障母婴安全^[9]。

新生儿每日风险预警模块的应用, 落实了病房的巡视制度, 加强了对新生儿精神状态、哭声、面色、吃奶量、大小便、肢端皮温等内容的观察, 提高了母婴同室高危新生儿的监测水平和安全系数; 对产妇及家属也起到了很好的提醒、警惕作用。新生儿身份识别功能的应用, 杜绝了新生儿在院被盗的危险, 降低了护理不良事件的发生, 保证了母婴同室新生儿的安全。母婴信息互动显示器能清晰显示产妇及新生儿标签的内容, 弥补了以往成人床头卡不能体现新生儿特点的缺陷, 杜绝了个别护理人员字迹潦草或笔误的情况, 提高了安全识别水平。

总之, 本系统的研发, 对于加强新生儿的安全管理, 降低新生儿意外的发生有重要意义, 值得临床推广应用。

[参考文献]

- [1] 蔡英如. 产科病房的新生儿安全管理[J]. 解放军护理杂志, 2008,25(2A):65.
- [2] 谭玲, 潘文芬. 风险管理在母婴同室中的应用[J]. 护士进修杂志, 2008,23(12):1075-1076.
- [3] 白利辉. 母婴同室新生儿安全隐患分析及防范措施[J]. 齐鲁护理杂志, 2011,17(12):5.
- [4] 华骅, 沈国英. 母婴同室新生儿安全问题分析及临床护理路径探讨[J]. 中国实用护理杂志, 2010,28(8):49-50.
- [5] 曹佩玉. 母婴同室消毒隔离与安全管理[J]. 中华医院感染学杂志, 2010,20(3):344.
- [6] 邵海珍. 健康教育对母婴同室产妇产后护理的影响[J]. 中国实用护理杂志, 2010,28(3):77-78.
- [7] 李雨利, 郑艳. 反馈式健康宣教在母婴同室产妇产后护理中的应用[J]. 齐鲁护理杂志, 2011,17(11):5-6.
- [8] Zuppa AA, Sindico P, Antichi E, et al. Weight loss and jaundice in healthy term newborns in partial and full rooming-in[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2009,22(9):801-805.
- [9] 沈志娟, 周凤勤. 产科意外事件危险因素评估与防范[J]. 护理研究, 2013,27(6):1765-1766.

可调式CT扫描多功能头托的设计

Design of A Multi-Functional Adjustable Head Support for CT Scanning

王育新¹, 梁美丽², 刘建成²,
周树花¹, 孙仁辉²

1.莱阳市中医医院 影像科, 山东 莱阳
265200; 2.山东省莱阳卫生学校, 山
东 莱阳 265200

WANG Yu-xin¹, LIANG Mei-li²,
LIU Jian-cheng², ZHOU Shu-hua¹,
SUN Ren-hui²

1.Department of Imaging, Laiyang
Hospital of Traditional Chinese Medicine,
Laiyang Shandong 265200, China;
2.Shandong Laiyang Health School,
Laiyang Shandong 265200, China

[摘要] 结合实际工作及临床经验, 设计了一款可调式CT扫描多功能头托。该头托集角度调整及显示装置、头托升降装置及自锁装置为一体, 具有一托多用、方便快捷的优点, 可解决头颅CT扫描过程中需不断换用不同头托及调整扫描机架角度等繁琐的操作问题, 进而在保证良好CT图像质量的前提下节省扫描时间。

[关键词] CT扫描; 多功能头托; 头托角度调整; 头托升降

Abstract: Design of a multi-functional adjustable head support for CT scanning was put forward in this paper in view of the practical work and clinical experience. With the integration of angle adjustment and display device, lifting device and auto-locking device, this multi-functional and easy-to-use head support simplified the operations like constant changes of different head supports and adjustment of the scanning equipment during head CT scanning, which can ensure excellent CT imaging quality and meanwhile save the scanning time.

Key words: CT scanning; multi-functional head support; angle adjustment of head support; head support lifting

[中图分类号] TH774 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.027

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0099-02

0 前言

CT扫描是最常见的影像学检查手段之一^[1-3]。由于各级医院医疗条件不同, 设备也参差不齐, 基层医院的大型医疗设备相对比较简陋, 就CT设备来讲, 主要表现在: 扫描速度慢、扫描层厚、扫描机架不可倾斜角度、诊视床固定不可升降等。

在临床应用中, 头颅CT普通扫描(平扫)通常多采用横断轴位扫描, 即以眶耳线或听眦线为基线, 上扫至头顶^[4]。然而对于一些病情或病变部位特殊的患者, 相对标准的头颅横断轴位CT扫描较难进行, 且通常需加扫一定的特殊体位才能把病灶显示清楚, 例如意识昏迷及自控能力差的患者; 需行颅内幕下病变CT扫描(扫描架需头倾20°)的患者; 需行眼眶病变CT扫描(扫描架需足倾20°)的患者; 需行鞍区病变CT扫描(需加扫冠状位)的患者等。对于上述特殊患者的CT扫描, 工作人员的操作繁琐, 花费的

时间也较长, 即便采用螺旋扫描模式, CT图像的细节有时也达不到临床要求, 无形中增加了患者的辐射剂量, 这严重影响着放射科医生的工作效率及对疾病的诊断及治疗。

为了解决头颅平扫过程中普通头托不能调整及显示角度、不能升降以更换体位的问题, 笔者设计了一款可调式头颅CT扫描多功能头托, 具有一托多用、方便快捷的优点, 报道如下。

1 基本结构

CT扫描多功能头托主要由插口连接板、啮合自锁升降齿轮、齿轮机构连接板、啮合自锁角度调整齿轮、头托本体、角度显示仪组成。其结构示意图, 见图1。

其中, 头托本体和CT扫描床由头托插口连接板连接; 头托升降由啮合自锁升降齿轮控制; 头托角度调整由啮合自锁角度调整齿轮控制; 角度显示仪上刻度为0°~180°; 头托齿轮的转轴上设计了自锁装置^[5-6]。

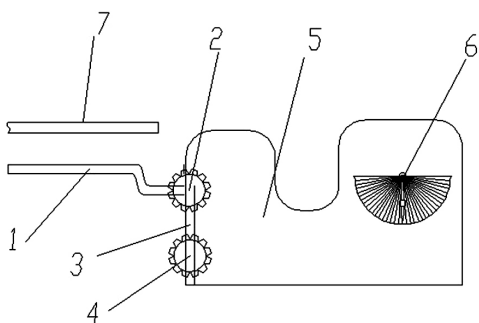


图1 CT扫描多功能头托的结构示意图

注：1：插口连接板；2：啮合自锁升降齿轮；3：齿轮机构连接板；4：啮合自锁角度调整齿轮；5：头托本体；6：角度显示仪；7：CT扫描床。

2 主要性能特点

(1) 一托多用。头托将头颅CT扫描所需的多种功能集为一体，工作人员在头颅CT扫描过程中不用频繁地更换不同款式的头托，就可进行特殊体位的CT扫描，例如普通轴扫（平扫）体位头托通过啮合自锁升降齿轮可直接改为冠状扫描体位头托。

(2) 自锁装置。头托的升降及角度调整齿轮的转轴上设计有自锁装置，在头托达到所需的角度后，自锁装置可自动锁止，固定角度。

(3) 角度显示。头托在体部一侧设计了角度显示仪，用于显示头颅CT扫描时所达到的角度，准确率高，能满足头颅CT扫描时各种体位所需角度的显示需求。

3 使用方法

(1) 将头托插口连接板插入CT扫描床。

(2) 普通横断轴位扫描时，嘱患者仰卧于扫描床上，将头部放入头托本体内，根据病情需要，调整啮合自锁角度调整齿轮，即可完成所需扫描体位的摆放。

(3) 头颅冠状扫描时，先调整啮合自锁升降齿轮，将头托下降呈图1状态（通常头托底部至床面约155 mm），然后嘱患者仰卧于扫描床上，头部尽量后仰，顶部置于头托内，根据需要微调扫描架即可达到所需扫描体位的要求。

4 讨论

4.1 标准头颅横断扫描的重要性

CT断层图像是相应断层解剖标本的直接影像体现，有一定规律可循，连贯性、对称性就是其中之一，若发现头颅断层图像中某区出现了不连贯性和不对称性，则往往提示该区发生了病理生理变化^[7]。标准头颅横断扫描图像不仅能让我们更加细致地了解头颅断层解剖结构的连贯性和对称性，还能够以此为基础辅助疾病的诊断和治疗。若不能获取标准头颅横断扫描图像，就很可能导致某些正常组织不能被正确识别，某些异常组织也不能被正确诊断，从而造成不必要的漏诊、误诊^[8]。

4.2 头颅横断扫描的影响因素

在实际操作过程中，由于多种原因往往不能实现标准的头颅横断扫描，原因大致如下：①由于螺旋扫描技术的广泛应用，多数公司多采取头托及扫描床同一平面的设计方式，患者若要实现标准头颅横断扫描，就必须采用适量的颈部前屈位，而这样的体位往往令患者很不舒服，难以配合；②意识模糊、不能自控的患者无法配合标准头颅横断扫描；③特殊疾病要求患者必须采取特殊体位才能显示清楚，而患者往往难以配合；④患者多，时间紧迫，操作繁琐。

针对上述原因，笔者通过在头托上设计升降齿轮、角度调整齿轮及角度显示仪，不仅解决了头托的设计缺陷，又解决了患者检查所需体位及角度显示的问题，可使患者检查起来更舒适，体现了人性化的设计理念。

4.3 可调式CT扫描多功能头托的特点

(1) 该头托设计了啮合自锁角度调整齿轮，可以根据需要适时调整头部的扫描角度，且在达到所需角度后可自动锁止，操作简便，节省时间，可辅助获取符合诊断要求的图像。

(2) 横断轴位扫描与冠状扫描需匹配不同款型的头托才能完成标准扫描。该头托设计了啮合自锁升降齿轮，可以使头托本体自一种状态上升或下降为另一种状态，实现了一托多用的功能。

(3) 根据患者病情，当需要行特殊角度扫描时，可通过该头托的角度显示仪显示达到的体位角度，避免以往的经验操作。

总之，该头托将头颅CT扫描所需的多种功能集为一体，可解决头颅CT扫描过程中需不断更换不同款式头托的操作繁琐问题，可在保证良好的CT图像质量的基础上节约时间，且其结构简单、应用性强。

[参考文献]

- [1] 赵博.多层螺旋CT在肋骨骨折中的研究进展[J].医学综述, 2013,19(18):3357-3360.
- [2] 蔡鸿敏,成传德,张俊,等.骨盆轴向CT扫描在平向骶髂螺钉内固定术中的应用[J].中医正骨,2013,25(6):34-37.
- [3] 周林赞.Brilliance 64排螺旋CT扫描技巧[J].中国医疗设备, 2014,29(3):130-131.
- [4] 吴思惠.头部CT诊断学[M].北京:人民卫生出版社,1996:12-13.
- [5] 侯宗来.CT机扫描床的双向头托.中国,200420096612.72[P]. 2005-10-19.
- [6] 王丽英.CT扫描固定头托.中国,201220619852[P].2013-04-17.
- [7] 刘树伟.断层解剖学[M].北京:人民卫生出版社,2002:9.
- [8] 汪丹凤.640层动态容积CT在脑动静脉畸形的临床应用[D].广州:南方医科大学,2013.

新型节能实用熏蒸床的研制

Development of A Novel Practical Energy-Efficient Fumigation Bed

张涵, 陶家安, 付冬革, 王应印,
何东乾

安徽省马鞍山中医院 设备科, 安徽
马鞍山 243000

ZHANG Han, TAO Jia-an,
FU Dong-ge, WANG Ying-yin,
HE Dong-qian

Department of Equipment, Maanshan
Municipal Hospital of Traditional
Chinese Medicine, Maanshan Anhui
243000, China

[摘要] 本文阐述了一种节能实用的熏蒸床的研制过程。该熏蒸床主要由床体和舱体组成; 床面下设有舱体, 舱体内设有蒸汽输入口, 用于连接蒸汽分流盘管, 舱体外设有进气阀门和排液阀门; 床面下方设有蒸汽锅, 蒸汽锅和阀门之间通过管道连接。该熏蒸床容积缩小为原来的1/3, 节电节能, 蒸汽效果迅速; 熏蒸锅电汽分离, 安全可靠; 蒸汽输出末端设有蒸汽分流盘管, 便于冷凝水收集; 具有3个熏蒸舱, 可根据舱体的不同物理位置自动区分熏蒸温度; 拆卸方便, 故障率低。临床应用证实其应用效果良好, 值得临床推广。

[关键词] 中药熏蒸床; 熏蒸舱; 蒸汽锅; 蒸汽分流盘管; 电汽分离

Abstract: This paper expounded the development process of a novel practical energy-efficient fumigation bed which mainly consisted of a bed and three easily-removable chambers. Under the bed, there were three chambers inside which the steam entrance was located in connection to the steam bypass coiled pipe. The steam entrance valve and condensed water drainage valve both were outside the chambers. The steam pot under the bed was connected to the valve and applied the method of electricity-steam separation to ensure its security. The volume of this improved fumigation bed had been reduced to 1/3 of its original volume, which realized efficient energy and electricity consumption and rapid steam. At the end of each drainage exit was located the steam bypass coiled pipe through which the condensed water flowed out. Additionally, the fumigation temperature can be adjusted according to different regions in three chambers. The improved fumigation bed had demonstrated its excellent effectiveness and low malfunction rate in the clinical application, which was worth-while to be promoted.

Key words: Chinese medicine fumigation bed; fumigation chamber; steam pot; steam bypass coiled pipe; electricity-steam separation

[中图分类号] TH789 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.028

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0101-03

0 前言

熏蒸疗法是借助药力和热力通过皮肤而作用于机体的一种治疗方法。中药熏蒸疗法是根据中医辨证论治的原则, 依据疾病治疗的需要, 选配一定的中药组成熏蒸方剂, 将中药煎液趁热在皮肤或患处进行熏蒸, 可温经散寒、疏通经络、活血化瘀、通络止痛, 是一种中医最常用的传统外治方法^[1-3]。目前我院使用的多个厂家的熏蒸床存在诸多弊端: 加热时间长、故障率高、舱体易腐蚀、不易清洁消毒等。为了解决上述弊端, 笔者研制了一种节能实用的熏蒸床, 并已取得国家实用新型专利(专利号:

收稿日期: 2014-10-10

修回日期: 2014-12-29

专利: 实用新型(ZL201420268696.1)。

本文作者: 张涵, 设备科副科长, 医疗设备工程师。

通讯作者: 陶家安, 主任中医师。

作者邮箱: hh4606@163.com

ZL201420268696.1)。使用该熏蒸床可治疗类风湿病、风湿寒性关节痛、强直性脊柱炎、腰椎间盘突出症、肩周炎、颈肩腰腿疼、失眠、疲劳乏力等, 临床应用效果良好。

1 研制背景

目前我院使用的熏蒸床舱体的容积为120~140 L, 加热功率为900 W, 在水温20℃, 环境温度22℃的条件下, 加热出蒸汽的时间(温度达到48℃)为30 min; 舱体有3个温度传感器和1个限温开关, 分布在舱体的不同部位且暴露在蒸汽中, 故障率高, 容易短路和断路导致控制部分无法工作。据统计, 1年内该熏蒸床共发生17次故障, 更换了6个温度传感器和3个限温开关。其传感器和金属熏蒸锅均暴露在蒸汽中, 易造成漏电; 其舱体由耐高温塑料整体吸塑而成, 舱体开口为倒置, 表面不光滑, 挂壁的冷

凝水没有汇集点,会滴落于舱体下的地面上,不利于药液污垢的清洁和消毒;没有蒸汽分流盘管,舱内各个位置的温度不够均匀,病人在熏蒸时常感觉到温度差异,影响治疗效果;只有一个舱体输出蒸汽,熏蒸不同部位时的温度也相同,常需在控制器上调整温度设置。针对该熏蒸床的上述缺陷,笔者对其进行了改进,研制出一款新型节能实用的熏蒸床。

2 研制内容

2.1 结构组成

研制目的在于提供一种熏蒸舱容积较小、省时省电、蒸汽效果明显、熏蒸锅水汽分离、安全可靠、故障率低的熏蒸床。为了达到上述目的,笔者采用了如下技术方案:熏蒸床主要由床体和舱体组成。床体包括床面和床腿,床面上设有开孔,床面下设有腿舱、腰舱、颈肩舱;各熏蒸舱内设蒸汽输入口,用于连接蒸汽分流盘管,外设进气阀门和排液阀门;床面下方设有蒸汽锅,蒸汽锅和阀门之间通过耐高温管道连接^[4-6]。

床面长 130 cm,宽 43 cm,其上开孔用 PP 板材填补。舱体由 304 不锈钢焊接而成。床体还设有集水盒,腿舱、腰舱、颈肩舱和集水盒从高至低依次放置在斜面上。床面内侧设有拉杆挂钩。床腿设有具备刹车装置的万向轮。蒸汽分流盘管嵌在 PP 板材内,其上均匀分布有出气孔。

该新型熏蒸床的结构示意图,见图 1;实物图,见图 2;床面和蒸汽分流盘管的位置关系示意图,见图 3。

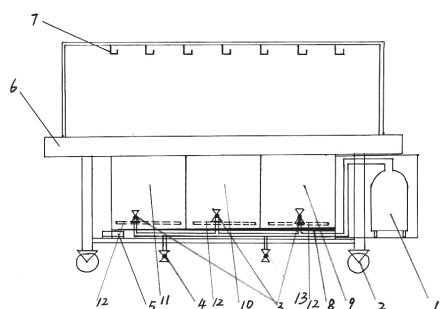


图1 新型熏蒸床结构示意图

注:1:蒸汽锅;2:万向轮;3:进气阀门;4:排液阀门;5:集水盒;6:床面;7:挂钩;8:斜面;9:腿舱;10:腰舱;11:颈肩舱;12:蒸汽分流盘管;13:消音阀门。



图2 新型熏蒸床实物图

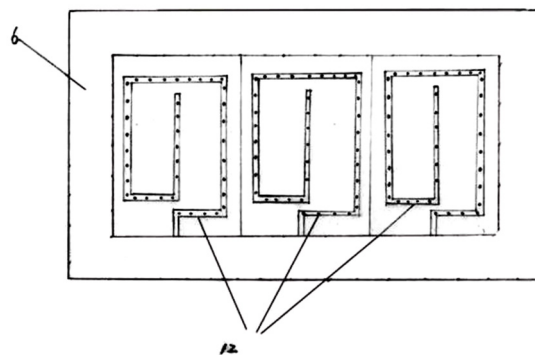


图3 新型熏蒸床床面和蒸汽分流盘管的位置关系示意图

2.2 性能特点

该新型熏蒸床的性能特点如下:

(1) 舱体容积缩小为原来的 1/3, 节电节能, 蒸汽效果迅速, 加热功率为 2000 W, 在同等条件下加热出蒸汽的时间(温度达到 48 ℃) 仅需 11 min。

(2) 故障率极低, 出现故障时只需更换 1 台蒸汽锅便可修复, 拆卸方便, 便于维修; 已使用 5 个月, 未出现任何故障。

(3) 其蒸汽锅水汽分离, 安全可靠; 电路部分设在床尾, 蒸汽通过耐高温密闭管道输送, 蒸汽锅外表为防水绝缘材料, 周围均采用绝缘材料隔绝, 安全可靠。

(4) 舱体采用 304 不锈钢材料, 表面光滑, 舱体开口朝上, 舱体底部斜面倾斜角度为 15°, 舱体里的冷凝水通过该斜面汇集到集水盒中, 舱体内部不会留存冷凝水, 便于清洁消毒, 同时耐高温、耐腐蚀, 经久耐用^[7-8]。

(5) 其蒸汽输出末端设有蒸汽分流盘管, 盘管采用 $\phi 14$ mm 不锈钢管焊接, 弯曲成 6 条边, 每条边的上方均有距离相等的 $\phi 4$ mm 的开孔, 盘管的末端下方有两个 $\phi 4$ mm 的开孔, 共计 50 个。蒸汽分流盘管上方的开孔更能够均匀地将蒸汽充满舱体并输出, 舱体内 4 个不同部位均放置有温度探头测量, 误差在 ± 1 ℃ 内, 可让病人皮肤均匀地接触蒸汽, 提高舒适感; 蒸汽分流盘管下方的开孔用于排除管道里的冷凝水, 使其最终流入集水盒内。

(6) 该熏蒸床将熏蒸舱体分为颈肩舱、腰舱、腿舱, 颈肩、腰、腿为人体最常见的 3 个熏蒸部位, 对于蒸汽的耐热程度依次升高, 颈肩部耐热程度最低, 腰部其次, 腿部最高。该熏蒸床根据这个规律依次排列 3 个舱体, 距离蒸汽锅最近的腿舱温度最高 (50 ~ 52 ℃), 腰舱其次 (47 ~ 49 ℃), 颈肩舱温度最低 (44 ~ 46 ℃), 且可根据 3 个舱体的物理位置自动区分温度。

3 使用方法

使用时将中草药倒入准备好的布袋收口, 在蒸汽锅内加入适量清水(漫过中药布袋), 药袋在清水中浸泡 30 min 后打开蒸汽锅电源开关; 水开后蒸汽通过锅盖上的蒸汽出

口输送到腿舱、腰舱、颈肩舱内,通过蒸汽分流盘管均匀地输出药物蒸汽;根据不同的熏蒸部位分别打开相应的进气阀门使蒸汽能够快速到达指定舱体,作用于所需熏蒸的部位;各舱体内的冷凝水通过斜面流向集水盒。蒸汽锅有16个不同的功率档位,前10 min采用最大功率将药水烧开,然后根据熏蒸的不同部位(颈肩部、腰部、腿部)分别选择不同的档位来达到控制适宜熏蒸温度的目的。挂钩用于悬挂病人衣物或熏蒸床的分块床垫,便于熏蒸床舱体的干燥。在使用过程中开启消音阀门能够消除蒸汽气流产生的噪音。

4 临床应用效果


应用该熏蒸床对100例患者进行了药物熏蒸,得到了医护人员和患者的肯定,基本上达到了设计目的。

5 总结和讨论

目前国内生产熏蒸床的厂家很多,各个厂家生产的熏蒸床原理各不相同。笔者通过对传统的熏蒸床进行简化和改进,研制出了一种新型熏蒸床,实现了熏蒸的电汽分离,且蒸汽效果迅速,节能实用,成本低廉,便于消毒,经久耐用。虽说应用该熏蒸床已取得了良好的临床效果,但还存在一些问题,例如临床疗效以观察为主,缺乏科学的参考

标准;药物蒸汽浓度尚不能控制;该熏蒸床还未申请医疗器械注册证等,有待于进一步改进,解决相关问题,便于向临床推广。

[参考文献]

- [1] 齐彦春,王建莹,瞿颖.多功能熏蒸床的研制与应用[J].护理研究,2003,17(1):22.
- [2] 宋晓光,余正鸿,王衍全,等.智能型中药熏蒸床外治痹症疗效观察[J].中医正骨,2001,13(12):17-18.
- [3] 宋秋云.中药熏蒸结合艾灸治疗肩周炎的护理体会[J].中国当代医药,2013,20(6):156-157.
- [4] 夏菱,陈大军,李建玉.战时多功能清创车的研制[J].中国医疗设备,2014,29(4):109-110.
- [5] 宋晓光,王衍全,杨豪,等.智能型中药熏蒸床治疗膝关节骨性关节炎[J].河南中医,2001,21(3):27-28.
- [6] 傅平.可调节控温药熏蒸床熏蒸治疗颈肩腰腿痛120例[J].辽宁中医学院学报,2001,3(4):282-283.
- [7] 舒琴.多功能倒悬牵引熏蒸床的研制[J].护理学杂志,2011,26(10):61.
- [8] 邹洪福.可控温中药熏蒸热治疗装置的研制与应用[D].济南:山东大学,2009. 

上接第107页

3 讨论


IMRT技术通过利用多叶光栅技术可实现对射线束强度和形状的调节,能够较大幅度地增加肿瘤剂量,减少周围正常组织的受量以提高治疗增益比。子野参数不同会影响治疗靶区的适形度和患者所接受的治疗时间等,使得治疗增益比发生变化^[6-8]。因此,研究IMRT技术中对子野参数的选择具有显著的临床意义。

本研究结果显示,对于所有患者的3种治疗计划,靶区平均剂量和危及器官受量无显著变化;靶区适形度指数、靶区均匀性指数、治疗总跳数以及总子野数有明显差异(其中靶区适形度P1、P2计划相差不大但是好于P3计划,治疗总跳数和总子野数P2、P3计划相差不大但明显少于P1计划)。平均治疗时间P2与P3计划无明显差别,但是明显小于P1计划。

4 结论

总而言之,宫颈癌术后IMRT中子野面积及跳数越小,靶区适形度及均匀性指数越好,但是会导致总子野数、总跳数及治疗时间大幅增加,从而影响生物时间因子;而当子野面积及跳数增加时,总子野数、总跳数及治疗时间降低,但是靶区均匀性和适形度会变差。因此,IMRT中最小子野面积及最小子野跳数不宜过大或过小。根据本文研究结果,IMRT中最小子野跳数为6 MU,最小子野面积为4 cm²时的计划最优,可供临床放疗参考。

[参考文献]

- [1] 傅益谋,黄良,王建化,等.SmartSequence与SlidingWnd两种子野分割算法的比较[J].中国医学物理学杂志,2013,(1):3851-3853.
- [2] 张富利,陈静,高军茂,等.宫颈癌术后盆腔三种放射治疗计划设计方法的剂量学研究[J].中国医学物理学杂志,2010,(1):1599-1602.
- [3] 胡逸民,殷蔚伯,余子豪,等.肿瘤放射治疗学[M].4版.北京:中国协和医科大学出版社,2008:149.
- [4] 李斌,安菊生,吴令英,等.宫颈癌术后盆腔不同体外照射方法的剂量学研究[J].中华放射肿瘤学杂志,2008,17(3):211-215.
- [5] 余辉,张书旭.后装调强放疗计划系统的软件实现[J].中国医疗设备,2014,29(6):18-21.
- [6] 林原,周莉茵,徐志勇,等.宫颈癌术后盆腔三维适形与调强放疗剂量学与技术的研究[J].中华放射肿瘤学杂志,2008,17(5):372-376.
- [7] Giangreco DT,Albuquerque K,Norton J,et al.Predictors of hematologic toxicity and implications for bone-marrow sparing pelvic IMRT for cervical Cancer[J].Int J Radiat Oncol Biol Phys,2007,69:399.
- [8] Adli M,May NA,Kaiser HS,et al.Dose positioning reduce small bowel dose in pelvic radiation with intensity-modulated radiotherapy for gynecologic cancer[J].Int J Radiat Oncol Biol Phys,2003,57:230-238. 

一种肩关节镜手术用上肢牵引架的设计及应用

Design and Application of An Upper Limb Traction Device for Shoulder Arthroscopies

林洪光, 吕宏升, 陈昆

中国人民解放军第一八零医院 骨科,
福建 泉州 362000

LIN Hong-guang,

LV Hong-sheng, CHEN Kun

Department of Orthopaedics, the 180th
Hospital of PLA, Quanzhou Fujian
362000, China

[摘要] 针对肩关节镜手术对患者特殊体位的要求, 本文设计了一种上肢牵引架。该装置主要由横梁、竖梁及滑轮组成, 结构简单, 操作及携带方便, 可辅助各种肩关节镜手术调整并维持良好的患肢外展角度、前屈力线及有效恒定的牵引力, 取得满意的肩关节间隙及手术视野, 有助于提高手术成功率, 减少手术并发症及手术风险, 值得临床推广。

[关键词] 肩关节镜手术; 上肢牵引; 前屈力线; 手术视野

Abstract: This paper expounded the design of an upper limb traction device based on the patients' special positioning in the shoulder arthroscopy. This simply-structured and easy-to-use portal device mainly consisted of a horizontal girder, a vertical girder and two pulleys, which was helpful to adjust and maintain the proper extension angle of the diseased limb, anteflexion force lines and effective stable tractive force in various shoulder arthroscopies. As a consequence, the device realized satisfactory shoulder joint space and visual field, increased the success rate of shoulder arthroscopies and reduced the surgical complications and risks, which was of great significance to be promoted.

Key words: shoulder arthroscopies; upper limb traction; anteflexion force lines; surgical visual field

[中图分类号] TH789 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.029

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0104-02

0 前言

由于肩关节解剖结构特殊, 在进行肩关节镜手术时, 患者通常需采用侧卧位^[1], 为获得良好的手术视野及方便手术操作, 常需要使用上肢牵引设备来维持患肢外展 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 、前屈 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 的体位^[2-4]。传统采用侧卧位加单侧牵引支架来实现, 但该方法牵引方向单一, 不能有效维持上肢合适的外展角度和前屈力线, 不利于手术操作^[5-6]。目前市场上有一种蜘蛛臂气动肢体定位装置, 可控制牵引方向, 但设备昂贵、安装复杂, 消毒铺巾过程繁琐, 且存在因过度牵拉患肢致臂丛神经损伤的风险, 不利于临

床应用。为克服上述弊端, 笔者设计了一种肩关节镜手术用上肢牵引架, 报道如下。

1 上肢牵引架的设计

1.1 设计要求

设计要求如下: ①结构简单, 造价低廉, 易于制作及操作; ②容易安装与拆卸, 方便携带与收藏; ③可以伸缩、旋转以调整并维持良好的患肢外展角度、前屈力线及恒定可控的牵引力。

1.2 制作材料

不锈钢钢管、滑轮、固定旋钮、带钩钢丝、垫有海绵的牵引钩尼龙搭扣、牵引重锤、固定夹。

1.3 结构设计

该上肢牵引架为一种上肢滑轮“T”字形牵引支架, 主

收稿日期: 2014-10-11

专利: 实用新型(201320836303.8)。

通讯作者: 陈昆, 主任医师。

作者邮箱: linhonggong00@163.com

要由横梁、竖梁及滑轮组成,其结构设计图,见图1。横梁两端各装设一滑轮,钢丝牵引绳绕设两个滑轮,钢丝两端各装设有一挂钩,一端挂钩用于连接悬吊重锤,另一端挂钩用于连接牵引患肢的尼龙搭扣。横梁包括左段杆、中段杆和右段杆。左段杆、右段杆可绕中段杆旋转、延长及收缩,竖梁高度可以升降调节,且横梁和竖梁均可拆卸,方便携带与存储。

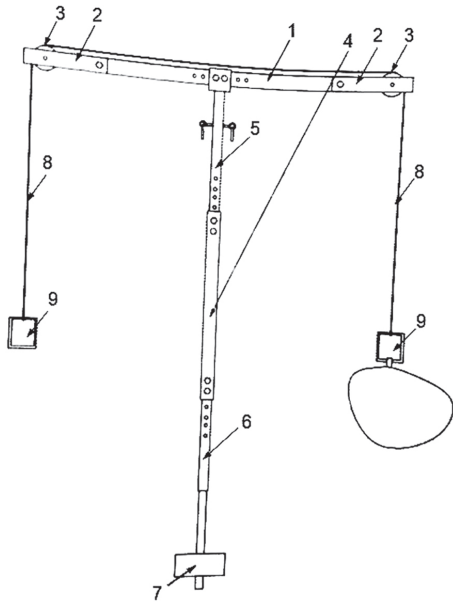


图1 肩关节镜手术用 upper 肢牵引架结构设计图

注:1:横梁中段杆;2:左右段杆;3:左右滑轮;4:竖梁中段杆;5:上节杆;6:下节杆;7:固定夹;8:牵引钢丝;9:挂钩。

2 临床应用

2.1 使用方法

病人全身麻醉成功后取侧卧位, upper 肢牵引架通过固定夹安置于对侧床尾,用垫有海绵的牵引钩尼龙搭扣固定术侧前臂,用带钩钢丝牵引绳一端挂钩连接患肢尼龙搭扣牵引钩,一端挂钩连接悬吊重锤。术前及术中均能方便地通过调节牵引支架的竖梁高度、横梁长度及旋转角度调整合适的患肢外展角度及前屈力线,并可通过增减悬吊重锤重量来改变牵引力量。

2.2 应用效果

应用 upper 肢牵引架在我院进行了30例肩关节镜手术,包括肩关节粘连松解术、肩袖缝合修复术、孟唇修复术、肩峰下成形术等^[7-8],均能调整并维持良好的患肢外展角度、前屈力线及有效恒定的牵引力量,得到了满意的肩关节间

隙及手术视野,顺利辅助完成了各种肩关节镜手术,未出现因牵引不当致患肢神经血管牵拉损伤等手术并发症,临床应用满意。

3 讨论

本文设计的肩关节镜手术用 upper 肢牵引架操作灵活,牵引效果好,有利于肩关节镜操作,基本达到了设计要求,临床应用满意。国内相关研究设计的不同类型的牵引支架均存在不同程度的局限性,如仅能调节牵引支架高度、牵引方向局限、不能调节旋转方向、不能调整并维持满意的 upper 肢外展角度和前屈力线等,不利于临床推广应用。本文设计的肩关节镜手术用 upper 肢牵引架具有如下特点:①结构简单,制作成本低廉,容易安装及拆卸;横梁、竖梁可伸缩以减少体积,方便携带与储存;②具备长度、高度及旋转调节功能,可方便准确地调节和维持患肢外展角度及前屈力线,有利于获得良好的手术视野及方便手术操作;③通过滑轮可维持有效恒定的牵引力,并可随时通过调整悬吊重锤重量控制牵引力,防止臂丛神经、腋神经、腋动静脉过度牵拉损伤等严重手术并发症,安全性高;④消毒时,患肢已固定于 upper 肢牵引架上,无须人员协助,消毒铺巾省时省力。

[参考文献]

- [1] Peruto CM, Ciccotti MG, Cohen SB. Shoulder arthroscopy positioning: Lateral decubitus versus beach chair[J]. Arthroscopy, 2009, 25(8): 891-896.
- [2] 李莹, 钟琼芳, 谢春运. 可调式多功能 upper 肢牵引架在肩关节镜及肱骨近端骨折术中的应用[J]. 赣南医学院学报, 2012, (1): 102.
- [3] 沈中鸣, 施春香, 周萍, 等. 新型肩关节镜侧卧位牵引架在肩关节镜手术患者中的应用[J]. 解放军护理杂志, 2013, 30(8): 70-76.
- [4] 华薇, 芮琳, 周亚昭. 自制滑轮牵引架在肩关节镜手术中的应用[J]. 护理学杂志, 2013, 28(14): 92.
- [5] 张洁, 夏冰. 肩关节镜手术患者的护理干预[J]. 中华现代护理杂志, 2013, 48(35): 4368-4369.
- [6] 王芳. "沙滩椅"体位与传统体位在肩关节镜手术应用中的对比研究[J]. 浙江创伤外科, 2014, (3): 395-396.
- [7] 钱跃飞, 叶亚芳. 肩关节镜治疗冻结肩的手术护理配合[J]. 中国微创外科杂志, 2014, (5): 479-480.
- [8] 唐正庆. 臂丛神经复合全身麻醉在肩关节镜手术中的应用[J]. 医学信息, 2014, (26): 572.

宫颈癌术后调强放疗计划中不同射野参数的比较

Comparisons of Different Beam Parameters in the IMRT Plan for Postoperative Patients with Cervical Carcinomas

雷占全, 高春玲, 王笑良, 陈金平
厦门大学附属成功医院(中国人民解放军第一七四医院), 福建 厦门
361003

[摘要] 目的 比较宫颈癌术后调强放疗(IMRT)计划中不同子野参数的选择对靶区适形度、剂量分布、危及器官受量及照射时间的影响,以制定最优的临床放疗计划。方法 选取10例宫颈癌术后患者的IMRT计划,对其盆腔淋巴引流区及亚临床区(CTV)给予处方剂量(46 Gy/23次),并根据RTOG危及器官限量表对其危及器官(OAR)给予限定剂量,调整射野角度分别为210°、260°、310°、0°、50°、100°、150°。在Elekta XIO放疗计划系统(TPS)上对同一患者的IMRT计划分别调整最小子野面积(2、4、8 cm²)和最小子野跳数(3、6、9 MU);用P1(2 cm², 3 MU), P2(4 cm², 6 MU), P3(8 cm², 9 MU)表示同一患者的3种不同的计划。比较各计划的靶区平均剂量、适形度指数、OAR受量以及平均治疗时间。结果 所有患者各计划的靶区平均剂量和危及器官受量差异无统计学意义($P > 0.05$);靶区适形度指数、治疗总跳数及总子野数差异有统计学意义($P < 0.05$)。对于平均治疗时间, P2与P3比较无统计学差异($P > 0.05$), P1与P2、P3比较有统计学差异($P < 0.05$)。结论 宫颈癌术后IMRT计划中最小子野面积及最小子野跳数不宜过大或过小,最小子野面积为4 cm²、最小子野跳数为6 MU左右时的计划最优。

[关键词] 宫颈癌; 调强放疗; 最小子野面积; 最小子野跳数; 靶区适形度; 危及器官受量

Abstract: Objective To compare the influence of different beam parameters in IMRT (intensity modulated radiation therapy) plans for post-operative patients with cervical carcinomas on CI (conformity index) of the target volume, dose distribution, OAR (organ at risk) doses and irradiation time so as to formulate a optimal clinical radiotherapy plan. Methods The IMRT plans of 10 postoperative patients with cervical carcinomas were selected. Then, the prescription dose of 46Gy in 23 fractions was administered to the pelvic lymphatic drainage region and CTV (clinical target volume); the dose received by each OAR was limited to tolerance according to the RTOG (radiation therapy oncology group). And the beam angle was adjusted as 210°, 260°, 310°, 0°, 50°, 100° and 150° respectively. Additionally, every patient was given three different radiotherapy plans through adjustment of the MSA (minimum segment area) and minimum MU (monitor unit): P1 (2 cm², 3 MU), P2 (4 cm², 6 MU), P3 (8 cm², 9 MU). Comparisons were made among three plans for each patient in the aspects of the average dose of target volumes, CI, OAR dose and average treatment time. Results There was no statistically significant difference between the average dose of the target volume and the limited dose of OAR ($P > 0.05$). While, the statistically significant differences ($P < 0.05$) existed among CI, TNMU (total number of monitor unit) and the total NS (number of segment). As for the average treatment time, there was no statistical significance ($P > 0.05$) between P2 and P3; while, statistically significant differences ($P < 0.05$) existed between P1 and P2 as well as P3. Conclusion This study indicated the optimal MSA (4 cm²) and minimum MU (6 MU) in the IMRT plans for post-operative patients with cervical carcinomas.

Key words: cervical carcinomas; intensity modulated radiation therapy; minimum segment area; minimum monitor unit; the conformity index of the target volume; dose of organ at risk

LEI Zhan-quan, GAO Chun-ling,
WANG Xiao-liang, CHEN Jin-ping
Chenggong Hospital Affiliated to
Xiamen University (The 174th Hospital
of PLA), Xiamen Fujian 361003, China

[中图分类号] TH774 [文献标志码] B
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.030
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0106-02

收稿日期: 2014-10-10
通讯作者: 高春玲, 副主任医师。
作者邮箱: 455676689@qq.com

调强放疗 (Intensity Modulated Radiation Therapy, IMRT) 是在三维适形放疗技术上发展起来的一种精确放疗技术, 目前广泛应用于临床, 是宫颈癌术后放疗的主要方法^[1-3]。IMRT 可通过利用多个子野分步照射来提高靶区内的剂量和适形度, 减少靶区周围危及器官的受照剂量和体积^[4-5]。本研究通过 Elekta 公司的 XIO-Release 4.80 放射治疗计划系统, 对宫颈癌术后患者的根治性 IMRT 计划选择不同的最小子野面积及最小子野跳数 (MU), 进行靶区适形度、剂量分布均匀性、危及器官 (OAR) 受量及平均治疗时间的比较, 为临床工作提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

随机选取我院 2013 ~ 2014 年接受术后放疗的宫颈癌患者 10 例, 年龄 40 ~ 70 岁, 中位年龄 56 岁。手术方式均为广泛子宫切除加盆腔淋巴结清扫术。

1.2 定位方式

患者取仰卧位, 平躺于真空垫上, 双手抱肘置于前额, 用体部热塑膜固定; 利用东芝 Alexion16 排 CT 采集患者增强扫描影像资料, 通过网络传输到 FOCAL 工作站由医生勾画靶区及危及器官, 并由上级医师审核; 然后传输至 XIO-Release 4.80 放射治疗计划系统。

1.3 治疗计划设计

采用医科达 Synergy 加速器 6 MV-X 线, 所有计划都在 XIO-Release 4.80 放射治疗计划系统中完成。对每个患者设计 3 个 IMRT 计划 (7 个野), 射野角度分别为 210°、260°、310°、0°、50°、100°、150°, 分别调整最小子野面积为 2、4、8 cm², 最小子野跳数为 3、6、9 MU, 用 P1 (2 cm², 3 MU), P2 (4 cm², 6 MU), P3 (8 cm², 9 MU) 表示同一患者的 3 种不同的计划, 比较各计划的靶区平均剂量、适形度指数、OAR 受量以及平均治疗时间。所有计划都选择使用 SmartSequencing 运算方式。

为了方便评价, 对 IMRT 计划的盆腔淋巴引流区及亚临床区 (CTV) 均给予处方剂量 (46 Gy/23 次), 95% 的等剂量曲线包绕计划靶区体积 (PTV); 根据 RTOG 危及器官限量表对危及器官 (OAR) 给予限定剂量和体积。

1.4 计划评估

对 3 种计划的靶区剂量分布均匀性指数、适形度指数和危及器官的剂量体积参数进行比较。

其中, 适形度指数 (Conformity Index, CI) 计算公式如下:

$$CI = V_{Tref} / V_T \times V_T / V_{ref} \quad (1)$$

式中, V_{Tref} 为参考等剂量线所覆盖的靶体积, V_T 为靶体积, V_{ref} 为参考等剂量线所覆盖的总体积, $CI=1$ 时靶区适形度最高。

均匀性指数 (Homogeneity Index, HI) 计算公式如下:

$$HI = D5\% / D95\% \quad (2)$$

式中, $D5\%$ 和 $D95\%$ 分别为 5% 和 95% PTV 体积所受到的照射剂量, HI 越接近 1 靶区均匀性越好。

用剂量体积直方图 (DVH) 对危及器官 (直肠、膀胱和小肠) 的剂量和受照体积进行比较, 治疗时间不包括摆位时间。

1.5 统计方法

采用 SPSS 16.0 软件对分别对每位患者的 3 个治疗计划结果进行多样本均数检验分析并通过 LSD 法两两比较, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

(1) 不同治疗计划的平均治疗所需时间、总跳数、总子野数 P3 计划最优, P2 计划略逊于 P3 计划而明显好于 P1 计划, 所以 P2、P3 计划更适用于临床。结果见表 1。

表1 3种计划平均治疗所需时间、总跳数、总子野数比较

治疗计划	治疗时间(min)	总跳数(MU)	总子野数(个)
P1	17 ± 0.5	705 ± 70	115 ± 40
P2	10 ± 0.4	579 ± 30	44 ± 15
P3	9 ± 0.3	513 ± 27	26 ± 16

(2) 不同治疗计划 PTV 的平均剂量相似, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 均匀性指数和适形度指数 P1 计划最优, P2 计划次之, 而 P3 计划明显差于 P1、P2 计划。所以在临床使用中 P1、P2 计划更适用。结果见表 2。

表2 3种计划靶区平均剂量、均匀性指数及适形度指数比较

治疗计划	平均剂量(Gy)	均匀性指数	适形度指数
P1	46.3 ± 0.3	1.07 ± 0.05	0.79 ± 0.02
P2	46.0 ± 0.6	1.08 ± 0.01	0.75 ± 0.04
P3	45.8 ± 0.8	1.11 ± 0.07	0.66 ± 0.01

(3) 不同治疗计划危及器官剂量和受照体积相似, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 结果见表 3 ~ 5。

表3 3种计划直肠的剂量和受照体积比较

治疗计划	$V_{20}(\%)$	$V_{30}(\%)$	$V_{40}(\%)$
P1	100	90 ± 2.1	61 ± 1.2
P2	100	92 ± 1.5	63 ± 0.7
P3	100	93 ± 1.7	66 ± 0.9

表4 3种计划膀胱的剂量和受照体积比较

治疗计划	$V_{20}(\%)$	$V_{30}(\%)$	$V_{40}(\%)$
P1	100	84 ± 2.4	52 ± 1.8
P2	100	86 ± 3.2	53 ± 2.1
P3	100	85 ± 2.5	54 ± 1.1

表5 3种计划膀胱的剂量和受照体积比较

治疗计划	$V_{20}(\%)$	$V_{30}(\%)$	$V_{40}(\%)$
P1	86 ± 2.2	57 ± 1.3	26 ± 0.9
P2	86 ± 1.5	58 ± 1.5	27 ± 0.8
P3	86 ± 1.9	57 ± 1.1	29 ± 0.7

下转第103页

一次性手术用无菌四肢套的应用

Application of the Sterile Disposable Surgical Limb Cover

王晓旭, 翟洁婷, 谭光华,
杨俊涛, 翟溶凡
南华大学附属第二医院 骨科, 湖南
衡阳 421001

WANG Xiao-xu, ZHAI Jie-ting,
TAN Guang-hua, YANG Jun-tao,
ZHAI Rong-fan
Department of Orthopaedics, The
Second Affiliated Hospital of Nanhua
University, Hengyang Hunan 421001,
China

[摘要] 目的 探讨自主研发的一次性手术用无菌四肢套的临床应用效果。方法 选取360例行近端肢体手术患者, 随机分为实验组和对照组。实验组(180例)术中用一次性无菌四肢套包裹肢体, 对照组(180例)术中用常规方法包裹肢体。比较两组包裹肢体的平均时间、平均所需人数及术后包裹材料的污染次数。结果 实验组包裹肢体的平均时间为(2.80±0.59) min, 对照组为(6.60±0.72) min; 实验组包裹肢体的平均所需人数为(1.00±0.00)人, 对照组为(2.03±0.41)人; 实验组包裹材料的污染次数为6次, 对照组为36次。实验组与对照组包裹肢体的平均时间、平均所需人数及术后包裹材料的污染次数均有统计学差异($P < 0.01$)。结论 应用一次性无菌四肢套对普骨科手术患者的远端肢体进行包裹, 方便、快捷、所需时间短、所需人数少, 可保证手术区的无菌性, 值得临床推广。

[关键词] 无菌四肢套; 骨科手术; 远端肢体; 肢体包裹

Abstract: Objective To investigate the clinical effectiveness of application of the self-developed sterile disposable surgical limb cover. Methods Three hundred and sixty patients who would undergo proximal limb surgeries were selected and randomly divided into two groups: the experimental group (180 patients) and control group (180 patients). The sterile disposable surgical limb cover was applied to patients in experimental group during the surgeries; while, traditional covers were applied to control group. Then, comparisons were made between two groups in the aspects of the average time and the average number of people required for covering patients' limbs as well as the number of contamination time of the postoperative cover. Results The average time of experimental group and control group were (2.80±0.59) min and (6.60±0.72) min. While, the required average number of people of experimental group was (1.00±0.00) versus control group's (2.03±0.41). The number of contamination time of the postoperative cover applied to experimental group was 6 in contrast with control group's 36. The results between experimental group and control group revealed statistically significant differences ($P < 0.01$). Conclusion Application of the sterile disposable surgical limb cover into orthopedic surgeries had proven its great convenience and advantages in requiring less time and people, which can ensure the sterility of surgical areas and should be promoted in wider applications.

Key words: sterile limb cover; orthopedic surgeries; proximal limb; covering the limbs

[中图分类号] TH781 [文献标志码] B
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.031
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0108-03

普骨科近端肢体手术为临床常见手术, 术中远端肢体无论是否采取全肢体消毒均需包裹, 以防止其污染手术创面, 降低术后切口感染率。目前, 国内大部分医院常规使用无菌巾加无菌绷带、切口膜、无菌手套相结合的方法行

肢体包裹, 此工作常需两或多名医护人员完成, 操作复杂, 术前准备时间长, 且包裹时未消毒肢体易触碰到其他无菌区域, 术中无菌巾包裹处极易被血液或冲洗液等浸湿致细菌扩散, 易增加切口感染率^[1]。为解决上述问题, 笔者自行研制了一种一次性无菌四肢套, 报道如下。

收稿日期: 2014-10-08
本文作者: 王晓旭, 副主任医师。
作者邮箱: wx1024@163.com

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 360 例行近端肢体手术患者, 随机分为实验组和对照组。实验组 (180 例) 术中使用一次性无菌四肢套包裹肢体, 对照组 (180 例) 术中使用常规方法包裹肢体。为避免干扰因素, 术前确认两组患者均无开放性损伤、无局部或其他部位活动性感染或易感疾病等。所有患者术前白细胞、C-反应蛋白、血沉及降钙素原均无异常。两组患者性别、年龄、感染性因素等一般资料比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。两组患者一般情况比较, 见表 1。

表1 两组患者一般情况比较

组别	男 (例)	女 (例)	年龄 (岁)	平均 年龄 (岁)	上肢 手术 (例)	下肢 手术 (例)
实验组	92	88	12~85	45.3	80	100
对照组	103	77	15~87	40.5	89	91

1.2 一次性无菌四肢套的结构

一次性无菌四肢套呈长方形袋样结构, 依据国人下肢长度、小腿长度、小腿最大周径、足长、足宽的平均数值设计样品的长、宽及内径^[2], 共制作出过膝型 (大, 长 88 cm, 宽 44 cm, 最大内径 20 cm)、膝下型 (中, 长 50 cm, 宽 38 cm, 最大内径 18 cm)、过踝型 (小, 长 30 cm, 宽 20 cm, 最大内径 17 cm) 3 种规格的四肢套, 其中过踝型四肢套可用于儿童或上肢手术。四肢套采用聚乙烯材料制成, 具有防水功能, 袋内含同材质长方形薄膜并与袋底相连, 袋两边有多孔供细带穿过, 袋口为无菌粘贴敷料 (图 1)。

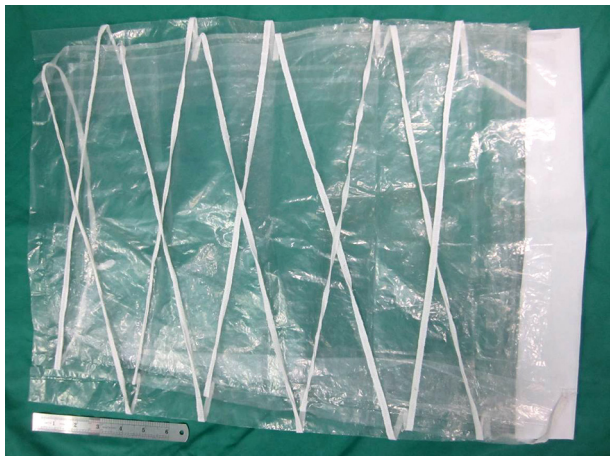


图1 一次性无菌四肢套的外观图

1.3 一次性无菌四肢套的使用方法

四肢套经环氧乙烷消毒后, 外层袋样结构为由内向外呈翻转折叠状态 (图 2a), 其内同尺寸薄膜为平铺状态, 肢体消毒完毕后即放于平铺薄膜上 (图 2b), 手术者将外层袋样结构由远端向近端逐渐展开即可将远端肢体完全包裹 (图 2c), 同时拉紧袋口细带, 使套袋紧贴肢体表面, 再使用无菌刀片

切断多余细带, 用粘贴敷料封闭袋口即可 (图 2d)。



图2 一次性无菌四肢套的使用过程

1.4 评价指标及统计学方法

记录包裹肢体的平均时间、平均所需人数、术后包裹材料被液体浸湿污染的次数 (细菌培养)。所有资料采用统计学软件 SPSS 18.0 进行分析, 包裹肢体的平均时间、平均所需人数比较采用 t 检验, 术后包裹材料的污染次数比较采用 χ^2 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

实验组包裹肢体的平均时间为 (2.80 ± 0.59) min, 对照组为 (6.60 ± 0.72) min; 实验组包裹肢体平均所需人数为 (1.00 ± 0.00) 人, 对照组为 (2.03 ± 0.41) 人; 实验组包裹材料的污染次数为 6 次, 对照组为 36 次, 差异均有统计学意义 ($P < 0.01$)。两组包裹肢体时均无相关意外发生。两组评价指标比较结果, 见表 2

表2 实验组及对照组评价指标比较

评价指标	实验组	对照组	统计学比较结果
平均包裹时间 (min)	2.80 ± 0.59	6.60 ± 0.72	$t = -54.7691,$ $P < 0.01$
平均所需人数 (人)	1.00 ± 0.00	2.03 ± 0.41	$t = -33.7046,$ $P < 0.01$
包裹材料污染 次数	6	36	$\chi^2 = 24.259, P < 0.01$

3 讨论

3.1 一次性无菌四肢套的研制背景

普骨科手术多涉及内植物的置入, 且普骨科患者术时常有额外的软组织和骨骼创伤, 并发感染风险较高; 若术后切口感染, 不仅会延长患者的住院时间, 增加患者的痛苦和经济负担, 而且可能造成难以治疗的骨与关节感染, 乃至威胁患者生命^[3], 故普骨科手术对无菌技术的要求相比其他外科手术更加严格。患肢远端无菌包裹就是普骨科预防手术切口感染的主要措施之一, 即术前无论肢体是否完全消毒, 只要条件允许均需对患肢远端进行包裹, 以防随着时间的推移和汗腺的分泌, 毛囊内残余细菌转移至皮肤表面进而污染手术创面。目前临床上常使用无菌巾加无

菌绷带、切口膜、无菌手套相结合的方法包裹肢体,过程复杂,术前准备时间长,而患者到达手术室至手术切口切开前的准备时间也是术后切口感染的一个独立危险因素^[4];另一方面,在使用传统布类无菌巾保护无菌区域时,由于术中肢体常需要牵引、复位等,活动幅度较大,易使无菌巾松散从而不能保证足够的无菌区域;此外,对于内出血较多、污染较重、创伤较大或时间较长的切口,常规手术、冲洗或引流时,无菌巾不仅容易沾染污物影响手术野,而且易被液体浸湿,致使其隔离微生物的作用丧失,使手术切口感染的几率大大升高。普骨科多数患者的术后感染或切口愈合不良不仅与手术时间、手术者技术熟练程度以及开放性损伤的严重程度密不可分,且均可追溯至手术过程中发生的特定事项。目前国内文献有相关四肢套的设计研究,但大部分仍然以无菌巾为材料,无法解决布类易被液体浸湿的问题^[5]。


3.2 一次性无菌四肢套的优势

笔者自行设计的一次性无菌四肢套采用聚乙烯材料制成,具有防水功能,制作简单,使用方便,可明显缩短手术铺单的时间,降低因绷带缠绕或术中无菌巾浸湿所致污染的可能。临床数据表明,应用该四肢套,包裹肢体时间、平均所需人数及术后包裹材料被浸湿污染的次数明显降低。聚乙烯膜透明度高,不影响手术视野,不会被液体浸湿,不易沾染污物,有良好的生物相容性。粘贴敷料的使用使得一次性无菌四肢套口可根据患肢粗细控制适宜的松紧度,且对于儿童下肢可灵活采用上肢套代替,固定方式稳妥可靠,能有效避免因术中牵引滑脱所致的手术野污染。一次性无菌四肢套使用时只需检查失效期和有无破损,然后即可直接开包,流程简单,不仅可减少手术医生的准备时间,保证无菌效果,同时相比无菌巾存放可减少管理的中间环节,节约护理管理者的工作时间。

4 结论与展望

随着经济的快速发展,私家车拥有量及基础设施建设项目持续增长,车祸及建筑工地受伤患者明显增多,普骨科患者及年手术台次也随之增多^[6-8]。一次性无菌四肢套能有效解决远端肢体的包裹问题,适用范围广,实用性与可靠性高,在普骨科手术中将有广阔的应用前景。但由于术中可能因操作不当导致该四肢套被锐器损伤,因而也可能会出现切口污染的情况,需在使用前对术者进行相关培训,提高其操作技能。


[参考文献]

- [1] 徐爱玲,王平.3L脑科粘贴手术巾在各科手术中的应用[J].内蒙古中医药,2012,(18):89.
- [2] 中国解剖学会体质调查委员会编.中国人体质调查第三集[M].上海:第二军医大学出版社,1999:35-31.
- [3] 吴卓,黄海岸.3M含碘手术薄膜在髋关节置换术预防手术切口感染的应用[J].现代医院,2013,13(4):43-45.
- [4] Radcliff KE,Rasouli MR,Neusner A,et al.Preoperative delay of more than 1hour increases the risk of surgical site infection[J].Spine(Phila Pa1976),2013,38(15):326-330.
- [5] 陈美仙,薛水兰,程丽霞.四肢套的制作与术中应用[J].解放军护理杂志,2004,(8):13.
- [6] 金梅,孙可,杨庆国.老年股骨近端骨折创伤早期髂筋膜间隙阻滞镇痛的临床效果[J].实用医学杂志,2013,29(4):584-586.
- [7] 张志桐,申素芳,胡长青,等.超声监测下长骨骨折复位髓内针固定术的可行性初探[J].中国医疗设备,2014,29(3):161-163.
- [8] 周淑平,石承瓚,范伟杰,等.锁骨骨折的治疗进展[J].中外医学研究,2013,(1):152-154. 

上接第116页

[参考文献]

- [1] 史庆辉,涂玲,李伟.大中型医疗设备成本效益分析方法研究[J].医疗装备,1999,(11):11-12.
- [2] 牛巧灵,王凤,张恩科.从应对医院等级评审谈如何加强设备管理部门建设[J].中国医学装备,2010,7(9):39-41.
- [3] 岑跃进,董贵安,王继伟,等.军队医院等级评审需重视的几个问题[J].解放军医院管理杂志,2012,19(4):319-320.
- [4] 何琼,余昌胤,王飞,等.医院等级评审资料体系分层构建模式的研究[J].医学理论与实践,2012,25(1):319-320.
- [5] 王群英.医院大型仪器设备的成本效益分析[J].中国卫生资源,2010,(13):177-180.
- [6] 郑蕴欣,陈颖,李斌.医院维修人员配置与设备维修费用关系的研究[J].医疗卫生装备,2010,8(5):13-14.

- [7] 李斌,张红雁.医院医疗设备项目成本效益分析方法探讨[J].中国医疗器械杂志,2004,28(6):452-457.
- [8] 张恩科,李帅帅,施安,等.医疗设备成本效益实时监测和动态分析方法设计思路探究[J].中国卫生质量管理,2012,19(1):67-68.
- [9] 张恩科,高敬龙,李帅帅,等.医疗设备成本效益分析在大型设备资源配置中的应用价值[J].中国医学装备,2012,1(9):51-55.
- [10] 年金现值系数(P/A,i,n)表[DB/OL].http://media.openedu.com.cn/media_file/netcourse/jingpin/gscw/mainstudy/public/gsyy/hm/njxz.htm
- [11] 宋天一,张永寿,宗景军,等.加强管理提高医疗设备使用效率[J].中国医疗设备,2010,25(12):73-74.
- [12] 何金圣,徐立平,蒋丽丽.医院等级评审与医学工程学科的发展[J].中国医疗设备,2013,28(1):104-107. 

基于3G/4G无线网络的区域急救系统的设计

Design of A Regional Emergency System Based on 3G/4G Wireless Network

宋斌, 施永周, 董德胜, 王丹,
周文婷, 廖金平
中国人民解放军第九八医院 急诊科,
浙江 湖州 313000

[摘要] 本文阐述了一套基于3G/4G无线网络的区域性急救系统的设计过程。该系统以医院急诊科为救治中心, 依托专网专线和3G/4G通信网络建立, 集成了数字化智能救护车系统、急救现场手提箱系统和区域性急救医疗信息系统。该系统的应用可以有效地提高院前医疗急救水平, 提升应急突发事件的紧急救援处置能力, 缩短院前急救时间, 提高抢救成功率。

[关键词] 区域性急救系统; 3G/4G无线网络; 数字化智能救护车系统; 急救现场手提箱系统

Abstract: A regional emergency system based on 3G/4G wireless network was proposed in this paper. The system took department of emergency in the hospital as the treatment center and was established on the basis of the private-network-for-dedicated-line methodology and 3G/4G communication network. With seamless integration of the digital intelligent emergency ambulance system, the on-site emergency suitcase system and the regional emergency medical information system, this system can effectively improve the pre-hospital medical emergency treatment and enhance the ability to handle emergency incidents. Moreover, it shortened the time of pre-hospital emergency treatment and increased the success rate of rescue.

Key words: regional emergency system; 3G/4G wireless network; digital intelligent emergency ambulance system; on-site emergency suitcase system

SONG Bin, SHI Yong-zhou,
DONG De-sheng, WANG Dan,
ZHOU Wen-ting, LIAO Jin-ping
Department of Emergency, The 98th
Hospital of PLA, Huzhou Zhejiang
313000, China

[中图分类号] TN925.93 [文献标志码] B
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.032
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0111-03

0 前言

随着社会和经济的快速发展, 现有的急救医疗服务体系越来越不能适应人民群众对健康保障及安全的需求。因此, 如何建立一个科学、规范、专业、现代、能统一指挥及调度院前、院内急救资源的区域性急救医疗网络系统已成为一个热点课题^[1-2]。院前急救是现代急救网络中一个重要的组成部分^[3-4], 因此如何合理地使用院前急救设备, 提高院前急救的工作效率和现场救治水平, 缩短院前院内无缝衔接的时间, 整合院内救治技术是提高院前急救效能的

关键^[4]。随着人体躯感网技术、无线信息传输技术的发展和成熟, 在院前急救、转运监护、院内救治间实现信息传输、救治协同的一体化急救医疗网络系统已成为可能^[5-6]。

我院地处经济发达的苏浙皖三省交界的长三角腹地, 长期实行医警联动救治机制, 承担着大量的急诊救治任务, 具有丰富的急救资源、较强的救治能力和良好的急救基础。我院依托深圳纽泰克公司研发的城市急救医疗信息无缝联接系统, 联合本地急救中心、110指挥中心和我院急诊科平台, 在本地区率先建立起了区域性无缝联接急救医疗信息系统(简称区域性急救系统), 报道如下。

1 系统总体设计

区域性急救系统主要集成了数字化智能救护车系统、

收稿日期: 2013-12-26 修回日期: 2014-12-11
基金项目: 南京军区医学创新课题(11MA008)。
本文作者: 宋斌, 副主任医师。
通讯作者: 廖金平, 副主任医师。
通讯作者邮箱: lj989898@163.com

急救现场手提箱系统以及区域性急救医疗信息系统等,采用云计算、云存储、3G/4G 移动通讯技术、GPS 技术、GIS 技术、远程音视频技术、远程生命信息监护技术等构建,以急救中心指挥调度系统为总控中心,以急诊抢救室为分控中心,以各临床科室为应急救治单元。

系统可对注册车辆实施动态跟踪、视频监控、行车记录和管理调度等,可有效优化救护车资源,提高救护车的质量管理;可在保证安全的前提下采用国际通用的系统规范和信息传输协议,实现与其他系统的网络连接、数据共享及系统扩容;可建立急诊信息数据库,便于患者信息的统计、分析和查询,以优化急诊流程,提高救治效率。

2 基于3G/4G无线网络的数字化智能救护车系统设计

数字化智能救护车系统主要由车载显示器、车载监护仪、车内外摄像头、GPS 车载导航仪以及车载中央电脑组成,每辆救护车配备 1 个平板电脑,用于运行院前急救电子病历系统 (Electronic Pre-Hospital Care Reporting, ePCR)。数字化智能救护车系统结构图,见图 1。



图1 数字化智能救护车系统结构图

其中,车载中央电脑是可扩展的开放式系统,可以接入除颤仪等设备,负责接受任务并将车辆状态信息发给指挥中心;可构建车内无线局域网,连接车内无线设备,通过一张 3G/4G SIM 卡将数据发送到远端服务器^[7-8]。

GPS 车载导航仪负责为指挥中心提供车辆位置信息,可添加航位推算 (DR) 功能,以使救护车在卫星信号丢失的情况下继续正常显示位置信息。

车内摄像头可使指挥中心了解车内的抢救状况,并可以和医院急诊科主任端系统连接,通过双向视频指导抢救;车外摄像头可 360° 宽动态显示,负责将救护车外的情况发送给指挥中心。

车载监护仪负责将病人生命体征信息传送到医院急诊科,使医生可针对病人状态提前做好抢救准备。车载显示器可显示抢救视频、患者生命体征、GPS 等信息。

3G/4G 无线网络以及无线局域网 (WLAN) 采用 APN (接入点) 专用接入方式,可将车内数据统一通过 3G 无线网

络上传到数据中心服务器,通过无线宽带 (WIFI) 将车内的高质量数据自动上传到分站。

ePCR 是一个集电子病历、电子医嘱、电子处方管理、远程诊断报告下载、计费结算等功能为一体的院前信息系统,使得院前急救病历电子化,有效提高救治效率^[9-10]。

3 急救现场手提箱系统设计

急救现场手提箱系统主要由 12 导心电检测仪、无线手持式急救监护仪、无线单兵现场视频设备、3G/4G 无线网络及 WIFI 通讯系统组成。其结构展开图,见图 2。



图2 急救现场手提箱系统结构展开图

其中,急救现场远程 12 导心电检测仪可自动完成对病人心电图特征参数的精确测量,并实时将病人信息传到医院急诊室,以便精准、及时地判断出各种异常心拍和心律。

无线手持式急救监护仪可监护病人的各种生理参数如呼气末二氧化碳分压 (EtCO₂)、呼吸频率 (RR)、血氧饱和度 (SpO₂) 及相应波形,并可通过无线网络连接至数据中心进行数据传输和交互,将病人数据实时传输到急救医院,使其进一步了解现场病人的病情。

无线单兵现场视频设备用于在野外复杂环境下监视及传输急救现场的移动视频,使急救信息全程无缝联接。

4 区域性急救医疗信息系统

系统主要由急救中心和指挥中心部署系统以及医院急诊科部署系统组成。其示意图,见图 3。

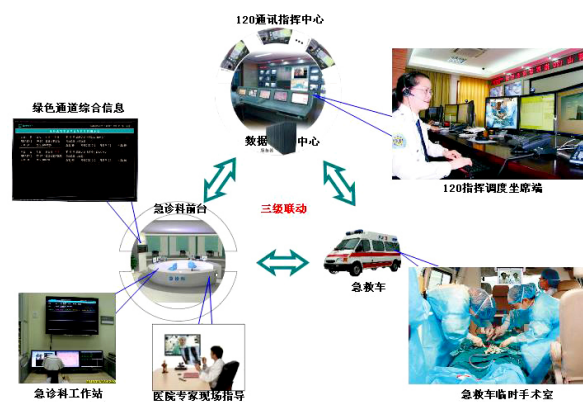


图3 区域性急救医疗信息系统示意图

(1) 急救中心和指挥中心部署系统。该系统主要由计算机集成(CTI)指挥调度子系统、GIS/GPS+DR子系统、音频子系统、生命体征子系统组成。CTI指挥调度子系统具有多媒体接警、派车前实时掌握医院急诊科状态信息、专家资源库预案等功能;GIS/GPS+DR子系统可实现无盲区导航与监控、专业医疗GIS查询等;音频子系统可通过3G无线网络实现360°全景远程无线监控;生命体征子系统可通过3G无线网络将病人生命体征信息实时传到医院。

(2) 医院急诊科部署系统^[11]。该系统主要由不可操作、免维护的综合信息显示大屏幕(可动态显示救护车位置信息、病人基本信息及其生命体征信息)和前台部署的护士工作站系统组成,其中护士工作站系统主要由综合信息显示子系统(可操作)、音视频子系统、生命体征子系统组成。综合信息显示子系统可显示救护车位置信息、病人基本信息及其生命体征信息,可以与音视频和生命体征子系统联动,实现历史数据的联动查询;音视频子系统可实时查看救护车内外状态;生命体征子系统可随时了解病人生命体征信息,关键时刻可与音视频子系统配合使用,以辅助专家进行现场指导救援。


系统可与急诊科工作站系统对接,将医生、病床和手术室情况实时传至急救中心,以便急救中实施最佳、动态的指挥调度;同时还可以存储急诊信息,以便建立急诊信息数据库,便于开展相关科研,提高救治效率,实现院前院内对接,将病人信息转至HIS。

5 结语

区域性急救系统的建设,可有效提高本院院前医疗急救水平,提升应急突发事件的紧急救援处置能力,缩短院前急救时间,提高抢救成功率,降低病人死亡率和伤残率;并可有效优化救护车资源,提高救护车的管理质量,降低

突发及灾难事件等带来的经济损失;可有效建立起急诊医疗信息系统,方便患者数据的统计、分析和查询,从而提高急诊管理水平,优化急诊流程,改善医患关系,有效提高医疗服务水平,减少医疗资源浪费。

[参考文献]

- [1] 蔡兆斌.国内外院前急救现状与展望[J].中华急诊医学杂志,2010,19(7):777.
- [2] 秦国良,路剑新,李华,等.现代急救信息化网络化无线联网终端系统在提高抢救成功率方面的作用[J].创伤外科杂志,2009,11(1):57-58.
- [3] 霍军.运用120通讯调度系统指挥现场急救的探索[J].中华医学与健康杂志,2007,4(7):42-43.
- [4] 岳茂兴.创伤的现场急救与治疗模式探讨[J].中华创伤杂志,2006,22(9):644-646.
- [5] 金浩宇,陈海军.基于3G网络移动监护信息传输定位系统的设计[J].中国组织工程研究和临床康复,2012,16(30):5630-5633.
- [6] 张培,王少平,尹松.浅谈3G技术在院外急救工作中的应用[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2013,8(2):159-161.
- [7] 赵栋凯,罗宏.医疗系统的3G时代[J].中国医疗设备,2012,27(11):87-88.
- [8] 仲晓伟.医院构建无线网络方案的探讨[J].中国医疗设备,2013,28(2):55-57.
- [9] 田燕,向仕平,周民伟,等.物联网技术在急救中的应用[J].中国数字医学,2012,7(8):59-62.
- [10] 张翔,白颖,王世东,等.利用物联网技术实现远程流动急救应急系统建设及应用[J].中国数字医学,2012,7(9):13-15.
- [11] 田军章,唐浩,张进.基于物联网及远程医疗的新型应急救援系统[J].中国医疗器械信息,2013,19(6):25-27. 

上接第141页

[参考文献]

- [1] 胡卫平.建立区域性医疗器械物流中心的思考[J].南宁职业技术学院学报,2008,13(5):83-86.
- [2] 医疗器械监督管理条例[S].2000.
- [3] 张军华.医疗器械产业发展状况及加工技术需求[J].金属加工(冷加工),2011,(13):8-10.
- [4] 柴振明,王非.由当前医疗器械行业的发展谈医院设备科管理[J].中国高等医学教育,2010,(6):126-127.
- [5] 医疗器械流通监督管理办法[S].2007.
- [6] 常永亨.从法规的系统性看医疗器械监督管理条例修订[J].中国医疗器械信息,2008,14(1):1-29.
- [7] 肖海汀,张鹭鹭,王向东,等.医院大型医用设备利用效率现状

分析[J].中华医院管理杂志,2000,16(12):716-717.

- [8] 张征.医疗器械流通领域发展趋势探究[J].中国医疗器械信息,2011,17(9):27-29.
- [9] 吴荻,杨建彬,赵建英.医院设备科之设备的验收工作[J].中国中医药资讯,2010,2(3):84.
- [10] 崔怡,崔亮,赵京霞,等.医疗器械分类管理[J].医疗卫生装备,2013,34(9):125-126.
- [11] 王子兰,李静莉,吴卫中.对我国医疗器械市场监管的思考[J].中国药事,2010,24(7):638-639.
- [12] 张卉泳.浅谈医院在医用耗材集中采购管理过程中的作用[J].中国医疗设备,2012,26(10):46-47. 

基于效益-效果评价的大型医疗设备成本效益分析

Cost-Benefit Analysis of Large Medical Equipment Based on the Benefit and Effect Evaluation

杜振伟, 张和华, 吴旋, 向华,
任庆惠, 尹军
第三军医大学大坪医院野战外科研究所 医学工程科, 重庆 400042

DU Zhen-wei, ZHANG He-hua,
WU Xuan, XIANG Hua,
REN Qing-hui, YIN Jun
Department of Medical Engineering,
Daping Hospital, Research Institute
of Surgery, Third Military Medical
University, Chongqing 400042, China

[摘要] 本文介绍了医疗设备成本效益分析常用方法和优缺点, 提出了基于效益-效果评价的大型医疗设备成本效益分析方法, 详细阐述了该方法的评价原则和方法。通过实例分析指出了该方法的优势和不足之处, 并提出了改进的方向。

[关键词] 大型医疗设备; 效益-效果评价; 成本效益分析

Abstract: This study introduces the common methods of cost-benefit analysis of medical equipment and their advantages and disadvantages. Then, a new cost-benefit analysis method is proposed based on the benefit and effect evaluation and expounded in the aspects of evaluation principles and approaches. Through illustrating the examples, the study points out the advantages and inadequacies of the new method and finally puts forward the improvements that need to be done.

Key words: large medical equipment; benefit and effect evaluation; cost-benefit analysis

[中图分类号] R197.3; R197.39 [文献标识码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.033

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0114-03

0 前言

近年来, 各类医疗设备对临床工作的保障和支撑作用日益明显, 据统计医疗设备资产占一般医院固定资产的 2/3 以上^[1]。伴随三医联动改革以及医保人群覆盖面的扩大, 费用的总控及实施按病种定额付费方式, 医院的医疗设备投入也由蓬勃发展期的粗犷型管理, 逐步转向以成本控制为核心的经济型管理。

医疗设备成本效益分析是医疗设备管理的重要内容之一。常见的成本效益分析方法主要关注设备的经济效益, 而往往忽略其投入使用后对病人、医院以及社会带来的隐形效益。在这样的评价体系下, 加之缺乏合理监管, 医院往往容易产生盲目追求经济效益, 各个科室出现跨专业学科引进设备、超适应症使用设备、延长设备使用时间、增

加设备使用频次等, 从而产生不合理收费现象, 增加了病人的经济负担。同时, 医院等级评审标准中明确指出, 三级医院必须有大型医疗设备的效益分析、临床应用效果、质量分析等^[2-4]。因此, 本文提出了一种基于效益-效果综合评估的分析方法, 以加强仪器设备的使用管理。该方法将大型医疗设备分为直接盈利和非直接盈利 2 种类型, 利用净现值法和回收期法分阶段进行侧重点不同的评价, 并分析了仪器设备的使用效果, 以期充分发挥大型设备的作用提供决策参考。

1 大型设备成本效益分析概况

医疗设备具有投资金额大, 回收周期长的特点, 因此, 加强购置前的论证特别是进行大型设备全寿命周期的成本效益分析, 不仅可以了解已有设备的运营情况与效益产出, 同时也可后续设备购置提供切实可行的参考依据。

收稿日期: 2014-07-08
通讯作者: 张和华, 博士, 工程师。
作者邮箱: peter11dzw@vip.qq.com

修回日期: 2015-02-02

大型设备成本效益分析常见方法有：① 投资回收期法 (Payback Period Method, PPM)；② 资产收益法 (Return On Assets, ROA)；③ 量本利分析法 (Cost-Volume-Profit Analysis, CVPA)；④ 净现值法 (Net Present Value, NPV) 等^[5]。

(1) 投资回收期法。投资回收期法是计算项目投入使用后在正常运营条件下的收益额全部用来收回项目总投资所需的时间，是用行业基准投资回收期对比来分析项目投资财务效益的一种静态分析法。计算公式如下：

$$T=I_0/N \quad (1)$$

其中， T 为投资回收年数， I_0 为初期投资额， N 为项目的平均年度净收益。该方法优点在于概念明确，计算简便^[6]。而缺点则在于没有考虑资金的时间价值，同时忽视了大型设备的应用效果和质量分析。

(2) 资产收益法。资产收益法又称为投资收益率法^[7]，其计算公式如下：

$$ROA=N/I_0 \times 100\% \quad (2)$$

其中， ROA 为资产收益率， I_0 为初期投资额， N 为项目的平均年度净收益。该方法优点在于概念明确，计算出了投资额的产出效率。缺点与投资回收期法相同。

(3) 量本利分析法。量本利分析法是研究服务量、成本、收入与利润之间的关系，达到盈亏平衡时的服务数量，其计算公式为：

$$Q^* = F/(P-V) \quad (3)$$

其中， Q^* 为保本服务量， P 为每例服务的收益， V 为每例服务的变动成本， F 为固定成本。该方法优点在于可结合科室的业务情况与设备运营成本进行效益分析，准确度与参考价值更大。缺点在于变动成本具有浮动性，不是固定值，统计比较复杂。

(4) 净现值法。上述 3 种方法都没有考虑资金的时间价值，而实际上若干年后的收益与现在同样币值的收益是不等同的。因此，在效益分析中，往往需要把未来的现金流转换成现值来统一比较，第 N 年的收益 CF_n 转换成现值为：

$$PV_{kn}=CF_n/(1+K)^n \quad (4)$$

其中， PV_{kn} 为现值， CF_n 为第 N 年的收益， K 为资金的利息率，根据以上公式，可以得到一个投资项目的净现值：

$$NPV=\sum PV_n \quad (5)$$

该方法考虑了资金的时间价值，而且将整个设备寿命周期的全部现金流 (DCF) 都考虑在内。

2 基于效益-效果综合评价的成本效益分析

2.1 评价原则

基于效益-效果的成本效益分析的侧重点不仅仅在于经济效益，而要兼顾设备投入使用后为医院、科室、病人

以及社会带来的隐形效益。该方法的评价内容主要分为经济效益和应用效果两部分。经济效益分析主要沿用现有方法得出定量的结果，而效果分析主要采用调查问卷反馈来进行统计分析。评价原则主要包括：① 评价过程科学；② 调查问卷面向使用科室和使用对象两级；③ 数据采集客观严谨，不使用不全数据或错误数据。

2.2 评价方法和手段

基于效益-效果的成本效益分析分别是经济效益分析和应用效果分析。经济效益分析主要采用净现值法，应用效果分析方法 (Application Effect Analysis, AEA) 主要建立在使用科室和对象的主观感受，数据反馈采用调查问卷的形式展开^[8]。问卷内容以受试对象就设备各项情况的满意度进行评分。

2.2.1 调查问卷设计

调查问卷的目的在于了解科室以及病人对设备的运行和使用情况的满意程度，从而对设备的效果进行分析。下面以某型号 PET-CT 为例设计针对科室和病人的问卷各一份。科室的调查问卷可包含对科室的实力提升情况、设备的运行情况、科室对病人使用后的效果满意度，见表 1。针对病人的调查问卷主要内容包括对病人病情的诊出情况、单次检查价格满意度、病人对医院整体实力的印象等方面，见表 2。

表1 使用科室对某型号大型诊断设备检查的满意度调查表

序号	项目	非常满意 (10分)	满意 (8分)	一般 (6分)	不满意 (4分)	非常不满意 (2分)
1	设备价格合理					
2	日常使用成本合理					
3	设备拍摄图像质量高					
4	故障情况较少，维护成本较低					
5	设备运行成本较低					
6	设备为科室带来收入可观					
7	科室诊断水平有所提高					
8	科室科研水平有所提高					
9	病人投诉率下降					
10	病人治愈率上升					
合计 (100分)						

表2 患者对某型号大型诊断设备检查的满意度调查表

序号	项目	非常满意 (10分)	满意 (8分)	一般 (6分)	不满意 (4分)	非常不满意 (2分)
1	检查价格合理					
2	候诊时间短					
3	检查时间短					
4	出检查结果报告及时					
5	检查结果详细，准确、易懂。					
6	设备拍摄图像质量高					
7	对疾病诊断有较大帮助					
8	检查副作用小					
9	对科室的整体印象					
10	对医院的整体印象					
合计 (100分)						

2.2.2 调查问卷统计分析

在完成调查问卷后,利用信息系统对结果进行逐项统计分析^[9],最终可得到科室问卷各项的平均分 $M_1 \dots M_{10}$,病人问卷各项的平均分 $N_1 \dots N_{10}$ 以及2项问卷的最终得分的平均分 M_a 和 N_a 。权重系数 k_1 和 k_2 由问卷调查表数量 Q_1 和 Q_2 决定,其中 Q_1 为科室人员调查表数, Q_2 为患者调查表数,计算方式如下:

$$\begin{cases} k_1 = Q_1 / (Q_1 + Q_2) \\ k_2 = Q_2 / (Q_1 + Q_2) \end{cases}$$

根据上述结果,可按照需求逐项进行权重分析或者利用总分平均分对设备的应用效果进行评价。分析方法可根据实际需要进行调整。本文提出公式如下:

$$S = \frac{M_a \times k_1 + N_a \times k_2}{M_a + N_a}$$

其中, S 是(0, 1)之间的小数,可以作为综合分析的参数之一,定义为效果因子。

2.3 效益-效果综合分析

在多因子分析时,常见的方法是通过建立2个或2个以上的参量之间的代数关系从而将2个参量联系起来。本文通过乘积的方式将效果因子作为增益参量进行双因子的综合分析。具体方法如下。

通过净现值法计算得到的净现值为:

$$NPV = \sum PV_n$$

在附上效果因子后,效益-效果综合分析下的净现值为:

$$NPV' = NPV + S \cdot VCF_0$$

其中, VCF_0 为每一年净现值,从上述公式可以更直观、更全面地对设备的投资效益进行评价。

2.4 方法评价

该方法优点在于:①整个评价模型建立在传统模型的基础上,概念明确,执行简单;②对设备的评价不再仅仅停留在经济效益层面,从医院全面、综合的发展角度出发对设备进行科学管理和评价;③作为一种全局考虑的评价思想,可以较灵活的适应于各类设备的成本效益分析,也可配合其他传统分析方法进行,具有可拓展性;④可依托于信息化系统平台展开,数据源大的情况下结论也更准确可信。该方法也具有一定的局限性,效果评价依赖于调查问卷的形式展开,其中存在一定的主观因素:①问卷设计人员在设计过程中可能会带有主观因素;②参与调查问卷人员所提供的信息可能存在主观的因素,个体差异也可能比较大。因此,可通过添加专家系统等方式,使得较为主观的效果评价具有一定的权威性,更符合实际。

3 应用实例分析

以我院某型多功能数字平板胃肠机为例,设备购置成本

52.2万元,按直线法计算折旧,使用寿命6年,期满按10%提取残值,预计投资后每年创利3万元,则固定资产年折旧额为:

$$\frac{\text{设备成本}-\text{残值}}{\text{使用寿命}} = \frac{52.2-5.22}{6} = 7.83 \text{ (万元)}$$

原始投资额(- NCF_0)为52.2万元,投产后每年相等的净现金流量为:

$$NCF_{1,2,3,4,5} = 3 + 7.78 = 10.83 \text{ (万元)}$$

第6年回收残值净现金流量 $NCF_6 = 3 + 7.78 + 5.52 = 16.05$ (万元)。查年金现值系数^[10]表得,5年8%的年金现值系数($P/A, 8\%, 5$)为3.9927,6年8%的复利现值系数($P/F, 8\%, 6$)为0.6302。

则该多功能数字平板胃肠机的净现值为:

$$NPV = -52.2 + 10.83 \times 3.9927 (P/A, 8\%, 5) + 16.05 \times 0.6302 (P/F, 8\%, 6) = 1.1557 \text{ (万元)}$$

按照传统效益分析方法结合我院使用现状,其净现值虽然大于零,但资金流入量仅占投资额的2.21%,仅从经济效益方面对该设备综合评价为“良”。但消化科在引入该设备后科室收治率得到明显提高,故仅以经济效益对设备进行评价缺乏一定合理性。

现以效益-效果评价方法对该设备进行评价。评价效果按照上文提供的问卷针对科室以及患者进行调查,共取得有效科室问卷11份,有效患者问卷27份。经计算,得 $M_a = 7.7$ 、 $N_a = 8.1$ 、 $k_1 = 0.289$ 、 $k_2 = 0.711$,计算得到效果因子 $S = 0.505$ 。近6年该数字平板胃肠机NPV为1.1557万元,经修正后的 $NPV' = 6.625$ 万元,经效益-效果评价方法得出该设备综合评价为“优”。

从上述案例可发现,对于此类经济效益不显著,但是投入使用后获得较好使用效果的医疗设备,在评价其综合效益时,宜将使用效果进行量化并将其考虑在内,才能正确客观评价该设备价值。

4 总结与展望

在以成本控制为核心的设备管理体系下,只以经济效益对设备进行效益分析显然是片面和不客观的。因此,本文提出了一种基于效益-效果的综合成本效益分析法,为医院大型设备的效益分析提供了一条新的途径。这种综合性效益分析也将为设备购置提供更加客观、详细的决策依据。该方法的应用和推广,可以让医院管理人员更全面地对设备进行评价,真正做到成本的合理支配,提高医院运营效率^[11-12]。除了大型医疗设备,也可将此方法应用于其他常规设备和高值耗材等方面,并更进一步对方法进行研究和扩展,提高其适用范围和客观性。

从典型个案讨论注射泵质量风险源控制

Discussion on Control of Quality Risk Sources for the Injection Pump Based on Typical Cases

罗铮娜^{1,2a}, 韩宇枫^{2b}, 韩伟^{2c},
李帅帅^{2c}, 张恩科^{2c}, 郑刚¹

1. 第四军医大学军事预防医学院 军队
劳动与环境卫生学教研室, 陕西
西安 710032;

2. 陕西省人民医院, a.眼科; b.新生
儿科; c.设备科, 陕西 西安 710068

LUO Jing-na^{1,2a}, HAN Yu-feng^{2b},
HAN Wei^{2c}, LI Shuai-shuai^{2c},
ZHANG En-Ke^{2c}, ZHENG Gang¹

1. Teaching and Research Section
of Army Labor and Environmental
Hygiene, School of Public Health and
Military Preventive Medicine, Fourth
Military Medical University, Xi'an
Shaanxi 710032, China; 2. a. Department
of Ophthalmology; b. Department
of Neonatology; c. Department of
Equipment, Shaanxi Provincial People's
Hospital, Xi'an Shaanxi 710068, China

[摘要] 注射泵作为生命支持和药物治疗的辅助装备, 其安全使用一直是医学装备质量控制的重点。本文通过对临床不良事件个案分析, 从工程技术、医疗护理、临床药学等多方面阐明注射泵质量风险源的发生机理, 为注射泵临床应用风险的规避和防范提供理论依据, 以不断提高注射泵的应用和操作水平。

[关键词] 注射泵; 临床不良事件; 风险源; 报警延时

Abstract: As the auxiliary equipment for life supporting and drug treatment, the safe use of the injection pump has always been the key point for the quality control of medical equipment. This paper analyzes the typical clinical adverse events and expounds the mechanism of quality risk sources for injection pumps in various aspects including the engineering technology, medical care and clinical pharmacy, which provides theoretical bases for prevention of the clinical application risks so as to improve the application and operation of injection pumps.

Key words: injection pumps; clinical adverse events; risk source; alarm delay

[中图分类号] R197.39; R452 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.034

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0117-03

0 前言

注射泵是临床医学工程的产物, 其技术和原理更多地体现着工程学的发展成果^[1]。使用注射泵为患者注射药物已逐步成为医院精准注射的重要手段, 对其开展的安全保证和质量控制学术研究多数将视角集中在工程学上, 即希望通过国家强制性指标计量和实验室性能检测来解决注射泵的安全使用问题^[2], 但在实际医疗中, 因为电气故障或准确度问题产生的不良事件只占 1/3。

本文通过一个临床不良事件个案的分析, 为注射泵临床应用风险的规避和防范提供理论依据, 以不断提高注射泵的应用和操作水平。

收稿日期: 2014-11-03 修回日期: 2014-12-16
基金项目: 陕西省卫生科研扶植项目(2014-J35)。
本文作者: 罗铮娜, 硕士研究生在读, 主管护师, 陕西省人民医院眼科手术室护士长。
通讯作者: 郑刚, 博士, 副教授, 硕士生导师。
作者邮箱: 32958781@qq.com

1 临床不良事件一例

(1) 资料: 某院心脏外科对一名婴儿行先天性心脏病手术根治术, 年龄 72 d, 体重 4.9 kg, 法四综合症, 术后使用国内某著名品牌注射泵注射肾上腺素, 30 min 后术者血压未见升高, 引发患者严重生命危险。

(2) 纠纷: 临床科室认为注射泵属不合格产品。

(3) 处理办法: 封存可疑设备, 并将该批采购的 32 台注射泵全部送省质量监督检验所进行质量检测, 报告结果认定全部为合格产品。

(4) 事件调查: 本次肾上腺素浓度按 $0.03 \times$ 体重 (kg) + 50 mL GS (葡萄糖注射液), 医嘱用药标准 0.01 ug/kg/min , 使用 10 mL 注射器, 护士设置流速 1 mL/h, 采用长度 1 m 的压力延长管。护士正确地启动机器, 却因疏忽未打开三通开关, 注射泵 30 min 内并未发生阻塞报警。

该事件可以认定为医疗器械不良事件,设备管理部门按程序和要求向上级机关进行了申报。分析事件整个过程,设备资质齐全和二次质检报告证明了设备质量指标符合国家相关标准,设备部门的处理办法也是恰当和及时的;护士输注药物遵照医嘱,参数设置和启动设备也未违反器械使用规范,护士未打开三通造成注射阻塞是导致此次不良事件的主因,但因此责成责任护士承担全责也不太合理。为此,临床科室与设备部门发生分歧,其焦点集中在:发生阻塞后设备为何30 min内不报警,该设备合格吗?

2 讨论

护理人员的职业技能与专业修养不作为本文讨论的方向,只从这一个案,来探讨医疗装备的质量管理。

(1) 该个案反映出医学装备质量的内涵:工程学质量和临床应用质量共同体现装备的临床整体效果—安全性、有效性^[3-4]。由此可见,医学装备的质量控制是一项系统工程,现代科技给人类提供了越来越多的改造世界的先进技术和尖端工具,但在应用过程中人才是最活跃和关键的因素。

(2) 这一个案的关键操作环节蕴藏着注射泵质量风险的几乎所有来源,因此有必要对照行业公认的医疗设备质量风险源的3个方面,对注射泵质量风险源的产生机理及使用安全等相关问题做深入的探讨和分析^[5-6]。

2.1 设备自身问题

设备在设计、生产、上市前临床验证不充分。注射泵原理的科学性和合理性是得到临床广泛认可的,其较高的技术成熟度也基本保证了临床应用的相对安全性。尽管如此,注射泵的“先天”缺陷仍然存在^[7]。在此案例中表现为注射过程发生完全性阻塞而设备却延迟报警,这种现象的发生来源于机械和电子技术能力的限制:

(1) 启动延迟。注射泵在任何使用场合都有不同的启动延迟时间。在没有预冲的情况下,设置1 mL/h的速率,从按下启动键到第1滴液体输入,不同品牌的注射泵的启动延迟时间从(6.75 ± 4.4) min到(57.2 ± 28.6) min不等。计量测试实验证明,不同设计的注射泵使用的注射器的规格型号以及延长管的长度及硬度均与注射泵的启动延迟有关。

(2) 阻塞报警延迟。阻塞报警的原理是因为注射通路堵塞,管路在若干时间产生一定阻力,设备传感器探测到推动电机的电流异常时才会发出报警。市场上常见的注射泵,阻塞压力达到0.3~1.2 bar时才会启动报警功能。

由此可见,发生阻塞后任何品牌的注射泵都不是立即报警。唐忠银^[8]进行了一场体外模拟注射实验,设置起步速率(V)1 mL/h,按1 mL/h的速率逐次递增至10 mL/h,测定每种条件下管道发生堵塞到设备报警的时间及解除堵塞瞬间从注射针头射出的液体量(Q),结果显示:若注射泵发生堵塞,

阻塞报警延迟约为60/V(min),此结论说明注射速度越小报警延迟时间越长。该实验同时证实解除堵塞瞬间射出液体量约1 mL。有研究结果还发现注射器品牌、规格、报警界限的高低、延长管的顺应性对报警延迟均有影响。

鉴于以上研究,可以认为,在注射速率1 mL/h合并采用延长管等特定条件下,发生注射管路阻塞后,设备报警延时虽然长达30 min甚至更长的时间,但并不能得出设备不合格的结论。

2.2 使用问题

目前市场常见的注射泵一般均为智能型,可精确测量和控制注射量和注射速度,通过对气泡、阻塞等异常情况进行报警,并自动切断通路来实现智能控制,然而在实际使用中不能过高估计设备的智能化水平和安全的绝对性。临床管理不善、使用不当和错误操作,同样会产生严重的医疗伤害。在上述个案中,注射前没打开三通明显违反了医疗常规,可认定此错误行为是临床伤害事件发生的直接原因。另外,设备使用不当,即不合理使用设备输注不适用的药物,是危及患者生命的重要因素。肾上腺素在心脏外科作为恢复心跳和升高血压的药物,其用量和注射精度要求较高,此个案中的用法和用量对于成人来说,这个注射方案是适用的,但若对5 kg左右的极低体重儿,设置的注射速率只能是1 mL/h。而根据前面的分析,注射速率在1 mL/h条件下的阻塞报警是不可靠的,这时候必须依靠医护人员的主观能动性来弥补医学装备的局限性,以降低医疗风险。由此可见,合适的药物注射条件以及合理的注射速率,是注射泵安全使用管理中必须引起充分关注的控制环节。

除此之外,临床实践表明因注射速率过慢导致的进针处血细胞凝集而产生血凝块;静脉回血后因未及时发现和及时处理而导致血栓形成;存在配伍禁忌的药物混合使用等原因,均可阻塞通道。这些都属于临床操作不当而产生的设备使用安全风险,以上情况一旦出现再合并注射泵自身报警延迟的缺陷,最终将导致药物注射中断并引起血流动力学指标大幅波动,中心静脉压(Central Venous Pressure, CVP)不能正常检测等临床医疗不良后果。

2.3 系统故障

系统故障主要指器件损耗老化、性能退化、故障损坏。

注射泵作为简单、常用的生命支持设备,国内学术界对其运行的安全性保障手段和技术做了精细化的研究和剖析,大部分集中在工程学领域,主要包含:①完善维修环节。在故障修复后,补充参数计量和指标检测,保证其电气安全和运行可靠;②定期的合格性校验。即借助于专门的检测仪器,对设备进行理化性能或技术功能的测试验证,为维护、保养提供依据;③建立全生命周期质量评价和管理系统。即归纳注射泵综合质量评价的考核内容,采用相关分析法,评估多个变量之间的相互依存关系,构建质量

评价与风险控制模型, 见图 1。

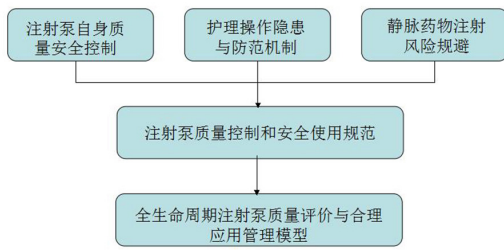


图1 质量评价与风险控制模型

3 小结

注射泵临床应用质量风险的规避和防范, 不仅是医院设备管理部门的责任, 更体现了设备在临床使用过程中的质量管理规范和监管机制。

从注射泵自身的质量安全控制、护理操作的隐患分析与防范机制、静脉药物输注规范制定等方面, 加强质量风险源控制, 从工程技术、医疗护理、临床药学等多方面做到持续改进, 才能不断提高注射泵的应用和操作水平。

上接第121页

2.3.2 信息统计分析管理

CP的目标是要体现“以病人为中心”的理念, 核心是提升医疗质量及医疗安全。执行情况的统计分析可根据统计结果对路径进行科学严谨评估。

我院信息系统中建立了7张多维度、多视角的统计报表, 分别提供了各路径病种关于费用汇总、平均住院日、平均路径日、变异率、入径率、执行状态、科室入径人数等数据, 并可按照用户需求将相关统计结果和数据进行灵活展现和打印。信息系统的实时统计分析功能大大提高了管理科室的监管效率。

3 总结与思考

通过该项目, 我们对跨越多个信息平台, 集成建立一个标准化、规范化的CP进行了初步探索。尽管目前系统运行良好, 但也面临不少挑战: 纳入路径管理的范围尚可扩大、对管理路径患者研究深度不够、信息集成技术尚可提高、管理水平有待改善、临床科室参与此项工作的内部动力尚需激

[参考文献]

- [1] 胡东涛, 杨明, 李双民. 医院注射泵质量控制检测分析与体会[J]. 医疗卫生装备, 2012, 33(8): 108-121.
- [2] 蔡利霞. 注射泵使用过程中存在的问题与护理对策[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2011, 32(22): 3767-3768.
- [3] 程金涛, 郭赤, 邱伟, 等. 影响输液泵注射泵质量控制检测的因素与解决对策[J]. 中国医学装备, 2013, 10(7): 64-66.
- [4] 于丹洋, 曲哲. 输液泵和注射泵使用及质量控制的影响因素分析[J]. 中国医疗设备, 2014, 29(2): 125-126.
- [5] 商洪涛, 徐涛, 唐辉. 输液泵和注射泵检测技术探讨[J]. 中国医学装备, 2013, 10(8): 42-44.
- [6] 陈舒南. 微量注射泵控制系统设计与分析[J]. 科技创新导报, 2013, (11): 71-73.
- [7] 张戎, 李向东, 崔骊, 等. 微量注射泵的质量控制检测方法分析[J]. 中国医学装备, 2013, 10(9): 26-27.
- [8] 唐忠银. 微量注射泵注射堵塞报警时差观察与分析[J]. 护理学杂志, 2008, 23(1): 48-49. ■

发等。总之, 我们离建立一个具有动态自适应性、“以病人为中心”包含整体医疗计划的信息化路径还有很长的路要走。

[参考文献]

- [1] 郭锦秋, 黄勇. 标准化临床路径与地域间协同医疗[J]. 解放军医院管理杂志, 2009, (5): 403-404.
- [2] 王影. 实行信息临床路径管理促进医疗质量和效益的提高[J]. 中国医药指南, 2012, (10): 408-410.
- [3] 梁翠翠, 苏汝好, 陈俊虎, 等. 临床路径实施及效果评价的研究进展[J]. 现代医院, 2011, (2): 108-109.
- [4] 夏新, 刘博, 陈彦东. 临床路径与电子病历集成的研究与设计[J]. 中国医疗设备, 2013, 28(5): 45-46, 77.
- [5] 陈曲, 邱杰, 修燕. 临床路径信息平台建设的实践与思考[J]. 中国数字医学, 2013, 8(10): 100-102.
- [6] 沈志耕, 徐渊洪, 马亚娜. 基于电子病历的临床路径设计与初步探索[J]. 中国医院, 2011, 15(3): 37-39.
- [7] 郑西川, 于广军, 谭中生. 临床路径电子化应用与临床知识库建设实践[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2011, (5): 21-25.
- [8] 陈忠兰, 宁宁, 邓悟, 等. 临床路径变异研究新理念[J]. 护理研究, 2012, (2): 388-390. ■

信息化临床路径管理应用实践

Application and Practice of Information Management of the Clinical Pathway

陈曲, 魏晓艳, 魏栋, 修燕
新疆医科大学第一附属医院 信息统计中心, 新疆 乌鲁木齐 830054

CHEN Qu, WEI Xiao-yan,
WEI Dong, XIU Yan
Information Statistics Center, The First
Teaching Hospital of Xinjiang Medical
University, Urumchi Xinjiang 830054,
China

[摘要] 本文从计划、实施、检查改进方面阐述了临床路径信息化建设过程中的问题及应对措施, 对如何构建一个符合医院现状, 将医院管理与临床一线工作有机结合的临床路径信息化平台做了有益的探索和实践, 以期对目前许多医院的临床路径建设工作有一定的帮助。

[关键词] 临床路径; 信息化管理; 循证医学; 医疗质量; 医疗安全

Abstract: This study introduces the problems and related solutions during information construction of the clinical pathway from the perspectives of project planning, implementation and evaluation. And it also makes useful explorations and practices in establishment of an clinical pathway information platform that the combined with the current situation in the hospital and combines the hospital management with clinical work, so as to promote the information construction of the clinical pathway in hospitals.

Key words: clinical pathway; information management; evidence-based medicine; medical quality; medical safety

[中图分类号] R197.3; R197.324 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.035

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0120-02

临床路径 (Clinical Pathway, CP) 是由各学科专业人员根据循证医学原则将疾病或手术的关键性治疗、检查和护理活动按最优顺序进行组合, 使患者获得标准化的、最佳的医疗服务^[1]。它是采用系统管理、过程管理等科学手段建立的质量管理模式, 是综合多学科、基于 PDCA 循环的质量控制工具^[2]。

1 我院CP信息化建设概况

我院 CP 工作始于 2010 年, 当年即将电子临床路径嵌入医院信息系统 (HIS)。经过 3 年多的运行, 信息系统虽然能满足基本应用及管理需求, 但无论从信息系统本身还是 CP 管理方面均暴露出了诸多问题, 如缺少入径标准、变异管理缺失、相关统计数据需二次手工计算、信息系统操作不便捷等, 加之现阶段医保按项目付费的支付方式, 以

及路径本身对医生行为进行了约束, 因此医护人员对使用 CP 的积极性和参与度不高。

随着医院规范管理要求的深入, 信息平台有效支持成为推进 CP 工作的重要条件。只有构建一个满足医院精细化管理要求, 同时与临床一线操作紧密结合的 CP 信息化管理平台, 方可提高临床使用依从性, 进而达到规范诊疗行为、提高工作效率的目的。基于此背景, 我院于 2013 年启动了新的 CP 信息化工作。

2 CP信息化管理平台建设过程

项目参照卫计委《临床路径管理指导原则(试行)》文件, 以循证医学、质量管理、持续改进理念为主导, 结合我院 HIS、电子病历 (EMR) 系统的建设现状, 设计了我院 CP 信息化管理平台。项目的建设主要经历以下几个阶段:

2.1 计划准备阶段

2.1.1 成立项目组, 科学选择病种

成立由医务部、护理部、药学部、医技科室等人员组成的项目组, 负责制定 CP 运行、管理及监督的具体方案。

收稿日期: 2014-08-21

基金项目: 新疆医科大学第一附属医院 2011 年管理专项基金 (2011GL04)。

通讯作者: 修燕, 新疆医科大学第一附属医院信息统计中心主任, 博士, 卫生管理主任医师。

作者邮箱: chenqu20@163.com

各临床科室在项目组指导下,对过去3年主干病种进行筛选,确定了纳入CP管理的病种。筛选原则是:发病率高、治疗方案明确、技术成熟、疾病诊疗过程中变异相对较少的病种,对于病情复杂、治疗措施多变的病种未纳入CP管理^[3]。基于此原则,新生儿高胆红素血症、子宫肌瘤、膝关节置换术、髓关节置换术等诊断、治疗方案明确,住院患者较多的病种纳入第一批实施计划。

2.1.2 基于EMR的临床路径模块设计

卫计委下达的《电子病历基本架构与数据标准》将CP列为临床文档标准数据组之一。随着结构化EMR在医院的广泛使用,规范的病历模板、集成性的诊疗信息、严格的病历质量监控体系为CP的执行提醒、运行控制、效果评估等管理功能提供了有力支撑。CP主要医嘱需由HIS下达与执行,是CP无可替代的重要组成部分。经过深入的调研并结合实际情况,最终决定以EMR为基础平台、以HIS为辅助对医院的CP信息系统进行更新。

首先确定基本数据项,主要包括病人姓名、入院日期、诊断等基本字典;与HIS接口部分包括标准医嘱库代码、各类医嘱状态、药品库存等信息^[4]。基本数据项的确定旨在CP执行时与HIS交互对比,以保持数据状态统一。该工作是系统流程控制和分析统计的基础。

2.1.3 开展全员宣传

在目前医保支付方式的背景下,以及CP事实上对医务人员行为的限制,医护人员参与的主动性不高^[5]。为了确保CP的有效推行,使医务人员认识到它是加强医疗质量、控制医疗费用、提高医疗服务效率的有效手段,也是应对即将调整的医保支付方式对医院的影响,医院组织宣传动员,解读卫计委相关指导性文件,以期达成共识。同时,医院制定了CP实施的奖惩办法,将科室及个人执行情况与年终目标考核挂钩,对执行好的科室及个人予以奖励。

2.2 开发实施阶段

2.2.1 CP方案确定

CP方案主要由3部分内容构成:①基本属性,包括名称、纳入条件(疾病遵循ICD-10,手术遵循ICD-9-CM3)、排除条件、路径状态、常见变异、诊断依据与治疗方案;②医嘱类项目,包括医嘱、检验、检查、饮食、护理、用药等;③非医嘱类项目,包括入院指导、健康教育、心理支持、出院计划等内容^[6]。

医院组织专家对科室提交的CP方案进行检查、论证并提出修改意见,无异议后方可定稿。方案以时间为横轴、以诊疗过程为纵轴,将路径按“治疗单元”进行划分。各治疗单元在时间上并非完全等同于自然日,每个治疗单元必须按照定义的入口、出口顺序执行。方案表单按时序呈现整个诊疗计划,任何一个环节出错都会影响项目实施。可见,每一个CP方案的制定都是一项系统工程。

2.2.2 信息系统功能设置

CP的执行是系统的核心模块。系统必须将EMR、HIS等软件进行集成,以实现对其整个执行过程的控制和管理。主要功能设置有:

(1)入径、出径控制功能:系统按所选病种的标准ICD-10、ICD-9编码判断是否符合纳入条件,符合条件的自动提示进入路径,若不纳入须填写具体原因。

(2)执行引导、控制功能:入径病人自动按时序显示各阶段相应诊疗项目,当执行下一阶段时检测是否有未完成项目,如变异原因未填写、医生未签名,完成提示内容后方可进入下一阶段。

(3)EMR、HIS联动控制功能:EMR与HIS相互开放数据接口,同步病人状态。如EMR中未完成路径,HIS无法下出院医嘱;医生在EMR中选择模板医嘱,HIS调用相应模板生成医嘱套餐并可进行修改及增加,但新增医嘱必须在EMR中填写变异。

(4)表单自动确认功能:HIS、EMR系统相互关联,使EMR中入院记录、手术病程等能与HIS中手术医嘱、诊疗医嘱相互验证,确认后系统自动填写表单对应项。

2.2.3 组织、实施人员培训

为保证医务人员真正理解CP的实施步骤、工作流程,明确医护人员各自的角色职责,以及掌握信息系统如何执行医嘱、检查、治疗等具体操作,制定了详细的分批上线及专题培训计划。

在临床科室各选择1位主治医师及以上职称的CP专员,对本科室CP日常工作进行管理。科室培训分为2部分:①按批次集中培训专员,一方面要求其掌握具体的系统维护操作,另一方面积极宣教CP工作目的和意义,为临床迅速开展此工作做基础铺垫;②信息系统操作培训采取科室“一对一”的实操演练方式,最大限度保证培训工作覆盖各科室所有人员,提高培训参与度及培训效果。

2.3 检查改进阶段

CP具有明显循证医学特征,是诊疗规范指南与临床实践的结合^[7],因而是能根据医疗实践的发展具有动态适应性,并不断得以调整的最优路径。

2.3.1 CP变异管理

路径在实际执行过程中发生变异是正常现象,CP并不拒绝变异,而是管理变异,在变异发生时对变异进行记录、分析及评估^[8]。变异管理模块则根据患者执行过程中的实际病情,记录了每一次变异内容。

变异管理对CP实施有重要价值。一方面,通过变异分析可以发现诊治过程中的问题,为精细化管理提供抓手;另一方面,通过对诊疗变异的分析,为不断完善诊疗计划提供了数据依据。应该说变异管理是路径管理的重点,只有对变异进行有效管理才能起到提高医疗质量的作用。

下转第119页

临床路径管理系统的应用分析

Analysis of the Application of the Clinical Pathway Management System

吴锐东

南京市浦口区中心医院 信息科,
江苏 南京 211800

WU Rui-dong

Department of Information, Nanjing
Pukou Central Hospital, Nanjing Jiangsu
211800, China

[摘要] 文本详细阐述了医院临床路径管理系统的基本流程设计、系统集成方法、路径表单填写、变异因素及路径的进入和退出。该系统的应用可实现临床路径管理系统集成化、智能化, 达成路径可配置、执行可记录、过程可控制、效果可评估; 规范诊疗行为、提高医疗质量、提升患者满意度。

[关键词] 临床路径管理系统; 电子病历; 医院信息系统; 医院信息化

Abstract: This paper introduces the basic process design, system integration methods, pathway form filling, variation factors as well as the pathway entering and exiting of a hospital clinical pathway management system. Application of this integrated and intelligent system can realize the configurable pathway, recordable implementation, controllable process and evaluable effectiveness, which standardizes the diagnosis and treatment behavior and improves medical quality and patients' satisfaction.

Key words: clinical pathway management system; electronic medical records; hospital information system; hospital informatization

[中图分类号] R197.324; R197.3 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.036

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0122-03

0 前言

为贯彻落实国务院办公厅《医药卫生体制五项重点改革 2009 年工作安排》, 从 2010 年 1 月起, 卫生部将利用 2 年左右的时间, 在全国 14 个省、市的 73 家医院开展 22 个专业 112 个病种的临床路径管理试点工作。试点工作将探索建立适合我国国情的临床路径管理费用制度、工作模式、运行机制以及质量评估和持续改进体系, 为在全国范围内推广临床路径管理积累经验并提供实践依据。

1 临床路径简介

临床路径 (Clinical Pathway, CP) 是针对某一疾病建立一套标准化治疗模式与治疗程序的临床治疗综合模式, 是以循证医学证据和指南为指导来促进治疗组织和疾病管理的方法。它将常见的治疗、检查与护理等医疗活动细化和标准化, 并根据住院天数设计表格, 使患者从入院到出院

都依此模式接受诊疗, 提高医疗资源的有效利用^[1], 从而达到既规范医疗行为、保证医疗质量, 又降低医疗成本、提升患者满意度。因此, CP 是一种包含了循证医学、整体护理、成本控制、持续质量改进 (CQI)、PDCA 循环等理论的标准化医疗护理模式。

2 纸质临床路径存在问题

纸质 CP 在医院推广过程中受到很多相关因素制约, 严重阻碍了 CP 的发展和推广, 更满足不了管理要求。主要有以下几方面问题: ① 重复劳动, 增加了医护人员工作量, 制约 CP 的推广; ② 入径率低及逃避管理; ③ 实时监管困难, 路径执行质量无法保障; ④ CP 更新缓慢, 影响医疗质量的持续改进。因此, CP 的开展势必要与医院信息化建设相结合, 使相关科室和部门较好地协调配合, 保证 CP 顺利实施^[2]。为更好服务于临床工作, 建设基于医院信息系统 (HIS) 的临床路径管理系统, 与医院电子病历 (EMR) 系统、HIS、检验信息系统 (LIS)、医学影像存储与传输系统 (PACS) 紧密衔接信息交互共享, 实现路径管理集成化、智能化, 达到

收稿日期: 2014-08-07
作者邮箱: 1103249745@qq.com

路径可配置、执行可记录、过程可控制、效果可评估^[3-4]。

3 临床路径管理系统基本流程与功能

3.1 临床路径管理系统基本流程

CP管理系统基于医院原有的临床信息系统,是嵌入HIS的多个功能构成的系统,使理想的诊疗行为与实际发生的诊疗行为之间建立了对照关系,能够直接判断医生日常诊疗行为在何种程度上遵从了既定的诊疗规范,保证过程指标的准确性和客观性^[5]。CP管理系统贯穿病人整个医疗过程,通过路径表单规范医护人员每天的诊疗、医嘱、护理、病情变异记录等医疗活动,整个过程与医院EMR系统、HIS、LIS、PACS紧密交互,其基本流程,见图1。

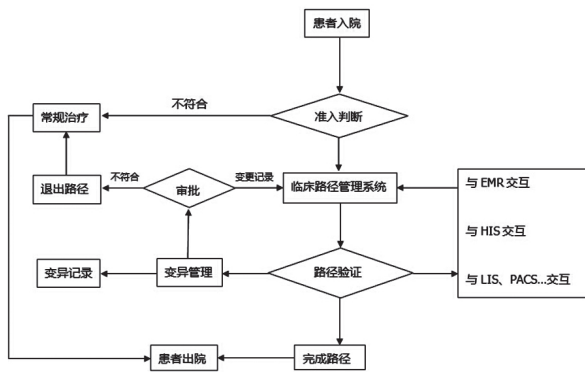


图1 临床路径基本流程图

3.2 临床路径管理系统功能

CP管理系统是在EMR及医生工作站的基础上融入了CP的概念、实施流程及管理功能。实现CP的制订、实施和管理一体化的信息化操作管理平台^[6]。该系统主要包括路径维护、路径准入、路径表单填写、路径变异管理、路径分析评价、智能化辅助提醒6个功能模块。其中路径表单的维护需要整合EMR中临床诊断信息、诊疗工作信息、护理工作信息,整合HIS中医嘱、检验、检查类诊疗信息,这两方面是整个CP管理系统的难点和重点,整合的程度将决定整个系统的运行效果。

3.2.1 临床路径维护

CP的维护包括病种及模版维护。病种主要是ICD-10码维护、入径标准维护、出径标准维护、退出标准维护等。模版维护按医院各科室已建立的病种制作并设定模板验证规则,主要是表单模板、病历模版、医嘱模版;模板设置项目包括:各病种适用对象、诊断依据、治疗方案的选择、标准住院日、进入路径标准、检验项目、检查项目、选择用药、出院标准、变异及原因分析等项目。

3.2.2 临床路径执行

通过与医护工作站、EMR中诊断信息的匹配,提醒并控制进入路径。准入后添加患者临床路径,应用执行该路径。

因医、患或服务性原因导致诊疗路径和诊疗效果发生偏差时,可退出路径并提交变异情况记录。当患者“出院”“转科”时,自动退出路径。

(1) 路径准入。根据EMR中病人入院第一诊断或结合其他诊疗标准判定患者是否符合路径标准,诊断提交完毕后自动提醒是否进入CP。进入后添加患者CP,应用执行该路径。

(2) 路径表单填写。CP表单应与HIS建立动态关联。其中,患者基本信息、临床诊断、诊疗工作、护理工作信息可以从EMR系统中获取,医嘱、检验、检查类诊疗信息可以从HIS中获取。当医护人员进入系统后,系统根据不同医护人员权限身份提醒当日患者该处理事项,包括诊疗工作项目、护理工作项目、医嘱、检验、检查等。打开提醒事项进入相应CP表单,当进入诊疗工作项目时,系统调用EMR系统,并导入相应的CP病历模板供医生填写,医生在相应的栏目填写完毕后,系统自动完成CP表单的诊疗工作项目表单标记;当医生进入医嘱、检验、检查类项目时,系统调用医生工作站系统,并导入相应的CP医嘱模板到医嘱界面供医生参考,医生可以根据实际情况修改医嘱,确认后将医嘱返回到CP表单,相应的医嘱、检验、检查类项目自动完成表单标记,同时开立的检验检查项目立即与医技科室进行预约;同样,护士进入护理工作项目时,系统调用EMR的护理模块,并导入相应的CP模板供护士填写或操作,处理完毕后,系统自动完成CP表单的护理工作项目表单标记。

(3) 路径变异管理。按照路径变异来源的不同,可划分为4类:与患方相关的变异、与疾病本身相关的变异、与系统相关的变异和与医护相关的变异^[7]。按照变异发生时间分类:一般分为:①入院前变异,如入院前检查未完善、急诊入院等;②住院期间变异,如床位紧张、患者配合程度低、出现并发症等;③出院变异,即提前或延迟出院;④出院后变异,如疾病复发等^[8]。

变异管理就是对变异情况的记录,然后根据变异记录来决定是否退出路径。所以路径系统必须事先设定一些验证规则,比如预先设置不规范处理方案或超越规定处理时限等情况的报警点,结合医嘱与病历模板中关键指标(症状、体征、辅助检查结果),当路径执行到符合报警设置条件时,在系统上提示报警信息,如对超出时限的项目和超过标准天数的患者给予报警。同样为减少医生工作量,系统设定一些变异类别供医生选择,超出类别范围医生自己填写变异原因,同时将变异记录传给质控人员并提示。

(4) 路径完成或退出。对患者出院或转科时,路径自动退出。对出现变异或特殊情况需要退出的患者进行路径退出,需要有退出原因记录提醒,同时需要有有限上级医师批准审核,方可退出。

(5) 路径分析评价。目前路径分析评价指标主要选择


出院病人中进入路径患者比例、出院病人中完成路径比例和从路径中开出的医嘱比例作为评价指标。目的是促使临床科室广泛开展临床路径、逐步优化临床路径项目。分析评价功能主要包括临床路径执行情况分析、费用分析、住院天数统计分析、药品使用情况统计分析、变异统计分析等。路径执行情况分析主要分析医生在路径中的变异情况,针对每个路径统计出经常出现的变异情况找出问题所在,避免问题重复发生。费用分析主要分析同种疾病进入路径和未进入路径患者总体费用变化情况以及使用路径一段时间后费用是否下降等。

4 总结

CP 管理系统贯穿患者整个医疗过程,是由医护人员分步骤、有序完成的标准化医疗护理模式。CP 表单的制定和分析需要建立在整合大量临床数据的基础上,整个医疗过程是一个依据知识和信息进行推理决策的智能过程,离不开 HIS 的支持。CP 管理系统应用成功与否主要看与医院 EMR 系统、HIS、LIS、PACS 是否无缝衔接及有效集成化,这直接影响到医护人员的工作效率和使用感受,其次是 CP 智能化辅助提醒功能是否智能化、自动化。CP 管理系统的应用目前尚处于初级阶段,临床路径本身还需要不断的优化^[9]。我院通过对 CP 系统的广泛应用,基本满足医生对

CP 系统功能方面使用的需求。下一阶段,我院将对 CP 实施后的效益和效果进行评价,全面整合 HIS,形成一套基于信息共享的标准化、智能化综合治疗模式的 CP 管理系统,来更好地推动医院 CP 工作的广泛开展。

[参考文献]

- [1] 李建鹏,熊志强.基于HIS的临床路径信息化探索[J].中国数字医学,2013,8(4):109.
- [2] 曲豪,陶红兵,郭淑岩,等.实施临床路径的宏观环境与微观管理的比较分析[J].中国医院管理,2009,29(8):11-12.
- [3] 沈志耘,徐渊洪,马亚娜.基于电子病历的临床路径设计与初步探索[J].中国医院,2011,15(3):37-39.
- [4] 刘卫强.信息化是实施临床路径的有力支撑[J].卫生软科学,2012,(9):770-771.
- [5] 刘丹红,罗小楠,徐勇勇.电子病历及其应用概述[J].中国卫生质量管理,2010,17(4):2-5,1.
- [6] 赵红梅,赵越,张海澄,等.医院实施临床路径的难点与突破口探讨[J].中国医院管理,2013,33(1):43-44.
- [7] 翟凤杰.临床路径变异管理[J].现代仪器,2012,18(1):20-21.
- [8] 戴红霞,成翼娟.临床路径—科学高效的医疗护理管理新模式[J].中华护理杂志,2003,38(3):208-211.
- [9] 曹茂诚,张文武,何及夫,等.数字化医院临床路径信息系统的研究与实现[J].中国医疗设备,2014,29(4):51-53,9. 

上接第143页


3.4 完善临床工程继续教育体系

将临床医学工程知识与技能普及教育纳入中华医学会医疗行业继续教育计划,分层级制定考核标准,开展达标培训与考核。支持各类研讨班、培训班网络教学课程,开展全员临床工程技术应用普及教育。

[参考文献]

- [1] Goodman G.The professional of clinical engineering[J].Journal of Clinical Engineering,1989,14:27-37.
- [2] Bauld TJ.The definition of clinical engineering[J]. Journal of Clinical Engineering, 1991,16:403-405.
- [3] 高材,林康平.生物医学工程导论[M].台中:沧海书局,2010.
- [4] 郑焜,陈龙,沈云明,等.医院床位数和医学工程技术人员配比关系的探讨[J].中华医院管理杂志,2012,28(6):441-443.
- [5] Binseng Wang, Richard W,Eliaison,et al. Clinical Engineering Benchmarking—An Analysis of American Acute Care Hospitals[J]. Journal of Clinical Engineering,2008,24-37.
- [6] Saide Jorge Calil, Nascimento LN, Painter FR. Findings of

the Worldwide Clinical Engineering Survey conducted by the Clinical Engineering Division of the International Federation for Medicine and Biological Engineering[C]. 11th Mediterranean Conference on Medical and Biomedical Engineering and Computing, 2007,16,1085-1088.

- [7] 国家卫生和计划生育委员会.2013中国卫生统计年鉴[EB/OL].<http://www.nhfpc.gov.cn/htmlfiles/zwgkzt/ptjnj/year2013/index2013.html>.
- [8] 刘曼芳,杨绍洲,崔飞易,等.广东省医院医学工程学科建设基本情况调查与思考[J].中国医疗设备,2013,28(5):94-97.
- [9] 韩晶晶,方莹,蒋红兵.南京地区临床医学工程部门现状调查及分析[J].中国医疗设备,2013,28(7):106-108.
- [10] 张强,吴少玮,方鹏骞.医学工程人员培训及工作满意度现状分析[J].中国医院管理,2011,31(12):63-64.
- [11] 郑焜,虞成,李燕,等.浙江省医院医学工程部门基线调查及思考[J].中华医院管理杂志,2012,28(1):44-46.
- [12] 金伟,钱正瑛.无锡地区医学工程人力资源调查及分析[J].中国医院,2011,15(3):44-46. 

消毒供应中心信息管理系统中“外来器械”管理模块的开发与应用

Development and Application of a “Foreign Device” Module in IMS of the Sterilization and Supply Center

刘承军^a, 肖长^a, 林平冬^b

解放军第一八零医院 a.消毒供应中心; b.护理部, 福建 泉州 362000

LIU Cheng-jun^a, XIAO Chang^a, LIN Ping-dong^b

a.Sterilization and Supply Center; b.Department of Nursing, The 180th Hospital of PLA, Quanzhou Fujian 362000, China

[摘要] 利用无线射频技术、条形码技术结合信息管理系统, 在消毒供应中心对外来器械进行管理, 实现对外来器械全过程的跟踪记录, 提高了消毒供应中心的工作质量和效率, 大大降低了院内感染几率和医疗成本。

[关键词] 外来器械; 追溯管理; 消毒供应中心; 院内感染; 条形码

Abstract: RF (Radio Frequency) techniques and bar-code techniques in combination with the IMS (Information Management System) are applied to the management of foreign devices in the sterilization and supply center. This new methodology realizes the full-process track record for foreign devices, thus improving the work quality and efficiency of the sterilization and supply center and greatly reducing the rate of nosocomial infection and medical costs.

Key words: foreign devices; trace management; sterilization and supply center; nosocomial infection; bar-code

[中图分类号] R187; R197.324 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.037

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0125-03

0 前言

外来医疗器械是指由医疗器械生产厂家、公司租借或免费提供给医院可重复使用的医疗器械^[1], 如全髋关节器械、半髋关节器械、股骨髓内钉、髌骨爪器械、上肢器械、下肢器械、融合器腰椎、锁骨重建板等。外来器械针对性强, 方便手术, 但价格昂贵, 使用频率有限, 医院从节约成本考虑一般不备此类器械, 而采用租赁方式^[2]。大量的外来手术器械公司存在人员素质参差不齐, 器械流动性较大等因素^[3], 给消毒供应中心医院感染控制管理埋下严重隐患^[4]。为规范外来器械管理, 控制医院感染, 保障病人安全, 我院消毒供应中心协同信息科适应医院全面信息化管理的发展趋势^[5], 自主研发了消毒供应中心信息管理系统。2011年2月外来器械开始采用该系统进行管理, 至今

已达 22089 件, 包括 R 桡骨板系列、L 桡骨板系列、固定翼扩张器、股骨 LC-DCP 接骨板系列、松质螺钉系列、皮质螺钉系列、肱骨直型锁定钢板、髌骨板、臼挫连接杆等。

1 设计与架构

1.1 IT技术支持

服务器采用 Windows 2003 server, 工作站采用 windows 2000/XP; 采用 ADO 的数据访问方式; 系统采用 Oracle 10 g 数据库存储数据, 采用 powerbuilder9.0 开发。

1.2 流程模式图

建立植入物器械信息库, 实现植入物器械信息的可追溯管理。录入植入物器械厂家厂商名称、地址及联系方式等信息, 条码枪扫描录入植入物器械出厂原始条形码, 并输入该植入物器械名称、规格、型号、类型、搜索输入简码、材质、产地、价格等。利用系统查询追溯功能, 可以追溯

收稿日期: 2014-08-20

修回日期: 2014-10-20

通讯作者: 林平冬, 解放军第一八零医院护理部主任, 副主任护师。
作者邮箱: xcfx99@sina.com

到患者所使用植入物器械的详细信息。

将录入好的外来器械，根据手术部位及手术医生的需要定义成外来医疗器械包，定义信息包括器械代码、器械名称、器械件数、器械供应商、器械类型、规格、基数、灭菌日期、失效日期、搜索简码等。实现了外来医疗器械包的可追踪。

对外来器械包的处理分为回收、分类、清洗、消毒、干燥、检查、包装、灭菌、贮存、发放、使用、销毁等 12 个环节，是个相对闭合的可循环模式，其工作流程，见图 1。

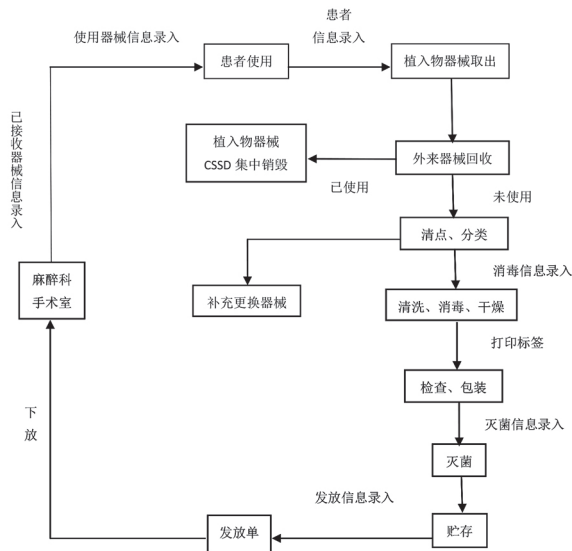


图1 外来器械处理流程

1.3 质量管理功能设计

充分利用数据库庞大的数据存储能力，收录了全院所有外来器械的名称、材质、规格、件数、清洗、灭菌方式等信息，实现了外来器械质量管理的可追踪。质量管理模块包括定义、成本定义、回收、清洗消毒管理、灭菌管理、发放、查询、统计。定义与成本定义功能包括器械供应商、器械名称、件数、规格、器械包名称、内容、基数、保存期限、器械类型、器械代码、灭菌费、折旧费、使用打印纸标签类型的信息录入；回收功能可以追踪回收科室、回收员、器械包名称代码、器械件数等；清洗消毒管理功能可以追踪清洗设备编号、循环次数、清洗方式、器械名称、件数、清洗人员、清洗消毒开始时间、结束时间；灭菌管理功能可以追踪器械包名称、内容、器械规格、打包人员、查包人员、灭菌日期、失效日期、灭菌器编号、循环次数、灭菌员、灭菌方式、灭菌开始时间、结束时间；发放功能可以追踪器械包名称、发放件数、发放时间、发放人员；查询与统计功能可以查询发放科室、发放时间、发放人员、发放器械名称、数量及统计人员工作量。

1.4 系统设计

该系统以监控消毒供应中心内的清洗消毒与灭菌过程为主线，辅以电子申请单功能，利用条形码技术，对医疗器械和辅料等医疗包在消毒供应中心内从回收清洗消毒、打包、灭菌、储存、发放的全过程进行跟踪记录^[6]。将医疗包回收、清洗消毒相关信息，形成医疗包的条形码标签、打印条形码标签^[7]，利用条码枪扫描将医疗包内容录入系统，进行保存追溯管理。

2 系统应用实践

外来手术器械及植入物灭菌包均采用条形码跟踪追溯管理，每套器械及植入物的清洗、消毒、灭菌、监测及应用信息都直接通过条形码扫描进入患者的信息库内，为患者及医院提供最完整的信息资料，随时可跟踪、查询^[8]。消毒供应中心信息管理系统对外来器械的回收、清洗消毒、检查与包装、灭菌、发放、使用以及销毁的各个环节都有详细准确的记录，并且可以将各项数据保存到医院服务器数据库，需要时可以立即提取查看。

(1) 外来器械包信息的可追溯管理。将外来器械供应商、器械名称、件数、规格、器械包名称、内容、基数、保存期限、器械类型、器械代码、使用打印纸标签类型等人工手动录入消毒供应中心信息管理系统中，系统自动按顺序生成独立的器械包条形码标签，通过条形码标签及系统查询可以追溯到包内外来器械详细信息，从而实现外来器械及所组合成医疗器械包的信息追溯管理。

(2) 外来器械回收的可追溯。消毒供应中心回收外来器械，清点核对无误后，将器械包名称、件数记录在专用本上，手动录入消毒供应中心信息管理系统，录入内容有回收科室、回收员、器械包名称代码、器械件数等，录入完成保存后系统自动形成条形码标签，从而实现外来器械回收信息的可追溯。

(3) 外来器械清洗消毒的可追溯管理。外来器械分类、拆卸、清洗消毒后，将设备编号、循环次数、清洗方式、器械名称、件数、清洗人员、清洗消毒开始时间、结束时间录入消毒供应中心信息管理系统，实现清洗质量可追溯。

(4) 外来器械灭菌检测管理的可追溯。利用条码枪扫描外来器械包外条形码标签，自动录入器械包名称、内容、器械规格、打包人员、查包人员、灭菌日期、失效日期、灭菌器编号、循环次数、灭菌员、灭菌方式、灭菌开始时间、结束时间等，实现器械包灭菌质量的可追溯。

(5) 外来器械发放的追溯管理。检查外来器械包外化学指示物变色合格后，进入消毒供应中心信息管理系统发放界面，条码枪扫描包外条形码标签，通过系统可以追溯已发放器械包名称、发放件数、发放时间、发放人员等信息。

(6) 外来器械召回信息追溯。消毒供应中心信息管理系统的使用结合了无线射频和条形码 2 大技术,通过条码枪扫描条形码标签的方式,可以对外来器械回收、清洗消毒、检查与包装、灭菌、发放进行全过程跟踪记录和相关信息的查询,出现清洗或者灭菌质量不合格时,可以按照消毒技术规范召回制度快速追回。

(7) 患者使用外来器械信息的可追溯。通过消毒供应中心信息管理系统可以查询患者所使用的外来器械医疗包的相关信息,并把该器械包的条码储存在医院服务器上,从而实现可追溯。

(8) 已使用植入物器械销毁的追溯管理。取出患者已使用的植入物器械,回收至消毒供应中心,集中统一销毁,并关联至消毒供应中心信息管理系统外来器械模块中相关植入物器械的内容信息并作已处理的标识,做到植入物器械最终阶段的追溯管理。


(9) 对外来器械包的预警机制。系统根据预设的保存期限,对即将超过失效日期的外来器械包自动识别并在计算机显示屏上发出警示。

3 结束语

建立对外来器械的清洗、消毒、灭菌操作过程记录,对影响灭菌过程和结果的关键要素进行记录,保存备查,包含所有相关物品、影响灭菌过程和结果的各单个过程及步骤,如清洗、消毒、包装材料、器械类型、储藏和运输等灭菌过程的所有要素都需要被界定和记录在确认报告中,实现全过程的可追溯性^[9]。消毒供应中心信息管理系统对外来器械从回收至患者使用的每个环节都有细致化的描述,数据及时准确,客观真实,具有可追溯性,同时亦可作为必要时的法律依据,保护自身权益。做好外来手术器械的


可追溯管理,既可以加强和持续改进消毒供应中心管理质量,同时也是保障手术患者医疗安全的需要。消毒供应中心应充分利用计算机技术和网络技术,加强人员培训,大胆严格实施管理,重视外来器械每个环节的质量管理,使外来器械的质量管理工作走上规范化、程序化、科学化和社会化轨道^[10]。

[参考文献]

- [1] 中华人民共和国卫生部.医院消毒供应中心,第1部分:管理规范[S].2009.
- [2] 程平,谢甜芳.苏州地区外来医疗器械管理现状调查[J].中国消毒学杂志,2014,3(4):422-423.
- [3] 吕永杰,王春梅,高秀梅,等.医院外来器械的可追溯管理[J].护理学杂志,2010,25(6):48-50.
- [4] 李红,陈辉,赵爱民,等.外来手术器械的管理[J].中华医院感染学杂志,2008,18(7):999-1000.
- [5] 梅卫玲,周宏宇,杨永丰.医院感染管理系统在医院感染管理质量中的作用[J].中华医院感染学杂志,2011,21(3):514-515.
- [6] 李理,王飞,李刚荣.消毒供应中心追溯管理系统在医院的应用[J].中国医疗设备,2013,28(5):78-80.
- [7] 刘承军,邹佩珍,吴清玲.多功能打印标签在消毒供应中心的应用体会[J].医疗卫生装备,2010,10(31):118-119.
- [8] 商玲,初玉云,李冰,等.集中处理外来器械控制外科感染的调查[J].中华医院感染学杂志,2011,21(3):529-530.
- [9] 蔡小干.手术室外来器械的零风险管理[J].中华医院感染学杂志,2011,21(1):112-113.
- [10] 戴小明,徐宇红,江丽华.外来手术器械纳入医院程序化管理的效果评价[J].中华医院感染学杂志,2010,20(9):1287-1288. 

上接第134页

- 医院管理杂志,2012,28(7):514-517.
- [7] 张燕.门诊血液透析患者的管理[J].健康必读,2011,(9):316-317.
 - [8] 汪涛.要加强腹膜透析治疗的管理[J].北京大学学报(医学版),2004,36(2):117-118.

- [9] Oo TN,Roberts TL,Collins AJ.A comparison of peri-ton itis rates from the United States Renal Data System database:CAPD versus continuous cycling peritoneal dialysis patients [J].Am J Kidney Dis,2005,45(2):372-380. 

追踪方法学在医学装备管理中的应用

Application of Tracer Methodology in Medical Equipment Management

李姝颖, 尹军, 徐力, 邓玲,
朱亚科, 陈维平, 颜乐先
第三军医大学大坪医院野战外科
研究所 医学工程科, 重庆 400042

LI Shu-ying, YIN Jun, XU Li,
DENG Ling, ZHU Ya-ke,
CHEN Wei-ping, Yan Le-xian
Department of Medical Engineering,
Daping Hospital, Research Institute
of Surgery, Third Military Medical
University, Chongqing 400042, China

[摘 要] 我院利用追踪方法学调研超声诊断科及全院其他专科配置彩超的合理性。实践证明合理应用追踪方法学研究方式, 对医学装备管理工作进行科学分析, 有助于医学装备管理更规范化、科学化。

[关键词] 医学装备管理; 追踪方法学; 超声设备配置; 监测数据

Abstract: The tracer methodology was deployed to investigate the reasonableness of distribution of color Doppler ultrasound equipment in department of ultrasound diagnostics and other departments of the hospital. According to the practice, analysis of medical equipment management through reasonable tracer methodology can make medical equipment managed in a more standard and scientific way.

Key words: management of medical equipment; tracer methodology; distribution of ultrasound equipment; monitoring data

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.038

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0128-03

医院医学装备管理水平的高低一方面影响着医疗安全, 一方面也影响医院资源的有效利用, 医学装备管理质量已是医疗质量的重要影响因素。要想提高医学装备管理水平和效率就需要为医学装备管理决策者提供科学的分析方法, 发现管理中存在的问题和不足, 找出原因, 并针对性地采取相关措施以优化管理制度和流程。

2011 版的综合医院等级评审标准中对于医学装备管理的要求已成为医院管理质量的评价标准之一。但衡量医学装备管理质量并无有效的标准, 从评价指标来看, 医院等级评审标准中仅有急救生命支持设备完好率这一项量化指标, 其余均是定性检查指标, 从评价方法来看, 医院等级评审时行之有效的追踪方法学并未被应用于医学装备管理质量评价。因而我院尝试利用追踪方法学来评价医学装备管理工作, 并进行了一些初步研究。

1 追踪方法学的概述

追踪方法学特指 JCI (美国医院评审联合会) 评审医院

收稿日期: 2014-08-12
本文作者: 李姝颖, 硕士研究生。
通讯作者: 尹军, 高级工程师。
作者邮箱: 497241487@qq.com

所采用的方法, 在全球众多医院评审实践中证明行之有效, 现已作为国内医院等级评审的新方法。追踪方法学是一种过程管理方法^[1-2], 分为个案追踪和系统追踪 2 种方式。是根据患者真实就医经历对医疗服务系统质量水平进行分析评价的一种方法, 是为了追踪患者在总体医疗系统中所获得的诊疗、护理和服务经历。审查者在追踪过程中对医疗机构以及医疗服务程序进行评价, 追踪重点是以医疗机构重点部门或环节为主要研究对象, 对护理、治疗以及医疗服务等方面进行循环调查, 其中包括了在现场调研中发现医疗行为本身会对病人造成的影响。追踪检查方法以真实患者的角度观察医疗机构的服务系统质量, 使得病患能够针对医疗过程中存在的问题提出改进方法。

追踪方法学强调现场评估过程, 即在对医院进行检查的现场, 审查者通过收集不同来源的数据, 判断需要优先关注的流程, 着眼于医院重要部门来追踪病患的治疗、护理及服务经历^[3]。追踪方法学的应用原理: 在个案追踪过程中, 如果发现在某环节出现问题, 则会转入系统追踪; 然后, 分析问题产生的原因是来自于个人因素, 或是系统和组织因素; 最后, 系统追踪的重点将是整个医院医疗系统的风险管理。

2 追踪方法学在医学装备管理中的应用

追踪方法学因被 JCI 用于医院评审而受到国内医院管理研究人员的广泛关注,并被“本地化”用于感染控制^[4]、护理^[5]工作的改进,但现在还未见到应用于医学装备管理的文献报道。医学装备全生命周期的管理是具有明显过程管理特征的管理活动,而对于其工作流程整体与局部的合理性及当中存在的漏洞与弊端,一直以来都是凭借管理者的能力与经验进行判断,并没有较为科学的评判方法。国内已有学者进行了医疗设备售后服务评价研究^[6-8],但其研究目标主要在于获得评价指标,而且是针对供应商的评价指标,并未推广到医学装备管理的其他领域。将追踪方法学应用于医学装备管理,是在医学装备管理质量评价方法上的创新,以便有效地发现医学装备管理工作流程中的问题。

我院医学工程科采用追踪方法学的个案追踪与系统追踪方法对医疗设备和医用耗材进行监测,定期收集监测数据,而这些原始数据在没有经过整理和分析的情况下,仅仅是可以参考的数据资料,有用信息则隐藏于大量数据之中。数据应用是统计技术的前提条件,统计技术是整理和分析数据的工具。统计技术则是通过描述、分析医学装备使用率,形成数学模型,从而对医疗设备和医用耗材使用过程进行监控、对合理使用进行评估与预测,以减少不合理使用。因此,需要利用统计学方法对原始数据进行整理分析后,再通过追踪方法学找出医学装备管理过程中的漏洞,将统计学与追踪方法学结合使用,能有效提高医学装备管理水平。

2.1 超声科彩超使用管理分析

(1) 方法:采用系统追踪法追踪分析了超声诊断科同一型号彩超在不同月份的使用情况以及不同型号彩超在全年的使用率。先对不同型号彩超在一段时间内病例数进行数据收集,再利用统计学方法对原始数据进行分析,然后通过分析这些设备使用率和超声科配置该设备种类及数量,判断超声科对彩超的使用管理乃至配置合理性。

(2) 分析过程:利用直方图和饼图分别来描述超声科 1~12 月份不同型号彩超检查的病例数和使用情况,见图 1~2。从直方图可以很清晰地比较出同一型号产品在不同月份使用情况,比如飞利浦 IE33、阿洛卡 SSD- α 10 全年检查病例数比较均衡,而迈瑞 DC-6E、飞利浦 HD7、百胜 M30VC、ESAOTE Mylabtwice 在个别月份时出现了检查病例数异常的情况:7 月份,迈瑞 DC-6E 和飞利浦 HD7 使用率有较大幅度的增长,病例数超过了 3000 人;6 月份,百胜 M30VC 和 ESAOTE Mylabtwice 使用率低,病例数不到 300 人,造成了资源的浪费。

采用饼图可以很清晰地比较出不同型号彩超(每台)全年使用率。通过分析使用率,可以了解到超声科配备的

8 种不同型号彩超的使用率为 11%~14%,百胜 M30VC 最低,阿洛卡 SSD- α 10、飞利浦 IE33 最高,从而推断出超声科的彩超利用率并不均衡。根据系统追踪法研究方案,得出结论是超声科所有的 8 种不同型号彩超(1 台飞利浦 IE33,2 台飞利浦 IU22,2 台迈瑞 DC-6E,2 台飞利浦 HD7,1 台百胜 M30VC,2 台日立 HIVEISON preirus,1 台 ESAOTE Mylabtwice,1 台阿洛卡 SSD- α 10)配置比较合理。

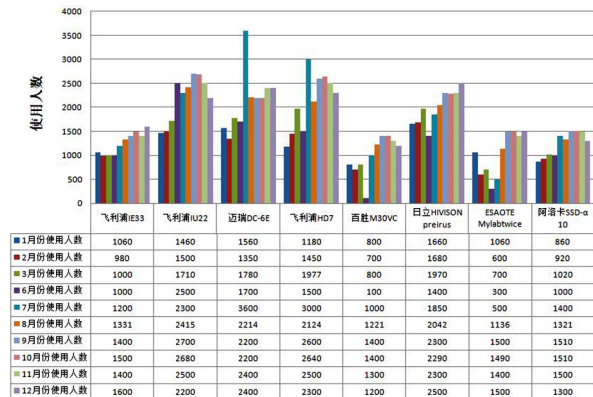


图1 不同月份不同型号彩超的使用人数

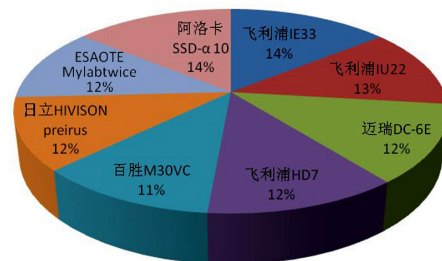


图2 不同型号彩超(每台)全年使用率

2.2 全院彩超使用率分析

(1) 方法:对全院彩超的数量及在第一季度内病例数进行数据收集,先利用统计学知识对原始数据进行分析,再利用系统追踪法追踪分析全院彩超的分布情况以及不同科室彩超使用率,通过分析使用率和不同科室配置彩超数量的合理性,判断其配置的合理性,如果该科室配置不合理,则找出问题所在,从而完善彩超在医院的配置标准。

(2) 分析过程:利用饼图来描述全院彩超分布情况(图3),从图中可以看出全院的彩超分布在泌尿科、消化内科胃镜室、VIP室、超声科这4个科室,其中超声科占有75%的设备;然后,利用直方图来描述第一季度内不同科室彩超的使用人数(图4),清晰地比较出同一科室不同月份的彩超的使用情况,如超声科、泌尿科在第一季度内及VIP室、消化科内镜室在1、2月份内彩超的使用人数较为平均,而VIP、消化科内镜室在3月份超声诊断仪的使用人数出现异常,较其他两个月来说病例数翻了好几倍;最后,利用饼图对不同科室彩超在1~3月份的使用率进行分析(图5),

从图中可以了解到泌尿科、消化内科胃镜室、VIP室、超声科这4个科室彩超的使用率为19%~30%，其中泌尿科的使用率最低为19%，消化内科胃镜室的使用率最高为30%。根据系统追踪法研究方案，判断出全院分布在4个不同科室的彩超（超声科12台，泌尿科1台，VIP室2台，消化内镜室1台）配置比较合理。

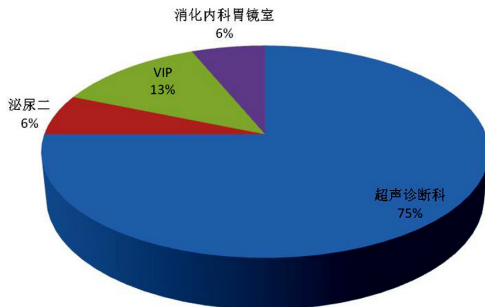


图3 全院彩超分布率

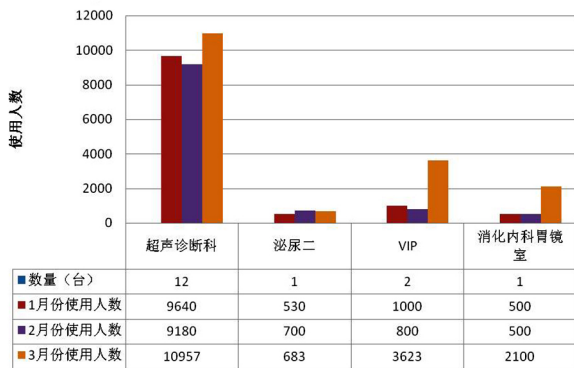


图4 第一季度内不同科室彩超的使用人数

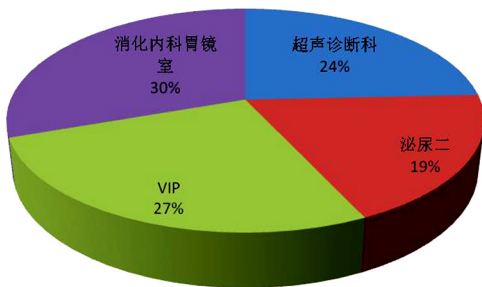


图5 不同科室彩超在1~3月份的使用率

3 总结

使用追踪方法学，相关人员可以通过分析数据找出存在的问题，判断产生问题的原因，并提出改进措施。通过合理应用追踪方法学使得医学装备管理更加有计划、有目标，不仅能提高工作效率，还能在一定程度上促进整体工作的改进，使得医学装备管理变得更加规范化、科学化。

[参考文献]

- [1] 刘庭芳,刘勇,陈虎,等.医院评审追踪方法学的理论与实践[J].中国医院,2012,16(3):2-6.
- [2] 邓宏军,宁文锋,汤永红,等.医院评审追踪方法学的基本原理[J].医院管理论坛,2012,29(10):42-43.
- [3] 张幸国,刘庭芳,杨泉森,等.追踪方法学在医院评价及质量持续改进中的应用[J].中华医院管理杂志,2011,27(9):691-694.
- [4] 曹金红,陈禹潭,刘智明,等.追踪方法学在呼吸机相关肺炎患者中的应用[J].中国卫生质量管理,2012,19(6):39-41.
- [5] 王海蓉,邱服斌,张爱琳.追踪方法学在护理质量改进中的应用效果[J].护理研究,2013,27(2下旬):551.
- [6] 成刚,王成岗,孟庆跃.应用层次分析法建立卫生技术综合评价指标体系[J].中国卫生资源,2006,(5):231-232.
- [7] 汤海滢,康晓平,康辉,等.用层次分析法确定职业卫生管理综合评价指标的权重系数[J].中国卫生监督杂志,2006,(2):88-91.
- [8] 李翔,周树仁,彭幼林,等.基于AHP法的医疗设备售后服务质量评估方法的应用研究[J].中国医疗设备,2011,26(3):61-63,67.

我院高值耗材管理存在的问题和改进措施

Problems and Improvement Measures in High-Value Consumable Management

胡云华

淮安市第一人民医院 设备科,
江苏 淮安 223300

HU Yun-hua

Department of Equipment, Huai'an
First People's Hospital, Huai'an Jiangsu
223300, China

[摘要] 本文通过分析我院医用高值耗材在购买、仓储、支付、使用以及追溯过程中存在的问题,制定了一系列有针对性的改进措施。措施的有效实施提升了医用高值耗材管理的科学性和我院的综合管理水平。

[关键词] 医用高值耗材管理;追溯管理;条形码;精细化管理

Abstract: This paper proposes a series of targeted improvement measures through analyzing the problems existed in procurement, storage, payment, usage and trace of the high-value medical consumables in the hospital. These measures have been implemented efficiently and improved the scientific management of high-value consumables and comprehensive management in the hospital.

Key words: management of high-value medical consumables; tracing management; barcode; fine management

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.039

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0131-02

医用高值耗材是指对患者生命安全至关重要、生产流通使用均必须严格控制、仅限于少数科室使用且价格昂贵的医疗器械^[1],不仅包括医疗设备上使用的高值耗材,也包括植入患者体内的钢板、人造关节以及心脏支架等。由于使用范围、院内流通模式、结算方式的特殊性,致使高值耗材管理中存在一些问题,给医院和患者均造成了一定的影响。本文旨在探讨我院高值耗材管理中存在的实际问题,制定切实可行的应对措施,以期提高高值耗材的管理质量,减少医院和患者的损失,提升医院综合管理水平。

1 医用高值耗材管理存在的问题

1.1 购买管理分离,仓储管理混乱

高值耗材由医院统一购买,但由临床使用科室直接存储和管理,同时由于临床科室对于所使用的高值耗材具有良好的判断力,故对临床无法使用的型号和不合格产品直接与厂家进行沟通、调换、退货,中间跳过了医院仓储管理部门,使耗材信息无法一一识别,导致账目和管理的混乱。同时,由于临床科室高值耗材使用的不确定性及突发性,

医院采购部门无法准确获知临床需求量,需求信息可能被放大,使得高值耗材成本控制困难^[2]。

1.2 分类过于笼统,识别统计困难

对高耗材往往按临床使用科室进行分类,简单的归为神经介入科使用高值耗材、骨科使用高值耗材等,进行分配时也是简单的将某科室所需的高值耗材打包进行分配,未详细提供各类医用耗材的批号、有效期等信息。同时,由于生产厂家众多,各厂家之间的批号、品名、规格等均存在差异,故增加了购买、仓储管理、临床使用人员的负担,同时也增加了信息传递过程中出现差错的几率。

1.3 信息沟通不畅,支付价格有误

由于购管分离,信息沟通存在问题,造成未收货却已付款的情况发生,同时也会增加高值耗材流失的可能性,对于后续的调换、退货等流程也存在一定的影响。此外,由于临床科室不了解高值耗材的价格波动情况,在临床结算时,往往按首次价格计价,造成多收或少收患者医疗费用的情况时有发生,给患者及院方造成了一定的损失。

1.4 缺乏有效的追溯措施,使用存在安全隐患

医用高值耗材基本上是临床科室先使用,设备科后入库的管理方式,设备科无法准确跟踪批次、有效期等,导致可能使过期的高值耗材应用于临床,诱发安全事故^[3]。

收稿日期: 2014-07-28
作者邮箱: 241216349@qq.com

修回日期: 2014-08-08

此外,医用高值耗材在临床科室因无专人管理,导致出现问题责任人无法确定,如在手术准备时,预备好的高值耗材在手术中未使用而遗失;又如过期报废的高值耗材因未及时清理而被使用,引发临床安全事故等事件均有发生。

2 提升医用高值耗材管理质量的措施

2.1 规范医用高值耗材的准入资质管理以及采购程序

设备科对所有医用高值耗材的生产商以及经销商实现统一管理,要求其提供生产资质或者授权许可的原件和复印件,并将复印件存档。要求所有生产厂家在许可到期前1个月出具新的资质许可或者授权许可,否则一律取消订单。此举保证了生产商以及经销商积极主动参与资格认证过程,减少设备科的工作量,提升了工作效率,有效避免劣质产品流入医院。

同时,对现有高值耗材按照品种、规格等产品自身属性重新进行分类,对于存在多个生产商生产的同一规格产品,在与临床使用科室沟通后适当减少生产商数量,避免管理混乱。此外,对于临床科室的新需求,要求详细阐述用途、规格、特殊说明、需求量等,并由科主任签字后,方可进入采购程序。

2.2 建立二级库存管理,保证信息传递顺畅

对医用高值耗材采取二级管理模式。一级库负责医用高值耗材的入库、销毁、退换及基础数据的录入和维护,二级库负责高值耗材的入库、库存管理、临床使用科室的请领、发放及计费工作^[4]。对长期使用且无特殊规格型号的高值耗材,二级库可允许临床科室有少量规范化储存,并告知其销售价格,同时建立使用登记表,明晰每件耗材的使用情况,避免遗失。对偶尔使用且对规格型号等有特殊要求的高值耗材由二级库按需发放,临床科室使用前直接从二级库提取,术后根据手术医生签字的高值耗材使用登记表和发票进行入库,对没有使用的及时归库^[5]。建立合理的库存体系,设备科随时了解各类高值耗材的使用情况,既保证了临床使用需求,也避免了高值耗材的流失和过度购买造成的损失。

2.3 建立条形码管理体系,实现信息追溯

要求生产企业提供规范的条形码(GSA-128或者HIBC码),以条形码为高值耗材的唯一标识,实现对其生产、流通、临床使用、批次及有效期的追溯^[6-7]。条形码的使用规范了我院的采购环节,保证了所购买高值耗材的安全性及有效性。同时,避免了在各个环节中进行信息登记过程的差错率,不仅提高了工作效率,而且保证了信息的真实性和准确性。将价格与条形码进行捆绑后,保证了临床收费的准确性,避免了错收费或少收费事件的发生。

2.4 强化精细化管理理念,建立绩效考核制度

在全院范围内开展精细化管理宣传,营造良好的氛围,提升精细化管理意识^[8-9]。此外,建立相应的考核制度,量化考评体系,根据考评结果进行奖惩。采用多种考评模式

相结合的方式,如自我考评、上级考评及下级考评相结合,或者平时考评、阶段考评以及综合考评相结合等^[10-11],不仅提升了考评的科学性和合理性,同时提升了考评的公开性和透明性,保证了绩效考核制度的说服力,减小了绩效考核制度的实施阻力。

3 结语

在高值耗材管理中实施上述措施后,我院对经销商、生产商进行初审及复审的时效性均有明显提升,同时由于实现了信息的共享,各部门对高值耗材的价格及波动均十分清楚,支付款出错的事件明显降低。采用条形码系统后,各科室可以清晰的了解各器材的生产日期以及有效期,避免医用高值耗材的过期及过期耗材的使用,降低了医疗事故的发生率。

新措施在实施中发现有些问题需进一步解决,如各部门之间的协调性有待进一步提升;二级库使用的系统有待进一步调整;各科室人员对条形码的使用尚未成为自发性行为,导致条形码的信息传递功能尚未完全实现。

虽然新措施在实施中尚存在一些小瑕疵,但上述措施的实施明显提升了我院医用高值耗材的管理质量,提升了医院的综合竞争实力。

[参考文献]

- [1] 刘学兵.医院高值耗材管理系统的设计[J].中国医学装备,2013,10(5):54-56.
- [2] 黄小玉.医用高值耗材管理存在的问题及改进措施[J].福建医药杂志,2012,34(3):174-175.
- [3] 韩善清.高值耗材管理问题剖析及解决方案[J].中国医疗设备,2013,28(3):83-85.
- [4] 庄希.医用高值耗材管理模式的探索[J].医疗装备,2011,(8):45-47.
- [5] 仇保跃,蒋勇,李晓娜,等.医用高值耗材虚拟库房建立及应用初探[J].中国医学装备,2014,11(5):81-84.
- [6] 陈宇.条形码技术在手术室高值耗材管理中的应用[J].护理学杂志,2009,24(20):51.
- [7] 周建学,杨继庆,卜欣.条形码在口腔医院高值耗材管理中的作用及意义[J].中国医学装备,2014,11(5):73-75.
- [8] 王瑜,陆灿明,林光明.基于"军卫一号"系统的高值耗材条形码管理[J].医疗卫生装备,2012,33(10):119-120.
- [9] 郝梅,闫华,刘帆.论医院高值耗材的科学管理[J].中国医学装备,2011,8(5):35-39.
- [10] 宋铁妹.医院高值耗材精细化管理探讨[J].行政事业资产与财务,2013,(22):134-135.
- [11] 张凤勤,陈默蓉,侯宇.高值耗材的监管与提高医疗质量[J].中国医学装备,2011,8(6):43-45.

血液净化中心信息化管理系统在我院的应用

Application of IMS in the Hemopurification Center of the Hospital

向杨, 王云燕, 李云姝, 黄龙, 杨聚荣

第三军医大学附属大坪医院 肾内科
血液净化中心, 重庆 400042

XIANG Yang, WANG Yun-yan,
LI Yun-shu, HUANG Long,
YANG Ju-rong

Hemopurification Center, Department
of Nephrology, Daping Hospital and
the Research Institute of Surgery, Third
Military Medical University, Chongqing
400042, China

[摘要] 通过对我科室运用信息化管理系统前后医护人员工作效率进行分析和对比, 可以看出应用系统后显著降低了医护人员在分诊、上机前准备、治疗中数据采集、治疗后评估、数据录入分析及制作报表的时间, 医护人员的工作效率显著提高, 保障了治疗安全, 提高了医疗质量。

[关键词] 信息化管理系统; 血净中心; 血液透析; 数据监控

Abstract: Analysis and comparisons were made between the work efficiency of medical staff in the hemopurification center before and after the application of IMS (Information Management System). According to the analysis of the results, the IMS had proven its advantages in obvious reduction of the time spent on the triage, pre-operational preparations, data acquisition during treatment, evaluation after treatment, data input and analysis as well as reports making, which improved the work efficiency of medical staff, ensured the safety of hemodialysis treatment and improved the medical quality.

Key words: information management system; hemopurification center; hemodialysis; data monitoring

[中图分类号] R197.324; R459.5 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.040

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0133-02

目前信息化管理系统在医院应用较为普遍, 它既方便了患者查询诊疗、药品等信息, 也可为医护人员及时提供患者的医疗费用及决策分析统计信息, 对医院的日常管理及医疗业务的持续发展有重要意义^[1]。但是, 信息化管理系统在血净中心应用还处于起步阶段。据初步估计全球终末期肾脏病患者已达 200 余万人, 我国实际的患者估计已超过 64 万人, 登记治疗的血透患者也在 11 万人以上^[2], 我国为血液透析需求大国, 2011 年血透人数约占全球的 7.4%。随着透析患者数量的不断增加, 医疗数据也越来越多, 日益繁重的手工书写医疗工作使得医护人员的工作压力也越来越大, 因此, 透析中心智能管理系统的开发与运用势在必行^[3-4]。我中心 2013 年从德国引进一套信息化管理系统, 此系统通过网络把中心服务器、数据库系统、在线检测系统、透析设备、体重秤、血压计以及医护人员工作站相连接, 实现血液净化数据的采集、储存、分析、统计和医护人员无纸化操作, 以此来减少医务人员的工作量, 提高工作效率。

1 资料与方法

1.1 一般资料

我中心于 2013 年从德国引进了一套专门用于对血液净化中心日常工作进行信息化管理的系统, 该系统包括数据

收稿日期: 2014-07-29
作者邮箱: 510362415@qq.com

采集系统和数据库系统及相关部件。

在 2013 年 11 月以前, 病人治疗前后生命体征的数据需要由医护人员手工记录, 医生手写医嘱单, 护士上机时拿着医嘱单逐项设置和核对治疗参数, 治疗中还需要定时测量血压和记录相关数据, 治疗后还需花大量时间统计分析各种数据, 不仅工作量大, 而且容易发生错误。运用信息化系统后病人的生命体征和治疗中的相关数据都能通过网络自动保存在数据库中, 系统能自动生成医嘱, 透析机能自动执行病人治疗参数的设置。运用信息化管理系统前后的详细治疗流程, 见图 1 ~ 2。

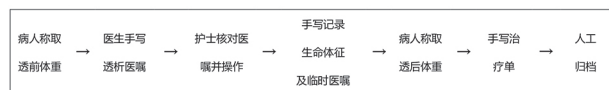


图1 运用信息化管理系统前的治疗流程

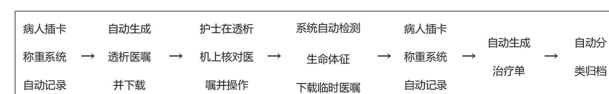


图2 运用信息化管理系统后的治疗流程

1.2 方法

采用回顾性分析的方法, 对应用信息化管理系统后 (2013 年 11 月到 2014 年 1 月) 和应用系统之前医护人员

用在分诊、上机前准备、治疗中数据采集、治疗后评估、治疗后数据录入分析及制作报表的时间进行对比分析。

2 结果

信息化系统的运用使医护人员工作效率显著提高。应用信息化管理系统前后工作效率的比较,见表1。

表1 应用信息化管理系统前后工作效率的比较

组别	分诊时间 (min)	上机前准备 时间 (min)	治疗后评估 时间 (min)	相关数据 采集时间 (min)	数据录入统计 分析生成报表 时间 (min)
应用系统后	2.8±0.5	0.8±0.3	3.2±0.5	0.67±0.3	0.5±0.5
应用系统前	4.2±1	2.8±0.5	5.3±1	9.1±1	28.3±4.6

3 探讨

3.1 信息化管理系统提高了医务人员的工作效率

血液透析是一种比较安全、易行、应用广泛的血液净化方法,基于安全有效的目的,血液透析中心在对患者进行血液透析和治疗过程中要求对数据进行实时监控^[5]。采用信息化管理系统可从以下几个方面提高医务人员的工作效率:①应用系统前,患者上机前后称完体重和测完血压要把数据告诉医生,医生以此来下医嘱和评估治疗效果。透析过程中护士要定时为每位患者测血压和观察透析机上的数据并记录在病人的治疗单上。数据在转述和记录中容易发生错误,影响病人的治疗。而应用信息化管理系统后病人治疗前和治疗结束后只需把信息卡插入读卡器,然后称体重和测血压,数据会自动录入电脑,医生根据病人当天病情调整参数后系统会自动生成医嘱,大大提高效率;②应用系统前,患者上机之前,护士会拿着医生开的透析医嘱单逐项核对和设置各项参数,不仅用时长,且由于参数比较多易发生错误,还可能导致病人此次治疗无法达到预期效果或治疗中发生严重的并发症。实施信息化管理系统后,患者上机之前护士把信息卡插入透析机读卡终端,透析机能自动下载透析处方,护士根据透析机屏幕上的显示调整透析液配方和抗凝剂,病人的超滤量、超滤曲线、超滤时间等各项参数透析机能自动执行。透析机终端能自动下载透析处方并自动设置参数,避免了人工输入误差,确保治疗准确实施^[6];③血净中心的各项数据比较多,除了每位病人的治疗数据,还有耗材数量、各种治疗模式次数、各种费用、药品使用情况以及实验室检查数据等,并且需要定时对相关数据制作报表进行分析。应用信息化管理系统前各种数据的采集录入分析都需要医护人员手工进行,会耗费大量的时间。应用系统后各项数据采集录入都由系统自动完成,系统还能自动生成报表,并以柱状图和扇形图呈现出来。科室还可以让厂家提供自己需要的各种报表,从而进一步改进报表格式和完善报表内容。

3.2 信息化管理系统提高了医疗质量、改善了医患关系

门诊血透实行信息化管理是现代护理管理实践和计算机相结合的产物^[7]。以前,病人的相关数据在传递和保存

时极易发生错误,会导致治疗方案的失误,从而影响治疗效果,并产生严重的并发症。该系统能自动传输和储存医疗数据、自动下载透析处方、进行数据分析和生成各种报表,避免了病人相关数据在传递和保存时发生错误。通过信息化管理,医护人员能观察患者透析治疗的全过程并了解治疗过程中出现并发症的原因、处理方法和效果等,大大减少了并发症的发生,保障了治疗效果,增加了患者的满意度^[8]。而且,信息化管理系统使血透室工作实现了无纸化操作,节约了大量的书写记录时间。该系统对于治疗的实时监控和报警能减少护士巡视频率,并让护士从测血压和手工记录工作中解脱出来,有更多的时间去观察病人病情、有利于个性化护理工作的开展,进而改善医患关系。

3.3 信息化管理系统促进血净学科发展

信息化管理系统能长期持续不间断地记录每个病人每次透析的治疗数据、医生的处方、病人的生命体征、病人的实验室检查和影像学检查等数据,各种数据都能根据时间段来制作报表,这些数据能帮助医生观察和了解病人的病情进展情况。通过信息化管理系统,医生可判断每次调整治疗模式、每次更换用药或是其他因素的改变对病人透析效果的影响,从而制定出最适合病人的透析处方,提高病人的透析质量,为今后病人的治疗积累宝贵经验。信息化管理系统不仅能为科研人员研究提供数据还能分析数据,帮助科研人员研究出更加完善和先进的血净技术,从而推动血净学科乃至整个肾脏学科的发展^[9]。

4 小结

实践证明,门诊血透信息化管理在临床上行之有效,不仅能显著提高医护人员的工作效率,还能保证医疗质量和医疗安全,这种管理模式应得到进一步推广和完善。

[参考文献]

- [1] 李训栋,肖宝菊.医院信息系统数据管理探讨[J].医疗卫生装备,2013,34(1):49-50.
- [2] 中国医院协会血液净化中心管理分会血液透析登记组.我国面临快速增长的终末期肾病治疗负担[J].中国血液净化,2010,9(1):47-49.
- [3] 余丹霞,吴小燕,司晓芸.Nexadia数据管理系统运用的前期论证[J].中国医院管理,2012,32(3):37-39.
- [4] 阳建华,何燕,马云燕,等.我国血液净化工程技术的现状及发展趋势[J].中国医疗设备,2013,28(5):1-4.
- [5] Cornalba C,Belazzi RG,Belazzi R,et al.building a normative decision support system for clinical and operational risk management in hemodialysis [J].IEEE Transactions on Information Techonlogy in Bionmedicine ,2008,12(5):678-686.
- [6] 邵建华.血液透析信息电子智能化的建立和运行评估[J].中华

下转第127页

基于医疗安全角度的医疗设备计量管理

Discussion on the Metrological Management of Medical Equipment from the Perspective of Medical Safety

王欢¹, 林嫵², 张文亮¹

1.广州医科大学附属第一医院 设备科, 广东 广州 510182; 2.广州医科大学 医管处, 广东 广州 510182

WANG Huan¹, LIN Pin²,
ZHANG Wen-liang¹

1.Department of Equipment, The First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou Guangdong 510182, China; 2. Hospital Administration Office, Guangzhou Medical University, Guangzhou Guangdong 510182, China

[摘要] 本文从医疗安全的角度,对医疗设备计量管理过程中存在的问题进行探讨,并结合实际工作从院领导意识、组织、人员、计量环节等方面提出改进建议。

[关键词] 计量管理; 医疗设备管理; 医疗安全

Abstract: This study discusses the problems in metrological management of medical equipment from the perspective of medical safety. Moreover, suggestion for improvements is further put forward in view of the practical work in multiple aspects including the hospital leaders' awareness, organization, personnel and measurement.

Key words: metrological management; management of medical equipment; medical safety

[中图分类号] TB9 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.041

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0135-03

0 前言

随着大批高精尖的医疗设备被广泛应用,其质量安全已经成为影响医疗安全的重要因素。如何站在医疗安全的角度,查找并解决医疗设备计量管理的瓶颈问题,实现高效的医疗设备质量管理已成为医院管理的一项重要内容^[1]。

计量管理是医疗设备质量和安全的技术保证,基于目前医疗设备广泛应用于医疗检验和治疗,它们的量值是否准确,直接影响着医生的判断和操作,如果医疗计量器具失准,就可能造成因医务人员误判所致的错误诊断和治疗,甚至不可挽回的后果,严重影响着医疗安全。因此,医院医疗设备的计量管理对确保医疗设备的可靠性、安全性与有效性,减少医疗事故的发生,保证医疗安全具有极其重要的意义^[2]。

1 医疗设备计量管理的现状和遇到的困难

自 1985 年《中华人民共和国计量法》(简称《计量法》)

颁布以来,国家规定的 60 项 117 种实行强制检定的计量器具中与医疗卫生有关的就多达 37 项 77 种,约占总数的一半以上^[1]。由于观念、人员、资金等因素,许多医院未严格执行《计量法》的有关要求,在实际的医疗设备计量管理过程中存在不少问题。

以广州 56 家三甲医院为例,大多数医院未设置专门的计量部门,计量工作由设备科/医学工程部的人员兼职负责,医疗设备的计量检定主要依托属地管理的质检计量部门,这给医院计量工作带来了许多问题^[3]。

1.1 专职化程度低

计量检测人员不具备必要的医学基础知识,对医用设备的性能特点不熟悉,甚至不会基本操作,其计量检测结果的可信度不高,很难使临床医务人员信服,这也影响了计量监管的权威性和严肃性^[4]。

1.2 工作执行不到位

(1) 计量检定费用高,直接影响了医院积极性。随着新购的医疗设备越来越多,计量检定费用也逐年增加,以我院为例,2009 年的费用仅为 7.48 万元,从 2012 年起每年该项费用均超过 20 万元(图 1)。大多数中小医院不愿意额外花费数 10 万元进行计量检定,许多三甲医院虽能负担但会权

收稿日期: 2014-08-14
通信作者: 林嫵, 助理研究员。
作者邮箱: poppung@163.com

修回日期: 2014-11-03

衡是否划算。因此,不少医院会故意拖延甚至逃避检测。

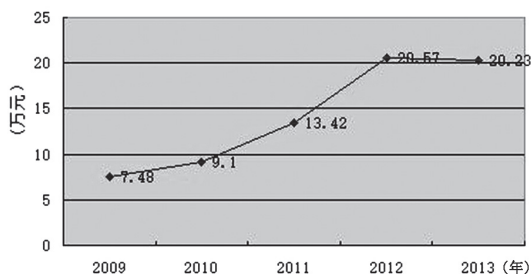


图1 我院年度计量费用

(2) 计量检定工作效率低下。临床受检科室常常因设备正在使用而无法按规定时间受检,需要协调质检计量部门进行补检,大大降低了计量工作效率。

(3) 按照《计量法》的要求,新购买的医疗设备在验收时,须经法定机构计量检定合格,并经计量管理登记入账后方可使用;设备维修之后,需经计量检定合格方可投入使用。然而,目前大部分医院计量工作执行并不到位,计量检定只针对于正常的在用设备,忽略了新购设备、修好设备。

1.3 临床科室配合不力

医院计量检定项目多、分布科室广,需要临床科室密切配合计量检定计划。然而,实际工作中,计量管理人员单枪匹马的情况较多。一方面由于临床科室观念淡薄、关注度不够,对计量检定的规范标准、时间范围和具体要求不清楚,有的科室甚至故意逃避检定;另一方面,医疗设备特殊性(在抢救病人或病人病情不允许离机)也部分影响了设备检测进度,增加了计量工作的难度,影响了临床科室积极性。

2 讨论和建议

如何解决目前出现的各种问题,确保该项工作落实到位成为各院必须面对的重要问题。下面结合本院实际工作的体会,提出推进医疗设备计量工作的几点建议^[5-6]。

2.1 院领导提高认识,提供条件

院领导的高度重视是计量管理工作顺利开展的基础,同时院领导的重视对计量工作人员而言也是精神鼓励,可以提高计量人员的工作积极性。我院领导认识到做好计量工作可带来潜在的经济效益和社会效益,为计量工作顺利开展提供了良好的条件,具体工作有:①组织专题会议,让临床科室参与审核每年计量器具台账和周期检定计划,并签订责任状;②提供了良好的硬件条件,优先安排场所接待上门进行计量检定的属地计量组织;③组织招聘专业人才,每年全院所有的专兼职计量工作人员接受培训和外

出学习的时间不少于1周;④确保计量经费到位及时;⑤为计量工作人员解决工作中遇到的困难。

2.2 组织和人员专业化

组织和人员专业化,不仅可以保证计量工作依法依规,还能有效提高计量工作效率。我院2012年设立了计量管理小组,归属于医疗设备科,是医院的职能管理部门,设备科长在分管院长的领导下全面负责医院的计量管理工作,计量管理员负责具体的实施工作,各科室的护士长或科主任负责本科室的计量管理工作;并设置了专职计量员,经过正规培训后持证上岗。专职人员把繁重具体的计量检定工作按照相应的规章制度有序开展,建立计量检定档案,并能及时将检测数据进行汇总统计分析,发现问题及时反馈。通过该项措施,自2012年以来,我院设备计量检测比例明显提高,见图2。

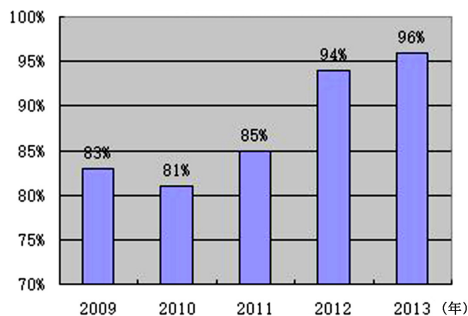


图2 我院年度设备计量检测比例

2.3 宣传工作常态化

大力宣传《计量法》及其他相关的法律法规,能在医院创造良好的氛围,为计量工作顺利开展扫除障碍。我院在宣传时着重强调计量工作在保障医疗设备质量、医疗安全和减少医疗纠纷等方面发挥的重要作用。同时分析其利害关系以及相关的惩罚措施,让全院的医务人员都了解忽略设备计量可能引发的严重后果,从而主动受检。我院从2012年开始,漏检和过期补检的比例逐年下降,见图3。

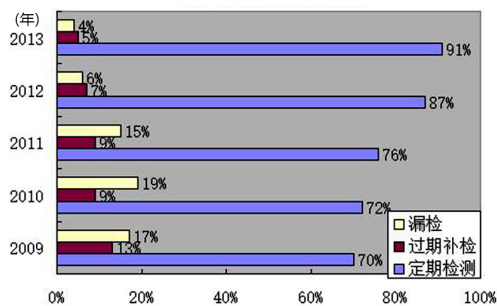


图3 我院年度设备计量检测率

2.4 监管和奖惩机制

制定监管和奖惩机制并严格执行,能准确把握《计量法》等法律法规宣传效果、各项规章制度执行力度和医疗设备使用科室配合等情况。我院自设立计量专门组织以来,制定了监管和考评的细则,并按计划分步骤考核计量员和

受检科室：根据考核结果，奖励了3批表现突出的个人和配合得力的临床受检科室，而对于计量考核不合格的个人和集体处以取消年度评先、扣罚部分奖金等处罚。2012年以来设备计量工作取得明显成效，主要表现在：医疗设备的检测率大幅上升，临床科室满意度大幅提升，医疗设备安全投诉事件急剧减少，见图4。

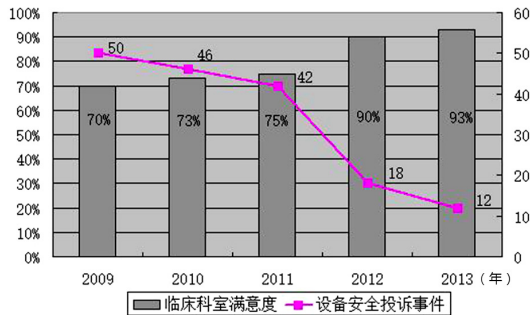


图4 我院年度设备临床科室使用满意度及设备安全投诉事件

2.5 严控计量环节

严格控制计量环节，是贯彻《计量法》的重要步骤。我院在“医疗设备计量管理制度”中，对计量器具的采购、验收、入库、降级和报损均做了严格的规定，使整个计量工作贯穿设备使用整个流程。2012年至今，所有验收的新购设备中不合格的设备有5台，严格杜绝了计量不合格产品进入临床；设备巡查共37次，发现问题182台次；维修的设备达4261台次，报废处理的设备有78台。有效地保障了临床医疗设备的安全。

实践证明，医疗设备计量管理的作用贯穿于医疗设备整个生命周期，从而严重影响着医疗安全^[7]。目前，该项

工作还处在逐渐规范和完善中，只要医院领导认识到计量工作的重要性，建立和完善院内计量组织并配备专职的人才，执行部门和人员严格把控计量工作的各个环节，监督部门落实监督和奖惩措施，医疗设备的计量工作将能发挥其重要作用，为提高医疗设备质量、减少医疗纠纷、保障医疗安全贡献力量^[8]。

[参考文献]

- [1] 刘吉祥,刘齐睿.医学计量与医疗质量工作的探讨[J].中国医学装备,2008,5(12):24-27.
- [2] 李伟,高丽达.医学计量工作的现状分析与对策[J].中国医学装备,2010,7(1):33-35.
- [3] 胡晓勇,章玲.关于部队医院三级医学计量站建设的几点探讨[J].医疗卫生装备,2011,32(8):124-125.
- [4] 梁静,刘金龙.医院医疗设备的计量管理[J].医疗装备,2013,26(5):51-52.
- [5] 刘志强.医疗设备安全应用与质量控制探讨[J].科技信息,2012,(25):444-445.
- [6] 余璐,刘晓雯,邓厚斌,等.医疗设备质量控制体系的构建与实施[J].中国医疗器械杂志,2010,34(3):224-225.
- [7] 张鹏,陈拓.加强医学计量检定保证医疗设备质量[J].医学理论与实践,2012,25(22):2855-2856.
- [8] 孙莹.浅谈我院如何完善医院计量管理工作[J].中国医疗设备,2013,28(2):82-83.

医学期刊中常用的统计学符号

按 GB 3358-82《统计学名词及符号》的有关规定，统计学符号一律采用斜体书写。

- ① 样本的算术平均数用英文小写 \bar{x} ；中位数用 M ；
- ② 标准差用英文小写 s ，标准误用英文小写 s_x ；
- ③ t 检验用英文小写 t ；
- ④ F 检验用英文大写 F ；
- ⑤ 卡方检验用希腊文小写 χ^2 ；
- ⑥ 相关系数用英文小写 r ；
- ⑦ 自由度用希腊文小写 ν ；
- ⑧ 概率用英文大写 P 。

医院排班管理软件的设计与实现

Design and Implementation of the Scheduling Management Software in the Hospital

王碧华, 陈振扬, 王勇显
解放军第一八零医院 后勤管理处,
福建 泉州 362000

WANG Bi-hua, CHEN Zhen-yang,
WANG Yong-xian
Department of Logistics Management,
The 180th Hospital of PLA, Quanzhou
Fujian 362000, China

[摘要] 基于“军字一号”数据库,采用C#编程语言+.NET平台成功开发了医院排班管理软件。本软件的使用,使医院各部门实现了计算机自动排班,有效地避免了手工排班带来的盲目性、繁琐性、不公平性等缺陷,促进了医院排班的最优化。

[关键词] “军字一号”信息系统; 医院排班软件; 医院管理

Abstract: Based on the NO.1 Military Medical Project database, a scheduling management software was developed with the C # programming language and NET platform. The application of this software realized the automatic scheduling in all the departments in the hospital and avoided the blindness, triviality and unfairness caused by manual scheduling, thus ensuring the optimization of staff scheduling in the hospital.

Key words: NO.1 Military Medical Project information system; hospital scheduling software; hospital management

[中图分类号] R197.322 [文献标志码] C
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.042
[文章编号] 1674-1633(2015)02-0138-02

医院日常工作的值班排班管理模式已经进入计算机管理阶段,部分医院护理专业应用电子排班系统取代手工排班,受到护理人员认可^[1]。但是整个医院值班排班涉及面广泛,如医生、医院机关、后勤人员(水电工、清洁工、配送工)等,均需要每日安排值班,目前应用的排班系统主要是基于解决手工排班的方式来研发的。设计一种实用性较强的医院排班专用软件,是本研究的主要目标^[2]。

1 软件基本功能设计

本软件适应医院各部门排班模式,并对其进行科学管理,实现合理的分配劳动资源,提高工作效率。在使用上具备易学、易懂等特点,便于操作。系统在实现上具有如下功能:①系统的安全性,要求管理员及操作员必须输入正确的用户名和密码才能进入系统;②具备一定的调配规则,尤其在人员发生临时变化时,可以手动调整值班人员;③实现自动排班功能,具有下载、查阅、打印功能;④与

“军字一号”数据库无缝连接,避免多重数据产生^[3-4];⑤具有统计分析功能,为个人绩效和单位绩效提供准确的数据;⑥提供简单、层次关系明了清晰的操作界面,为操作提供方便^[5]。

2 开发环境及系统安全

操作系统为 Windows XP 和 Windows7;开发工具采用 C# 编程语言+.NET 平台;本软件与“军字一号”数据库实现无缝连接,表现在使用统一的系统通用的用户名密码,有效避免多系统多个用户名及密码重复的弊端。值班人员资料信息由“军字一号”科室字典库及人力资源字典库提取。对系统的管理权限进行分级管理,为了防止密码被恶意盗用,管理员可以经常修改密码以增强系统的安全性,密码修改对于所有具有访问该系统的用户来说都可以使用。

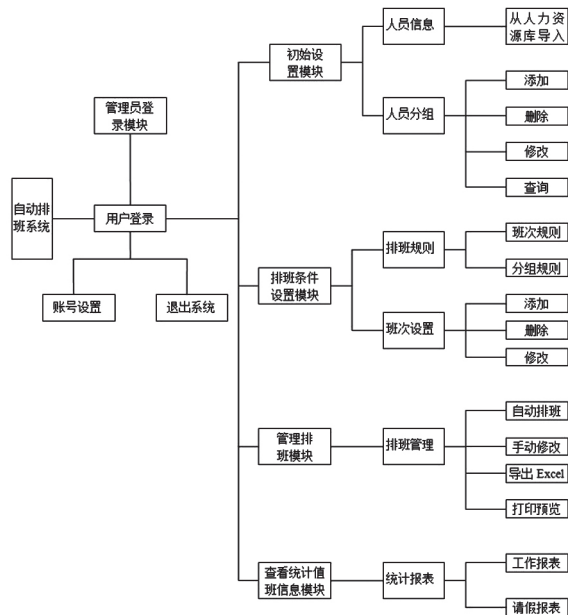
3 软件功能模块设计

软件在整体设计中,分为5大模块:管理员登陆模块、

收稿日期:2014-09-22
作者邮箱:1074469200@qq.com

修回日期:2015-01-06

初始设置模块、排班条件设置模块、管理排班模块、查看统计值班信息模块。每个模块的功能,见图1。



(1) 人员信息模块。主要是用于排班人员和被排班人员信息的添加和查询,其详细信息从本院人力资源库调取,能够实现自由导入、导出及查询功能。

(2) 人员分组模块。便于对1人或者多人同时进行条件的限制及操作,模块设置有添加、删除、修改和查询功能。

(3) 排班规则模块。包含班次规则、分组规则两部分。班次规则用于设置不同班次每日值班的次数,如日5A(1天5个班次),每个班次都有时间段,班次类型由管理员设定。每个班次参加人数因科室而异,为各科建立自己的模板;分组规则用于设置不同分组指定关联的班次,1个组可以同时指定关联多个不同的班次。

(4) 班次设置模块。用于医院各部门创建每日总班次,具有权限划分功能,包含添加、删除(停用)、修改3个部分。对已用过的班次不能删除,只支持停用。

(5) 排班管理模块。包含自动排班、手动修改、导出Excel表并打印预览:①自动排班,根据排班需要,对1个班次类型可以设置每日多个次数,相当于1个班次可以多人同时参与,1个组可以同时指定关联多个不同的班次,

这样就可以满足不同的科室需求;②手动修改,对自动生成的排班表可根据需求进行手动修改调整,以满足人员变化的需求;③将排班表转换为Excel表格,方便管理和打印预览;④打印预览。

(6) 统计报表模块。包括工作报表和请假报表。工作报表用于对不同时间段各部门及员工的值班情况进行汇总统计,可实现按天、月、季度、年的统计、查询^[6];请假报表用于对不同时间段内各部门及员工请假情况进行汇总统计和查询。

4 结语

医院排班管理软件的应用,避免了人为因素的干扰,改变了传统耗时且欠公平的手工排班模式,充分体现了以人为本、尊重人才的理念^[7-8]。该系统的应用充分挖掘了人力资源的潜力,不仅能显著提高排班工作的效率,还保证了排班的公平性,提高了员工对排班的满意度。

[参考文献]

- [1] 万金花.基于B/S结构的护理排班信息系统在医院管理中的应用[J].医学信息,2013,26(5):209.
- [2] 李志敏,刘尧红.AND排班在护士排班系统中的临床应用[J].检验医学与临床,2013,10(5):627-628.
- [3] 李烜,周湘江,陈兰,等.基于B/S模式的手术排期及通知系统[J].中国医疗设备,2014,29(5):47-49.
- [4] 汪月明.现代手术室管理体系的构建与思考[J].中医药管理杂志,2010,(5):474-475.
- [5] 薛清福,李小丽.护士排班系统研究与设计[J].福建电脑,2013,(9):147-148.
- [6] 陈璐,陈湘玉,八卷直一.电子排班系统的开发及应用[J].中华护理杂志,2012,47(12):1118-1119.
- [7] 汪婷,蒋红.弹性排班在护理人力资源管理中的应用现状[J].护理研究,2014,28(2):388-389.
- [8] 王方,蒋素芬,郑莉,等.护士弹性排班方式和 workflows 的做法与效果[J].内蒙古中医药,2012,(5):121-122.

医疗器械流通现状分析与医疗机构的对策

Analysis of the Status Quo of Medical Equipment Circulation and its Measures for Medical Institutes

徐浩然^{1,2}, 冯自立², 王文涛²,
全弘宇², 张和华¹, 向华¹

1.第三军医大学大坪医院野战外科研究所 医学工程科, 重庆 400042; 2.第三军医大学 生物医学工程系, 重庆 400038

XU Hao-ran^{1,2}, FENG Zi-li²,
WANG Wen-tao², QUAN Hong-yu²,
ZHANG He-hua¹, XIANG Hua¹

1.Department of Medical Engineering, Daping Hospital and the Research Institute of Surgery, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China; 2.Department of Biomedical Engineering, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China

[摘要] 本文主要以医院为视角,从医疗器械流通的发展、流通领域的管理现状以及存在的问题等方面进行分析,探讨了针对性的管理措施,以提升医院医疗器械的管理水平。

[关键词] 医疗器械; 流通管理; 运输管理; 流通成本

Abstract: This paper analyzes the development of circulation of medical equipment, the status quo of circulation management and existing problems from the perspective of the hospital. Meanwhile, this paper explores some targeted management measures to improve the medical equipment management in the hospital.

Key words: medical equipment; circulation management; transportation management; circulation costs

[中图分类号] R197.32 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.043

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0140-02

0 前言

随着现代医疗技术的发展,医疗器械在医院诊疗活动中的重要性逐步提高,医院对医疗器械的依赖性也越来越大。在医疗费用的组成中,医疗器械的费用占到了较大的比例。其中,医疗器械流通过程中的不规范管理是导致医疗器械价格过高的的重要原因之一^[1]。科学分析医疗器械在流通过程中的现状和存在的问题并提出有针对性的改进措施,对保证医疗机构诊疗工作的品质与安全,提升医院的经济和社会效益具有重要作用。

1 医疗器械的流通

医疗器械是指直接或间接使用于人体的,包括所需软件在内的仪器、设备、器具、材料或者其他物品^[2],20世纪90年代以来,我国医疗器械行业发展势头极为迅猛,年增长率达到14%~15%^[3],尽管在现有流通领域的医疗器械进口产品占有垄断地位,但国产品牌的比例正在不断提

升且不乏高精尖产品^[4]。

一般来说,流通是指商品从生产领域向消费领域的转移过程。医疗器械作为特殊的商品,它的流通则是指医疗器械从生产部门向医院或其他医疗机构转移的过程,包括医疗器械生产企业的销售、医疗器械的运输管理、医疗机构的购买等环节^[5]。

2 管理现状分析

2.1 医疗器械行业重要法律法规

2000年1月4日,国务院公布《医疗器械监督管理条例》,该条例在当时一定程度上规范了医疗器械的注册、生产、经营和使用的过程。但随着医疗器械行业的迅猛发展,医疗器械的流通呈现诸多新的特点,该条例逐渐不能满足行业需要。因此,在2014年2月12日通过了对该条例的修订,并从2014年6月1日开始施行。经过一系列的修订,加强了该条例的系统性与整体性,使行业法律更加完善^[6]。

我国于2007年颁布《医疗器械流通监督管理办法》,该办法对医疗仪器生产企业行为进行了规范,弥补流通领域监管法律的空白,此后各省市也出台地方性的管理规定,

收稿日期: 2014-08-13

修回日期: 2014-09-01

通讯作者: 张和华, 博士, 工程师。

通讯作者邮箱: zhanghehua@163.com

对流通领域监管法律进行完善。

2.2 医疗器械流通领域发展现状

(1) 医疗器械生产企业多,但规模偏小。由于国家政策的调控和市场准入条件的放宽,以及地方性保护政策的存在,大量医疗器械生产企业产生并生存下来,但销售能力与大型企业相比,销售额相差甚远,且绝大部分企业为小规模的生产企业。

(2) 医疗器械运营效率低,流通成本高。由于大量小规模医疗器械企业的存在,医疗器械领域“多、乱、杂”的现象并没有得到很好的解决,小规模的企业难以做到流水线式的生产、科学的营销、快速便捷的运输以及信息化的管理等,造成各环节运营成本较高。

(3) 医疗器械的生产和配置不尽合理。市场上很多医疗器械尽管治疗效果一般,但由于具有很好的经济效益,而使得医疗器械企业竞相研发生产。同时,部分医院为提高自身的经济效益,盲目购买大型医疗设备、大量引进检查设备或者引进价格昂贵的高值耗材等。例如,一些中小医院也会购进CT,但其使用率极低甚至不足30%,或者导致CT检查的阳性率持续走高^[7]。大型医疗设备长时间闲置会增加医院的运营成本和医疗资源的浪费。

2.3 医疗器械流通管理现状及存在问题

(1) 法律法规和监管制度修订滞后,落实不够到位。尽管国家和地方出台了诸多法律法规以规范医疗器械的流通,但由于医疗器械具有涉及技术领域广、行业跨度大、专业性很强、门类繁多等特点,法律法规的修订与医疗器械的发展相比仍然是相对滞后的^[8]。目前在法规的落实过程中各级部门还没有形成前后衔接、紧密配合的格局,导致部分制度的落实不够到位。

(2) 医疗器械的不合格产品及违禁现象仍普遍存在。不少医疗器械生产企业利用知名明星、专家、医生,杜撰国内外知名的医疗鉴定机构进行宣传,造成质量不合格的产品流入市场。从2014年CFDA最新发布的国家医疗器械质量公告来看,医疗器械的产品质量存在诸多问题,而我国医疗器械召回制度落实不到位导致医疗机构的利益得不到有效保障。同时,还有一些医疗器械生产企业对发票、运输票据造假,增加了医疗器械流通过程的混乱程度。

(3) 流通领域的环节多,导致价格过高。医疗器械在进入医院之前,在各企业内部就要进行数次“转手”,无形中增加了医疗器械的流通成本,导致其价格居高不下。

3 医疗机构在器械流通管理中的对策

医院作为医疗器械的使用部门并与最终的用户患者直接接触,对医疗器械流通的监管也有着极其重要的作用。医疗机构可以通过价格的把控、质量的监管、违规企业行

为曝光等来维护自身利益,也有义务保障广大患者的权益。

(1) 加大培训力度,提高人员素质。医院医务部门、医学工程科等应共同把好医疗器械入口关。医院在完善医院相关器械引进的制度和流程基础上,应加强医疗器械相关法规的宣教,通过举办培训班、分类学习、知识考核等方式增强业务人员的法律意识。同时要求各部门人员提高自身综合素质,对流入医院的医疗设备的质量、性能、票据等进行严格的审查,避免不合格或虚假产品流入医院,争取做到把医疗器械领域“多、乱、杂”的现象杜绝在医院之外^[9]。

(2) 做好调研工作,科学合理选择供应商。医院应选择信誉和质量良好的品牌。同时,医院内部应制定供应商的考评标准并定期进行评价,还应该通过市场调研了解其他医院的情况,对供应商进行综合评价。

(3) 加强医疗器械引进的论证,防止医疗资源的浪费。应通过多种途径和手段对拟引进的医疗器械从医院和患者的实际出发,全多位、多层次组织论证。

(4) 医疗器械采购过程中应分类管理^[10]。通常可以分为ABC三类。A类医疗器械成本高、运输条件苛刻、经济效益好,对这类医疗器械及其耗材的管理重点要求工作人员把握市场动态,与大型医疗器械生产企业建立良好、固定、长久的合作关系,运输由专业人员进行,避免医疗器械的损坏;B类医疗器械管理要求管理者熟悉医院的耗材使用量,定期进行购买,保证器械耗材的供应,只需要进行常规的管理;C类医疗器械成本低,管理可适当放宽,可以考虑一次性大批量购买以获得价格上的优惠,同时大批量购买可以方便运输,以减少运输成本。

(5) 压缩流通环节,使流通渠道透明化。医院在医疗器械购买时选择相对比较直接的供应商。同等条件下应优先选择与医疗器械生产厂家或总代理公司进行合作。

(6) 不良事件及时上报。医院出现不良事件时,应坚持“非惩罚性,主动上报”的原则,通过各种途径进行上报^[11-12],例如,医疗机构在产品验收时发现该产品出现与原先描述的不符或者不能正常运行的情况,应当在向商家申诉的同时向相关的质检部门举报,并在网站上进行公示,以实现信息互联互通。良好的上报制度有助于医疗器械行业规范化管理。

4 总结

只有各级医疗机构对医疗器械流通管理工作更加重视,才能最终实现降低医院运营成本、提升医疗诊疗品质、降低使用风险的目的。同时,加强医疗器械的管理在一定程度上可以降低患者的费用支出,缓解当前“看病难、看病贵”的现状,为缓和当前尖锐的医患关系做出积极的贡献。

下转第113页

内蒙古医疗机构临床工程人员现状及发展研究

Research on the Status Quo and Development of Clinical Engineers in Medical Institutes in Inner Mongolia

高关心, 裴智军, 李德鹏

内蒙古自治区人民医院 医学工程处,
内蒙古 呼和浩特 010017

GAO Guan-xin, PEI Zhi-jun,
LI De-peng

Department of Medical Engineering,
Inner Mongolia People's Hospital,
Huhhot Inner Mongolia 010017, China

[摘要] 对内蒙古自治区各级医疗机构临床工程人员的数量、质量和结构进行抽样调查和现状统计。在此样本基础上, 通过与国外发达国家临床工程学科和国内相邻学科人员现状对比研究, 针对存在的问题与不足, 结合实际, 提出临床工程人才队伍培养发展的参考建议。

[关键词] 临床工程人员; 继续教育; 生物医学工程

Abstract: A sample survey and statistics were conducted on the current quantity, quality and structure of clinical engineers in the medical institutes in Inner Mongolia. Based on this sample survey, comparisons were made between the status quo of clinical engineers from developed countries and the staff working in the close discipline in China. Moreover, suggestion for the existing problems and deficiencies was put forward in this paper according to the practical situation to educate excellent clinical engineers.

Key words: clinical engineers; continuing education; biomedical engineering

[中图分类号] R192 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.044

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0142-02

1 临床工程人员的概念和范围

临床工程人员是应用医学、工程及管理知识与技术, 对患者在医疗服务中涉及的医疗器械相关事务予以支持和促进的专业人员^[1-3]。目前, 我国尚未建立临床工程职业准入制度, 人员组成繁杂。本次调查研究中将临床工程人员界定为在各级医疗机构临床工程部门(医学工程科、医疗设备科及医疗器械科等), 从事医疗器械工程技术支持和管理工作人员的总称。

2 内蒙古医疗机构临床工程人员现状及存在的问题

本次调查研究涉及内蒙古自治区 12 个盟市各级医院共计 92 家, 其中三级医院 33 家, 非三级医院 59 家, 问卷回

收率 100%, 采用 Epidata3.0 和 SPSS19.0 软件进行数据录入、处理及统计分析。由于回收问卷中部分项目填写不完整, 因此在具体项目统计和分析时的有效表格数量不尽相同。

2.1 临床工程人员数量相对不足

内蒙古地区医疗机构临床工程部门平均人员数为 7.6 人, 其中, 三级医院平均 11.3 人, 非三级医院平均 5.6 人; 临床工程人员占职工总数比例均值为 0.85%, 其中, 三级医院 0.68%, 非三级医院 0.96%; 平均每百张床位配置 1.23 位临床工程人员, 其中, 三级医院 1.07 人, 非三级医院 1.32 人; 三级医院临床工程人员数量为 3 ~ 20 人, 非三级医院多为 1 ~ 10 人。调查显示, 医院等级与临床工程人员绝对数量呈正相关, 但考虑到高等级医院职工总数、开放床位数等基数较大, 所以临床工程人员比例及每百张床位配置临床工程人员数量反而较低。

2011 年, 我国三级综合医院评审标准实施细则规定, 全院工程技术人员占全院技术人员总数的比例不应低

收稿日期: 2014-08-11
作者邮箱: nmmygqx@163.com

于1%；2009年，美国紧急医疗研究所（Emergency Care Research Institute, ECRI）对美国及加拿大若干家医院的床位数与医学工程人员配置情况进行调查，结果显示，这些医院平均每百张床位配备2~3名医学工程人员^[4]；2008年，Bingseng Wang等对美国253家医院的调查结果显示，每百张床位平均配备2.5名医学工程人员^[5]。此外，国内大型医院从床位数、门诊量及收容量方面远大于欧美国家，设备诊疗使用及保障频率相对较高，相比之下，临床工程人才短缺是十分严重的。

2.2 临床工程人员素质明显偏低

硕士和博士占医疗机构临床工程人员总数的1.4%，高学历人才明显不足，本科生占41.3%，大专及以下学历人员占57.3%，比例太高，影响人才队伍的整体素质。学历结构整体呈“宝塔形”。不同等级医疗机构临床工程人员学历分布，见表1。调查表明，三级医院与非三级医院临床工程人员学历分布有明显差异。

表1 临床工程人员学历分布抽样调查结果

	研究生	本科生	大专	其他
三级医院	3.6%	45.3%	26.9%	24.2%
非三级医院	0.9%	31.1%	48.7%	19.3%

美国临床工程技术人员90%以上具有大学学历，其中70%左右的人员具有硕士或博士学位^[6]。在2012年的全国执业医师学历统计中：研究生9.9%、本科生44.6%、大专学历28.0%、中专及以下学历17.5%^[7]。临床医学教育已形成由院校教育、毕业后教育和继续教育3个相互联接又相对独立的阶段组成的完整体系，一直延伸到职业生涯的整个过程。近30多年来，尽管我国生物医学工程教育已有很大发展，为医院临床工程部门提供了基本的人才队伍，但临床工程尚未作为独立学科走上大学讲堂，临床工程人员规范化培训尚未开展，医学工程技术类的培训项目很少，在医院中临床医学工程人员的继续教育几乎是空白。而目前医学技术手段的不断革新和飞速发展，对临床工程人员知识更新的要求不断提高，毕业后教育和继续教育的作用尤为重要。长此以往，其结果必然造成医学工程人才队伍的素质水平和现实要求差距越来越大。

2.3 临床医学工程人员结构不尽合理

(1) 专业结构中，内蒙古临床工程人员中生物医学工程专业占29.4%、电子类专业占13.0%、机械类占7.4%、计算机类占6.8%、管理类占6.3%、经济类占5.4%、临床医学占3.9%、其他如护理和药学等占27.8%。人员专业结构复杂，这与我国生物医学工程教育起步较晚，医院临床工程人员相当一部分是转入进入该领域的有关。

(2) 职称结构中，高级职称占9.2%、中级职称占38.2%、初级职称占33.1%，这种结构不符合国际人才结构

1:3:6的一般标准。另外，其他及无职称人员的比例过大，占到19.5%，影响了整体的结构水平。

欧美日等发达国家临床医学工程部门的临床工程师、生物医学设备技师多数由各大生物医学工程专业毕业的博士、硕士及本科生担任，其临床医学工程发展较为成熟的原因之一就是大量生物医学工程专业人才与临床实践相结合，成为临床工程专才，致力于临床工程学科建设的结果。这提示我们一方面医疗机构要大力引进生物医学工程专业人才，另一方面对现有人员开展临床工程技术应用普及教育是临床工程学科发展的必要措施。

(3) 与临床学科相比，2008年全国执业医师高、中、初级职称人员占比为18.9%、34.1%、37.5%。与之相比，临床医学工程部门高级人才不足，整体素质有待提高，需要采取切实有效的措施，加大临床工程人才培养力度。

受地区发展差异影响，临床工程人员分布不均现象必然存在。但根据文献报道^[8-12]，不同地区临床工程人员数量、质量、结构现状及存在问题大致相同，本次调查研究结论具有一定代表性和普遍性。

3 临床工程人才队伍发展建议

3.1 制定临床工程人员编制要求

根据医院的业务发展、床位数量、医疗设备数量和价值等实际情况，合理配置一定数量具有相应职称、学历的临床医学工程部门人员，明确医学工程人员配置比例，制定相应的规范要求，并作为医院医疗器械使用管理规范的保障措施。并出台临床工程人才奖励机制，调整其待遇，使之能吸引人才，稳定队伍。

3.2 开展临床工程学历教育

制定临床工程课程体系与内容，组织临床工程行业及高等院校相关专家，进行临床工程课程体系研究，编写临床工程技术系列教材，包括专业所需的基本理论、知识和技能。逐步将临床工程纳入医学研究和教育计划，医学院校要设立临床工程专业、课程、学位使得临床工程人才培养走上正轨，有计划地培养输送人才。

3.3 实施临床工程人员规范化培训

将临床工程人员毕业后教育纳入中国医师协会培训体系，筹建临床工程专业委员会，制定《临床工程人员规范化培训大纲》，明确培训对象、目标方法内容及考核标准；在目前已经开展临床工程工作并取得较好效果，具有较好的工作基础和环境条件，具有符合带教要求的师资力量的医院设置临床工程培训试点基地，如卫生部医院管理研究所临床工程研究基地，总结交流培训经验，逐步扩大试点推动临床工程人才培养工作的健康发展，促进临床工程制度的建立与完善。

下转第124页

医用监护仪常见故障的分析与排除

Analysis and Elimination of Common Malfunctions of Medical Monitors

万里, 黄海

武汉市第一医院 设备处, 湖北 武汉 430022

WAN Li, HUANG Hai

Department of Equipment, Wuhan No.1 Hospital, Wuhan Hubei
430022, China

[摘要] 医用监护仪作为一种监测病人生理参数的生命支持类设备, 在临床的疾病诊断、病人监护等方面有着非常重要的作用。本文简单地介绍了医用监护仪4种常用参数的测量原理及其常见故障的分析、排除方法, 以供参考。

[关键词] 监护仪; ECG; SPO₂; NIBP; RESP; 故障维修

[中图分类号] R197.39; TH789 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.045

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0144-03

0 前言

医用监护仪作为最常用的医疗设备之一, 广泛应用于各临床科室之中, 使用频率较高, 因此, 出现故障的次数也相对较多。保障监护仪正常工作, 不仅能为病人提供全面的监护, 也能提高医护人员的工作效率, 为疾病的分析、诊断提供重要、有效的信息。

下面介绍与监护仪常用的监护参数 ECG (心电图)、SPO₂ (血氧饱和度)、NIBP (无创血压)、RESP (呼吸) 相关的故障分析与排除的方法。

1 故障现象及维修

1.1 ECG相关故障

监护仪 ECG 的检测, 是利用 ECG 导联线检测和接收心脏的电激动所产生的生物电流在体表形成的电位差的过程。常见故障有 2 种:

1.1.1 常见故障一

故障现象: 人体正确连接心电电极后, 监护仪提示“无信号接收”或“电极脱落”。

故障分析与排除: 监护仪提示“无信号接收”或“电极脱落”, 一般是因为电极脱落、损坏或心电模块故障导致, 可借助心电模拟信号发生器进行检测。

排除步骤: 正确连接心电模拟信号发生器和 ECG 导联线, 并开机检测。

(1) 若心电信号波形、数值显示正常, 则监护仪及心电导联线正常, 需检查电极与人体连接是否正常。电极脱落或电极片使用过久融化, 都会导致无心电波形的显示。

(2) 若无心电信号波形、数值显示, 则需判断 ECG 导联线是否完好。可更换完好的 ECG 导联线再次测试, 如故障排除, 则原 ECG 导联线损坏, 需更换。

(3) 若更换完好 ECG 导联线后, 故障仍未排除, 则应怀疑心电模块故障, 需拆机进行维修或更换。

1.1.2 常见故障二

故障现象: 心电信号扫描基线不能稳定显示于屏上, 漂移不定; 心电波形异常或有干扰, 测值不准。

故障分析排除: 心电基线漂移, 波形异常, 测量不准, 一般与外界干扰或机器设置有关。

排除步骤:

(1) 检查病人贴电极片的部位是否干净、潮湿, 必要时可用酒精对皮肤进行清洁处理。

(2) 查看电极片是否连接完好或者因使用过久融化, 需要更换; 一般建议电极片使用 3 h 左右需更换。

(3) 机器自身内部受潮, 需连续开机 24 h, 进行干燥处理。

(4) 将机器移至电磁干扰较少的地方, 重新开机观察, 排除周边机器电磁干扰的影响。

(5) 检查机器交流电源有无接地线。若未连接, 需重新接好。

(6) 查看选择的 ECG 滤波方式或工频设置是否正确, 若不正确, 选择合适的滤波方式和工频 (一般应设置为 50 Hz)。

1.2 SPO₂相关故障

监护仪对 SPO₂ 的测量, 利用的是血液中 Hb 和 HbO₂ 的吸光特性 (图 1) 和基于朗伯比尔定律 $I=I_0e^{-\epsilon cd}$ (式中 I

收稿日期: 2014-10-10

通讯作者: 黄海, 武汉市第一医院设备处主任。

作者邮箱: 455610445@qq.com

和 I_0 分别为入射和透射光强度, ε 、 c 、 d 分别为物质吸光系数、溶液浓度和光穿过路径) 实现。常见故障有 2 种:

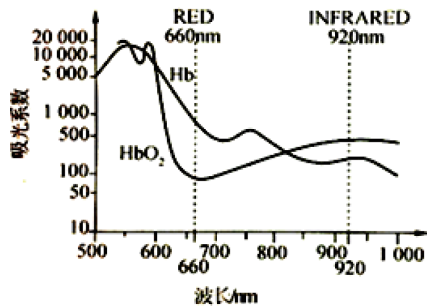


图1 HbO₂和Hb的吸光系数与长关系

1.2.1 常见故障一

故障现象:在正常开机情况下,无血氧波形和数字显示。

故障分析排除:无血氧波形及数字显示,一般是由于血氧探头损坏或血氧模块故障导致。

排除步骤:正确连接血氧探头并开机进行检测。

(1) 确定血氧探头是否完好。可查看探头中二极管点亮是否正常或直接用替代法更换新探头检测予以排除。若确定探头损坏,则需更换。PO₂探头的损坏一般分 2 种:① 指套中发光二极管或光电二极管烧毁;② 接头内部导线脱焊,此时可旋开接头,重新焊接线路。

(2) 检查机器探头连接端口及其线路是否正常。连接探头的端口或相连线路、接头脱落或松动,可导致探头连接失败。此时,需拆机将各端口和线路重新固定后再连接探头检测。

(3) 如前两步中所提的可能故障均已排除,而机器仍无血氧波形和数字显示,则应考虑氧模块故障,需进行维修或更换。

1.2.2 常见故障二

故障现象:血氧波形和数字有显示,但波形干扰较大或血氧测量值不准确。

故障分析排除:血氧波形干扰较大或测量值不准确,一般是由外界环境因素引起。

排除步骤:排除患者自身活动的干扰,使病人安静后检测。

应注意检测环境中的光线的影响。由图 1 中所示的 HbO₂ 和 Hb 的吸光特性及朗伯比尔定律 ($I=I_0e^{-\varepsilon cd}$) 可知,检测环境中强光(尤其是红光和红外光)照射时,可能引起 I_0 和 I 的改变,导致测量不准。

还应注意染色剂的影响。若患者在进行 SPO₂ 测量前注射有染色剂,便会改变血液浓度 (c) 和吸光系数 (ε),影响最终的测量结果。

最后,避免和 NIBP 在同侧测量或长时间使用同一手指进行测量。SPO₂ 探头指套长时间压迫同一手指以及 NIBP 测量时袖袋对手臂的压迫作用,均可能导致该手指血液流通不畅,易引起测量误差和病人不适。

1.3 NIBP相关故障

监护仪利用振波法测量 NIBP。测量过程中,血液的流动所引起的血管壁搏动将在袖带内产生气体振动波,该振动波通过气管传至机内压力传感器,实时检测袖带压。常见故障有两种:

1.3.1 常见故障一

故障现象:进行 NIBP 测量时,提示“袖带错误”“气泵漏气”或压力错误报警。

故障分析排除:一般是由于气道漏气、堵塞或血压模块打气泵和放气阀故障导致。

排除步骤:

(1) 检查延长管和袖带有无明显破损或折叠堵塞,必要时需更换。

(2) 检查延长管与袖带和机器的端口是否接紧。必要时,需用酒精对端口进行清洁处理。

(3) 机器内气管脱落或松动导致漏气,此时需拆机对内部管道进行重新连接、加固。

(4) 排除 NIBP 模块上气泵和放气阀的故障。① 气泵检测:拆下气泵接通 12 V 直流电源,测试气泵工作及出气量是否正常,如不正常,气泵损坏需更换;② 放气阀检测:阀内灰尘聚集,引起阀门关闭不严或阀内气道堵塞,将分别导致监护仪提示漏气故障或出现压力错误报警。此时,可将气阀拆下,用注射器对阀内吹气作清洁处理。必要时需更换放气阀或该 NIBP 模块。

1.3.2 常见故障二

故障现象:外部气路完好,可正常充、放气,但无血压值或血压值不准。

故障分析排除:

(1) 选择合适大小袖带,并在袖带绑定前,去除体表阻隔物以及挤出袖袋内气体。袖袋过松或过紧,都会使袖带内气体无法正常感受血管壁的搏动产生振动波,导致血压无法测量或测值不准。

(2) 排除病人自身活动的影响。利用振波法测量 NIBP,其中最主要的一个缺点就是易受外界振动的干扰,因此,NIBP 测量应在平静状态下进行。

(3) 袖带绑定位置和病人姿势应当正确。研究结果表明,NIBP 测量的位置和心脏的高度每相差 10 cm,所测得的血压值会相差约 8 mmHg。因此,测量 NIBP 时应保持测量位置与心脏的高度平齐(图 2)。



图2 袖袋的正确绑法

(4) 应考虑血压模块故障。该模块中压力传感器或信号处理系统的损坏,都会导致无测量结果或测值不准。此时,需拆机对该模块进行维修或更换。

1.4 RESP相关故障

监护仪测量呼吸大多采用电阻抗法。主要是通过 RA 和 LL 两个电极拾取人体胸廓因呼吸阻抗变化而引起的电信号,并经机器系统分析处理,最终得出呼吸频率的过程。

故障现象:无呼吸波形或呼吸波形异常,测量不准。

故障分析排除:由 RESP 的测量原理可知,呼吸信号检测是由 ECG 电极来完成的,因此与 ECG 有密不可分的关系。具体应排除以下 4 种因素的影响:

(1) 排除病人频繁活动和剧烈咳嗽的干扰,应在平静状态下测量。

(2) 正确安放电极位置,尤其是 RA 和 LL 两电极的位置要安放正确(图 3)。

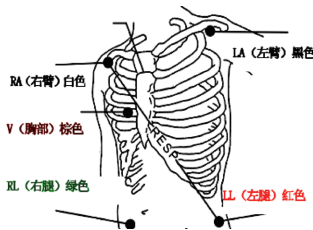


图3 RESP测量电极安放示意图

(3) 排除导联线、电极片自身质量和接触不良的影响。

(4) 呼吸模块故障,需拆机维修或更换。

2 小结

监护仪的维修是相对较为简单而又繁琐的工作。本文简单地介绍了与 ECG、SPO₂、NIBP、RESP 几个常用监护参数检测相关的故障分析与排除。此外,监护仪还常会出现如下故障:电源板损坏致无法正常开机或其他模块无法正常启动、开机烧保险、主板驱动异常、显示屏出现黑屏/暗屏/闪屏、控制面板失灵等故障,还有待进一步实践、总结。

[参考文献]

- [1] 汤黎明. 医疗卫生装备实用大全[M]. 南京:南京大学出版社,2011:8.
- [2] 吴莹,谢家祺,张彩萍. 智能多参数监护仪的特点及其临床应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2009,13(9):1707-1710.
- [3] 柯常青,振雅志,曾婵丹. GE-Dash4000多参数监护仪常见故障分析与维修[J]. 中国医疗设备,2014,29(5):155-156.
- [4] 徐小光. 多参数监护仪的测量原理及正确使用方法[J]. 医疗卫生装备,2011,26(6):117-119.
- [5] 陈爱华. 医用监护仪常见故障及日常维护浅析[J]. 医疗卫生装备,2011,32(4):130-131.



用Word制作统计学符号算术平均值加减标准差 $\bar{x} \pm s$ 的方法

$\bar{x} \pm s$ 的规范格式

国标 GB/3358-82《统计学名词及符号的规定》明确指出“平均数 ± 标准差”的正确写法应为 $\bar{x} \pm s$ 。结合规范格式及在正文中应有的状态可将其归纳为以下 5 个方面。

① x 及 s 都是英语手写体小写字母;② \bar{x} 即 x 与其上方的短横线合起来,占一个汉字的高度;③ $\bar{x} \pm s$ 中的数学符号“±”为正体,并与文字行中的汉字等高;④ 正文中著录 $\bar{x} \pm s$ 或者说著录 \bar{x} 后整页文字的行数及行距仍应保持不变;⑤ $\bar{x} \pm s$ 可随行中的文字随意左右移动或剪贴转移。

Varian 23EX医用直线加速器故障分析与维修

Malfunction Analysis and Maintenance of Varian 23EX Medical Linear Accelerator

张炳昌, 李凯, 宋强

青岛市市立医院 医疗器械科, 山东 青岛 266011

ZHANG Bing-chang, LI Kai, SONG Qiang

Department of Medical Equipment, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao Shandong 266011, China

[摘要] 本文介绍了Varian 23EX直线加速器的2例故障, 分析了故障产生的原因, 维修思路及处理方法。

[关键词] 直线加速器; 联锁故障; 放射治疗

[中图分类号] TL53 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.046

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0147-02

医用直线加速器是实现远距离精确放射治疗的大型医用设备^[1-2]。Varian 医用直线加速器是国内医疗机构最常用的主流机型, 该机随机资料相当齐全, 医疗机构中的相关工程技术人员很有必要掌握并熟练其维修方法。下面介绍2例典型故障分析与处理方法, 以供参考。

1 故障一

1.1 故障现象

直线加速器治疗过程中突然停机, 计算机报主联锁VAC1故障。

1.2 故障分析与排查

根据故障现象及计算机所报故障联锁提示, 查VAC1联锁故障代码系直线加速器内加速管真空度太低、钛泵电流超限或电压不正常所致。Varian 23EX 直线加速器内有3个钛泵, 分别维持加速管、电子枪和速调管的真空度。如果加速管钛泵电流 $> 700 \mu\text{A}$ 或高压 $< 4 \text{ kV}$ 则报VAC1故障联锁; 如果加速管钛泵电流 $> 350 \mu\text{A}$ 、电子枪钛泵电流 $> 100 \mu\text{A}$ 或高压 $< 2.4 \text{ kV}$, 或速调管钛泵电流 $> 8 \mu\text{A}$ 或高压 $< 2.4 \text{ kV}$ 时报VAC2故障联锁。所以首先观察钛泵高压电源组件状态, 发现AccV和GunV两个红色报警灯亮, 其余正常为绿灯亮。关断电源后再开机, 发现AccV红灯马上点亮, 约1 min后GunV红灯亮, 后又发现该电源组件后面板上风扇不转, 故怀疑该Vacion Power Supply组件

确有问题。拆下该电源组件, 打开上盖, 并未发现明显故障痕迹。检查风扇标称电压值为AC115 V, 测风扇电阻为370 Ω , 应属正常, 怀疑电路板供给风扇电压不正常所致。细查该部分Vacion Power Supply电源原理图纸(参考图纸号1102881、890641), 先从交流电源输入部分入手, 发现变压器T1初级输入保险丝F2 0.5 A正常, F3 0.5 A已断, 该保险丝直接焊接在电路板上, 为方便以后更换, 从电路板上引出两根导线接一保险丝管座, 内置保险丝管。因保险丝已烧断, 查保险丝负载连接K4和K5的2个电子开关, 未发现明显短路。装机通电试验, 机内发出一股糊焦味, 立即拆机查验, 发现CR4下面电路板面烧焦, CR4一端引脚松焊, 查图纸知CR4系高压整流二极管, 其整流后得-5 kV高压, 测CR4与CR5比较, 发现CR4并未损坏, 是因CR4一端虚焊, 同时又离电路板太近, 与电路板打火。

1.3 故障处理

将CR4焊牢靠, 清理烧焦的电路板面, 装机后试验又发现其内部继电器动作不正常。再拆电源板上的两个并排的继电器, 仔细观察内部触点无明显烧焦、烧黑, 怀疑是与继电器插座接触不良引起, 重新安装此两只继电器。注意, 这两个继电器尺寸、外观、引脚都一样, 一个是AC115 V, 一个是DC24 V, 千万不能装错, 开机后VAC1故障联锁消失, 直线加速器恢复正常工作。

1.4 回顾总结

该故障系国庆长假之后出现的, 可能因停电直线加速器内加速管真空度下降, 负载过重而烧断保险丝, 所以直线加速器长假停止治疗期间, 应预防长时间停电事件^[3-4]。

收稿日期: 2014-11-11
作者邮箱: zhangzbc@126.com

另外,在检修该部分组件时应特别注意高压危险,拆装机过程中注意放电^[5-6]。

2 故障二

2.1 故障现象

选择不同的治疗模式时,计算机常报 FOIL 和 CARR 故障联锁。

2.2 故障分析与排查

Varian 23EX 直线加速器提供 2 档 X 线(6 MV、15 MV)和 7 档电子线(6 MeV、9 MeV、12 MeV、15 MeV、18 MeV、22 MeV、24 MeV)治疗方式。在选择不同的治疗模式时,机器的 T 形功率分配器、X 线靶、能量开关以及旋转托盘的位置都要作相应的改变。托盘上安装有 10 个不同规格的均整器和散射箔(参考装配图 882550),分别对应 1~10 端口,来改变 X 线束或电子束剂量分布。旋转托盘外周边上安装有 5 个微动开关(S1、S2、S4、S8、S16),每个端口对应的托盘外周边的 5 个微动开关位置凹凸,使各微动开关处于不同的通断状态来进行编码,以识别不同的托盘端口。旋转托盘还有一个气动定位插销,当选定一种治疗模式后,电磁阀放气,定位销离开锁定位置,旋转托盘由马达带动旋转,由位置电位器 R1 检测托盘位置,同时 5 个微动开关检测托盘的位置编码,并将编码传到微处理器,与设置的编码进行比较验证,编码完全一致,马达停止转动,电磁阀充气,定位插销锁住。如果编码不完全一致,计算机则报 CARR 故障联锁,定位销位置不对,计算机报 FOIL 故障联锁,在实际维修中经常两个联锁一起报。当出现 FOIL 和 CARR 故障联锁时,首先观察旋转托盘位置,发现没有旋转到位或已过位,分别检查 5 个微动开关触点接触是否良好,测位置 R1 电位器中心抽头电压报故障时

为 2.7、4.3 V 等各不尽相同。正常状态时,该电压值是 5.2 V。查电路图纸,各微动开关信号及位置 R1 电位器信号分别通过 W13 和 W32 两根电缆线连接至 CARROUSEL MODE & BMAG 电路板, W13 和 W32 电缆线因随机架旋转而经常受拧,怀疑该两条电缆接触不良,但查其内部相关信号线电阻值正常。最后怀疑位置电位器 R1 接触不良。

2.3 故障处理

该位置电位器 R1 位置比较靠内,空间狭窄,操作比较困难,注意不要先单独拆 R1,应连同固定 R1 的基板一起拆下再更换。更换后故障排除, FOIL 和 CARR 故障联锁消失,机器工作正常。

2.4 回顾总结

该故障在不切换治疗模式、X 线切换 X 线或电子线切换电子线时基本不出现,当 X 线切换到电子线或电子线切换到 X 线时,则常报 FOIL 和 CARR 故障联锁,具有一定的迷惑性,以至于经多次维修才彻底排除故障。

[参考文献]

- [1] 顾本广,林郁正,等.医用直线加速器[J].北京:科学出版社,2003.
- [2] 杨绍洲,陈龙华,张树军.医用电子直线加速器[M].北京:人民军医出版社,2004.
- [3] 张伟,周振远.CK-06-100型医用直线加速器故障排除[J].中国医学装备,2010,(11):65-67.
- [4] 李陆军,李志聪,朱泓政,等.瓦里安UNIQUE直线加速器加速管的更换及质量保证[J].中国医疗设备,2014,29(10):133-135.
- [5] 赵立新.加速器电子枪基本原理及瓦里安与西门子加速器电子枪故障维修[J].医疗装备,2009,22(8):158-159.
- [6] 袁一戈,赵林.医用直线加速器射频源故障诊断[J].中国医学装备,2009,(1):60-62.



用Word制作统计学符号算术平均值加减标准差 $\bar{x} \pm s$ 的方法

$\bar{x} \pm s$ 的制作步骤

著录 $\bar{x} \pm s$ 的实质是著录 \bar{x} 。著录 \bar{x} 方法很多,但较简便的操作是拼音指南法,其操作步骤如下:

- ① 将输入字体选用宋体;② 输入英文字母小写的 x 并将其改为斜体格式 x;③ 选中 x 后,单击菜单栏中的【格式】-【中文版式】-【拼音指南】,在其对话框中的【基准文字】列项下便可见到英语字母手写体 x 了,在【拼音文字】列项下第一行中输入“_”(应特别注意输入该短横线时必须用英语输入格式,以使“_”为下划线样式),此时在预览框中便已显示出 \bar{x} 了;
- ④ 在【对齐方式】栏中选【居中】格式项,再在【字号】项中选择较正文大 3 个号的数码,若正文中是五号字,则选取 8;单击【确定】按钮,即见到正文中原来选中的 x 已改变为 \bar{x} 了;最后常规输入 $\bar{x} \pm s$ 即可;
- ⑤ 调整整行行距,可在菜单栏【格式】下拉单中选取【段落】命令,出现【段落】对话框后,在其【间距】栏【行距】项中选“固定值”项,再在其后的【设置值】框中选“18”,最后点击【确定】按钮即完成了整个操作。

ABX血液分析仪常见故障处理及保养

Common Troubleshooting and Maintenance of ABX Hematology Analyzer

高双英

武汉科技大学医院 检验科, 湖北 武汉 430081

GAO Shuang-ying

Clinical Laboratory, Wuhan University of Science and Technology Hospital, Wuhan Hubei 430081, China

[摘要] 本文主要介绍了ABX血液分析仪在使用过程中出现的常见故障现象和分析及处理方法,总结了日常维护保养经验。

[关键词] 血液分析仪; 故障分析; 检验仪器维修

[中图分类号] TH776 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.047

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0149-02

ABX MICROS 60全自动血液分析仪是由计算机控制的全自动血液分析仪。可由全血中测出:WBC(白细胞数)、RBC(红细胞数)、HGB(血红蛋白)、PLT(血小板)等项目。该仪器标本用量少、测试速度快、结果精准、操作简便,广泛应用于基层医院检验科和医院急诊检验^[1]。ABX MICROS 60全自动血液分析仪采用经典的电阻抗检测方法,配合先进的鞘流技术可对外周血液中的多种细胞进行自动计数,并能根据白细胞的体积大小进行简单分类^[2]。在多年来使用中该仪器故障大部分是液路故障,电气故障较为少见,并且故障多与平时保养维护有密切关系。本文总结一些较为常见的故障及分析和处理方法。

1 开机故障

1.1 故障现象

开机时仪器报警:START FAILED,CHECK REAGENT(启动失败,请检查试剂)。

1.2 故障分析

机器开机自动清洗时会自动检测空白值。使用空白样品检测仪器的本底干扰,允许界限如下:WBC<0.3 RBC<0.02 HGB<0.3 PLT<10,如果检测的空白值超出此范围,机器就会报警。具体的可能原因有:①机器附近有电磁干扰或者地线接触不好;②稀释液、溶血素或清洗液有气泡干扰;③计数池污染;④检测部件污染,小孔堵塞。

1.3 故障排除

(1)检查机器电源电压和地线是否接触良好,排除外界干扰。ABX MICROS 60全自动血液分析仪对电源和地线的要求严格。电源电压应在216~224V之间。没有地线或地线不达要求,对仪器的高频脉冲信号干扰极大^[3],仪器开机时的空白测定会通不过。我院配备精密净化交流稳压电源,效果较好。

(2)检查稀释液、溶血素和清洗液连接管有无气泡,如有,立即执行试剂灌注。操作步骤为:4SERVICES-3PRIME REAGENTS-1 ALL REAGENTS按ENTER;完成后进行STARTUP循环,WBC、RBC、HGB、PLT空白样品检测数据均为0,故障解除。

(3)浓缩清洁液浸泡计数池。操作步骤为:4SERVICES-4 CONCENTRATED CLEANING按ENTER。

(4)先进行反冲操作,再执行自动清洗。进行STARTUP循环,WBC、RBC、HGB、PLT空白样品检测数据均为0,故障解除。

2 检测中机器故障

2.1 故障一

2.1.1 故障现象

白细胞不分类(LYM%,LYM#,MON%,MON#,GRA%,GRA#均为0)。

2.1.2 故障分析

白细胞不分类现象在日常分析标本过程中经常碰到。白细胞不分类的原因有:

(1)环境温度较低。仪器的工作条件要求室温控制在15~32℃。实际工作中观察到室温低于20℃时发生白细胞不分类的频率远远高于室温在25℃时。室温较低时溶血素的溶解能力下降,未破坏的红细胞影响白细胞的分类。

(2)血脂、黄疸增加。脂质代谢紊乱造成红细胞膜脂质更新障碍^[4-5]。红细胞膜上的磷脂溶解能力减弱,红细胞渗透脆性降低,短时间内红细胞碎片不能完全被溶解造成白细胞不分类。黄疸时,血中胆红素增加,测定细胞时的激光扫描折射增强,仪器无法识别,导致白细胞不分类。

(3)某些病理性的药物影响。如放疗、化疗的某些药物(细胞毒剂和免疫抑制剂)能导致血细胞膜发生改变,红细胞难以被溶血素溶解,白细胞发生外形改变,从而导

收稿日期:2014-10-29

本文作者:高双英,主管技师,从事临床检验工作。

作者邮箱:1064275051@qq.com

致白细胞不分类。

(4) 婴幼儿的淋巴细胞过高。

2.1.3 故障排除

工作中针对白细胞不分类问题的解决步骤：

(1) 检查室内环境温度，如果低于 20 ℃，适当升高环境温度，待室温升至 22 ℃ 以上再检测一次质控品，故障即可排除。

(2) 分析白细胞不分类样品的检验报告数据，WBC>4.0 时就建议用稀释液将血液 5:1 稀释后，再上机检测；WBC<4.0 或更低一般采用手工法，即：20 μL EDTAK2 抗凝全血，加入含有 0.38 mL 白细胞稀释液的试管中，充分混匀，滴入计数池中，数出 4 个大方格的白细胞数，然后换算成白细胞总数。白细胞分类则采用手工涂片染色镜检。仪器法不能解决所有标本的白细胞分类问题，手工法是不错的选择^[6]。

2.2 故障二

2.2.1 故障排除

HGB、RBC、PLT、WBC 均增高，白细胞有时分类，有时出现不分类。

2.2.2 故障分析

出现所有指标均增高应考虑到：① 样品针故障造成加样量增加；② 试剂加入量减少；③ 计数池或微孔堵塞。

2.2.3 故障排除

打开仪器外罩。检查各液路管道的连接部位接头是否松动。判断方法是：观察液路管道在不工作的状态下是否充盈，如有气泡或者液柱断开则表明管路密封不严，要重新连接或者更换新连接管。

观察是否有稀释液沿着试剂分配器的活塞壁流出。如有试剂流出打开分配器更换密封圈。将分配器推杆用无水乙醇清洗，并加润滑剂润滑后安装。

执行浓缩清洗液循环，清洗完后看各个项目结果是否正常，不正常说明是微孔堵。否则，执行 4SERVICES -2 DRAIN CHAMBERS 观察分析过程，各个计数池液面变化，由此判断微孔堵塞是否严重。与两个计数池相连接的三通管常常会因为血样凝固而堵，在执行上述排空过程中计数池液面往往不下降，通常采取的措施是进行 4SERVICES -4 CONCENTRATED CLEANING，然后按要求给两个计数池分别注入 3 mL ABX 原装进口浓缩清洗剂，按 ENTER 键，仪器自动浸泡计数池及其三通管 10 min。堵塞严重的话往往结束该程序时不能排出浓缩清洗剂，这时候就要用吸管吸出计数池内液体，将计数池从固定卡上小心取出倒置，轻轻磕碰其底部的血液凝块。安装固定后再执行 4SERVICES -1 BACK FLUSH，重复 2~3 次，再次执行 4SERVICES -4 CONCENTRATED CLEANING 给两个计数池分别注入 3 mL ABX 原装进口浓缩清洗剂，1 h 后再按 ENTER 键，再次等待 10 min，

故障排除。

3 保养

全自动血液分析仪是医院临床检测的重要仪器，正确使用和严格地维护保养是结果准确的关键因素^[5]。为保证结果的准确性，为临床提供可靠的数据，除建立规范的操作程序，每日运行室内质控，定期保养和维护外，对仪器进行严格的日常保养和维护是保证仪器正常运行的基础。

(1) 严格执行开机、关机程序。熟知操作流程，熟悉仪器的工作原理和结构，获得最佳工作性能。每次开机，必须执行启动程序 STARTUP，关机则执行 STANDBY。休眠模式下启动同样也要执行 STARTUP 程序。

(2) 每周 2 次的浓缩清洗必不可少。每周可用 ABX 原装进口浓缩清洗剂浸泡计数池，并做浓缩清洗，保证计数池清洁，小孔通畅。在菜单中选择 4SERVICES -4 CONCENTRATED CLEANING 项，可以进行浓缩清洗程序。排空计数池和管路，打开前机盖，向 WBC 和 RBC 计数池内注入 3 mL ABX 原装进口浓缩清洗剂。必要时排空计数池和管路，执行“自动清洗”及用去蛋白清洗液按照样品测试操作几次，使检测部和管道得到彻底的清洗。

(3) 血样采集后要及时充分混匀，及时检测。血标本与抗凝剂混匀对血细胞分析结果影响很大^[7]，特别是血小板。一旦抗凝剂未混匀，血样中的纤维蛋白原转化为纤维蛋白，极易堵塞血液分析仪的微孔和计数池的三通管道。一般要求在采集血样后立即颠倒混匀 6~8 次为宜，上机检测时重复以上操作。采集标本 4 h 内必须完成检测。

(4) 及时更换试剂，定期检查仪器连接管道。定期检查试剂的使用情况，及时更换试剂。更换试剂后，严禁将旧试剂混入新的试剂中。更换试剂后，最好做一次试剂排空，再执行试剂灌注，以免新旧试剂交叉污染。定期检查试剂的塑料连接管道，避免其老化松动影响加样液量。

[参考文献]

- [1] 石琼辉. 希森美康 kx-21 血球计数仪原理及维护[J]. 中国医疗设备, 2010, 25(9): 115-117.
- [2] 曾照芳, 洪秀华. 临床检验仪器[M]. 北京: 人民出版社, 2007.
- [3] 邵传兵. 静电积蓄导致血细胞分析仪不分类故障[J]. 中国医疗器械杂志, 2009, 33(4): 309.
- [4] 魏雁龙. 高胆红素对血球仪测定白细胞结果的影响[J]. 中国卫生产业, 2012, 12(20): 101.
- [5] 潘月鸢, 黄剑女. 希森美康 K-4500 血球仪的保养与维修[J]. 中国医学创新, 2012, 09(22): 81-82.
- [6] 黄寿坤, 董家书, 周桂. kx-21 血细胞分析仪白细胞分类等 6 类故障检修[J]. 上海医学, 2011, 26(4): 99-100.
- [7] 莫丽亚, 邓永超, 李先斌, 等. 血液混匀仪对血细胞分析结果的影响[J]. 实用预防医学, 2006, 13(1): 183-184.

Lunar iDXA 双能X线骨密度仪的工作 原理和维修两例

Working Principle of Lunar iDXA Dual X-ray Absorptiometry and Two Maintenance Cases

张影, 从中华

首都医科大学附属北京佑安医院 医学工程中心, 北京 100068

ZHANG Ying, CONG Zhong-hua

Medical Engineering Center, Beijing YouAn Hospital, Capital Medical University, Beijing 100068, China

[摘要] 本文介绍了GE Lunar iDXA 双能X线骨密度仪的测试原理和系统构成, 通过对两例扫描故障进行分析、判读与排除, 保证了设备的正常使用, 为同类设备或出现类似故障的设备维修提供参考。

[关键词] 骨密度仪; 双能X线; 故障维修; 编码器; 故障维修

[中图分类号] TH774 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.048

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0151-03

0 前言

骨质疏松症是一种全身性代谢性骨病, 目前骨质疏松的治疗大部分是通过药物改善症状, 尚未研究出疗效确切的方法, 因此对骨质疏松的早期诊断及预防非常重要^[1]。骨密度 (Bone Mineral Density, BMD) 指骨单位面积所含的骨矿物量, 是反映人体骨骼代谢状况的一项重要指标, 用于分析人体骨量变化情况, 反映骨质疏松程度, 是预测骨折危险性的重要依据。目前骨密度测定仪主要有光子吸收法、定量超声法、X线吸收法 (单能X线和双能X线) 和定量CT测定法, 不同类型的方法在原理和技术特点等方面也存在着较大的差异, 其中双能X线骨密度仪 (Dual X-ray Absorptiometry, DXA) 是目前公认的诊断骨质疏松的金标准。

美国 GE Lunar iDXA 对 X 线球管提供恒定电压 100 kV, 针对不同的扫描部位, 预设了 3 种用户不可调管电流, 分别为 0.188、0.625 和 2.5 mA。双能 X 线 (44 keV 和 72keV) 由钐制 K 边缘滤线栅产生。采用的是碲锌镉 (CdZnTe/CdTe 或 CZT) 晶体探测器。X 线穿透人体骨组织, 不同的骨矿物质对 X 线吸收量不同, 所以 X 线衰减也不同, 将穿透骨组织的 X 线强度通过探测器和计算机系统转换为骨矿物质含量数值。由于测量中使用了两种不同能量的 X 线, 故可以获得两种线性衰减值, 从而基本消除了脂肪与肌肉对测定的干扰。可以测定腰椎、股骨近端、桡骨远端等多处的 BMD。

收稿日期: 2014-11-11

作者邮箱: pengzhangying@sina.com

1 Lunar iDXA 双能X线骨密度仪的测试原理和系统构成

1.1 Lunar iDXA 双能X线骨密度仪的测试原理

普通的 X 射线是连续的泛能谱, 其在穿透人体身体时, 骨骼和软组织会分别对低能谱 (多采用 35 ~ 50 keV 能谱段) 和高能谱 (多采用 80~120 keV 附近能谱段) 的 X 线产生不同的吸收作用 (图 1)。

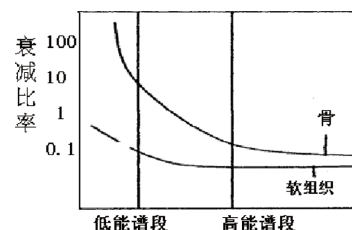


图1 骨和软组织的能量衰减图

Lunar iDXA 双能 X 线骨密度仪采用 X 球管产生 X 射线, 并采用 K 边缘滤过技术产生双能 X 线 (有些双能 X 线骨密度仪采用开关脉冲技术), 测量它们通过骨骼 (B) 和软组织 (S) 的吸收率, 通过能量减影的方法消除软组织对骨密度测量的影响^[2-3]。在低能量时, 骨骼的衰减比软组织的衰减程度要大, 因此, 可区分两种组织: 骨骼 (羟基磷灰石) 和软组织。在高能量时, 骨骼衰减和软组织的衰减程度是相当的。将两种不同能量的 X 射线对相同位置的人体进行投影。穿过骨骼和软组织后, 根据比尔-朗伯定律列出 X 线强度的下列方程组:

$$I_{H0} = I_{H1} \exp(-\mu_{HB}M_B - \mu_{HS}M_S)$$

$$I_{Lo} = I_{Li} \exp(-\mu_{LB}M_B - \mu_{LS}M_S)$$

式中, μ : 人体物质对 X 射线的等效质量衰减系数; M : 人体物质的面密度 (g/cm^2); I_i 、 I_o : 分别为 X 射线的入射和出射强度; H 、 L : 高、低能量 X 射线的下标; B 、 S : 表示骨骼和软组织的下标。

对某一测点 (X_0, Y_0), 测得经该点衰减后的 I_{Ho} 、 I_{Lo} 即可联立方程式求解, 消去软组织 M_S 后, 即求得该点的骨密度 $M_B(X_0, Y_0)$ 。从而迅速无损地测出所测部位骨骼的骨密度值。

1.2 Lunar iDXA 双能 X 线骨密度仪的系统构成

Lunar iDXA 双能 X 线骨密度测量系统由硬件和软件两大部分组成。硬件系统主要包括 X 线球管及高压发生器、准直器、X 线探测器、扫描及驱动控制部分、计算机系统以及检查床 (图 2); 软件包括计算机应用软件控制、图像处理及报告等部分。Lunar iDXA 产生的泛能谱 X 线经过钐制 K 缘过滤器将多能量的 X 线光束分成高能量成分与低能量成分 (44 keV 和 72 keV), CZT 探测器分别记录下这两种不同 X 线光子能量, DCB 控制板对高能、低能 X 射线进行甄别与计数, 通过数据传送器将数据送中央计算机处理。计算机应用软件主要负责由探头部分采集到的数据经 A/D 转换后的数据处理, 包括完成扫描后成像、测量校准, 结果分析及信息维护等功能。

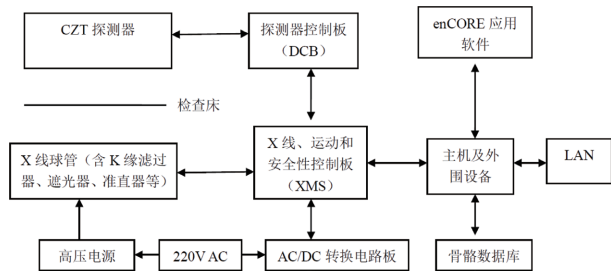


图2 Lunar iDXA 双能 X 线骨密度仪硬件示意图

2 Lunar iDXA 双能 X 线骨密度仪的故障维修两例

2.1 故障一

2.1.1 故障现象

扫描过程中, 发生过一次“咔嚓”声后, 扫描臂经常发生卡住情况, 大约 1 周后扫描臂彻底卡死, 不能移动。

2.1.2 故障分析及处理

从 enCORE 软件主屏幕上选择 Option (F6), 再选择 Error log 查看, 发现里面有多项“纵向运动失败, 检测不到运动。详细描述 (XMS I/O Port Command)”的错误日志。在扫描臂控制面板上, 按下向上、向下、向左和向右四个方向的运动按钮, 测试纵向两侧和横向两侧运动, 发现扫描臂无法完成纵向两侧运动, 而横向两侧运动正常。初步判断纵向运动机构出现了问题。

扫描臂与 X 线球管装置联动机械运动框图, 见图 3。扫描臂与 X 线球管装置一起构成联动装置, 在 XMS 控制下,

完成横向 (X 方向) 和纵向 (Y 方向) 上相互垂直导轨上的运动, 横向和纵向传动机构是分别独立存在的, 在这两个方向上运动的最大行程由限位开关控制, 从而起到行程保护作用, 以防止误操作或其他原因致使运动到极限位置。XMS 输出 48 VDC 供电给电机, 电机转动带动皮带轮转动, 转动传递到机械结构, 带动与电机同轴的编码器一同旋转。从而完成扫描臂与 X 线球管装置联动运动。

根据这一故障现象, 分析出现问题的地方可能是: ① 控制电路有元器件损坏, 不能控制运动机构转动; ② 电机烧坏, 不能转动; ③ 皮带轮、皮带及机械结构有松动情况, 导致电机转动无法传递下去; ④ 编码器损坏, 无法检测电机运动位移及计数, 从而无法产生电机控制电路的反馈信号。按照由简单到复杂的检查程序, 首先关闭电源, 检查传送皮带及皮带轮转动阻力是否正常, 没有发现异常阻力增大情况。通电, 检测电机电源是否加上, 万用表直流档检测, 有 48 VDC, 初步认为直流电机正常, 应重点排查编码器。

许多电机都需要配备编码器以完成机械运动状态的测量, 二者联合应用在大型设备中比较常见, 并且最易出现故障的结构是编码器。查阅相关资料, 得知: 本编码器是光电编码器, 它是一种检测机械运动位移的传感器, 由光栅盘和光电检测装置组成等分的若干个长方形孔的光电码盘, 与电动机同轴。当电动机旋转时, 光栅盘与电动机同步旋转, 经发光二极管、光敏管等电子元件组成的检测装置输出两组近似正弦的电信号, 经放大整形后变成两组相位相差 90° 的方波, 根据 A、B 之间的相位关系即通过鉴相可确定电机的正反转。找到编码器, 发现其下方有些许细小黑色粉末。用示波器不能检测到编码器的两项方波信号输出。用内六角扳手拆卸下该编码器, 底下出现了更多的黑色粉末, 判断编码器内部的光栅盘或类似结构分解所致,

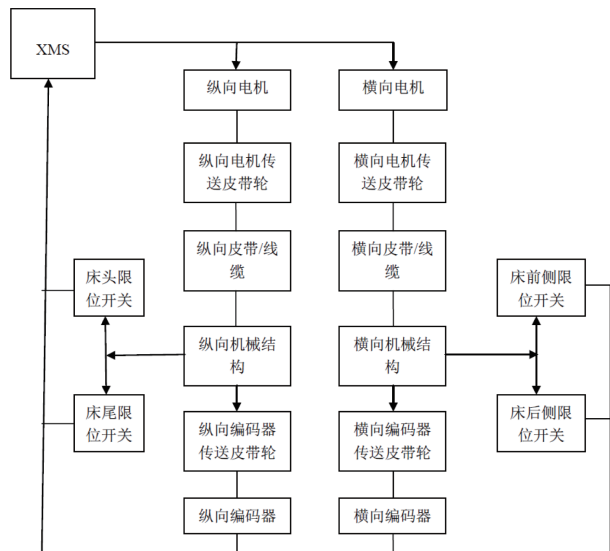


图3 扫描臂与 X 线球管装置联动机械运动系统框图

更换同型号新编码器,故障排除。

2.2 故障二

2.2.1 故障现象

操作人员反映骨密度仪有时在扫描过程中突然中止,退出扫描程序。

2.2.2 故障分析及处理

类似情况发生过几次,在扫描中止后,重新对患者进行了扫描,当时并没有再次出现自动中止扫描退出程序的情况。经过仔细询问操作人员,得知在发生这种情况时安装有 enCORE 软件的计算机上收到来自医院网络的通知。后来操作人员发现在进行一次扫描时,他同时打开了 Microsoft Office 办公软件进行文字处理,也发生了扫描停止自动退出扫描程序的情况。结合这几次情况判断:若要保证 Lunar iDXA 双能 X 线骨密度仪正常执行扫描程序,则在计算机 Windows XP 操作系统正常运行情况下,要尽量保证 enCORE 软件唯一运行。本台计算机被我院网络中心分配了一个 172.16.13.2 的 IP 地址,在网络连接里进行了 Internet 属性 TCP/IP 协议设置,并在本机上安装了 SetupCli(61800) 客户端应用程序,从而可以自动接收来自院内的网络通知。从本机上卸载了 SetupCli(61800) 客户端应用程序,使其不再接收院内网络通知。并且告知操作人员在患者扫描时要保证 enCORE 软件唯一打开运行。与 GE 厂家工程师交流此问题时,得到反馈:他们的工程师在进行安装过程中,通过 enCORE 软件对扫描仪部分进行 Primary Calibration 时,由于时间较长,结果屏幕保护程序启动,造成校准程序进行到一半就自动退出,工程师进行了多次 Primary Calibration 尝试,都未能成功,从而导致安装无法进行下去。后来经过技术支持人员提供支持,关闭


屏幕保护程序,才继续完成了安装。目前厂家尚没有针对这一情况的补丁程序。

3 小结

Lunar iDXA 双能 X 线骨密度仪采用了最新的 64 位 CZT 晶体探测器技术,交叉错位排列,它对探测到的光子直接转换产生电荷。该机全身骨密度精度 < 0.6%,扫描速度约 10 s;放射剂量低,可以对单侧、双侧股骨、正位、侧位脊柱、前臂、全身进行成像,可以进行脊柱、股骨髁骨等骨部位的结构、强度分析,评价骨折风险以及骨量变化;可以测量和计算全身脂肪、肌肉组织和骨组织,进行人体成分测量分析;进行臀腹脂肪评估,可有效评估向心性肥胖,预测糖尿病及冠心病的发病风险,扩展了临床或科研应用。

Lunar iDXA 双能 X 线骨密度仪是一种精密、结构复杂的大型医疗设备,含有多个系统构件。一定要熟悉机器的结构、原理。充分利用机器的报错信息^[4-5],出现故障时结合报错提示,能较好地判断故障原因、排除故障,保证设备的正常运行。

[参考文献]

- [1] 高敏.骨密度仪的应用进展[J].中国医药导刊,2011,(3):379-381.
- [2] 肖建强,王慧.双能X线吸收法骨密度仪测试原理浅析[J].上海生物医学工程,2001,2(4):48-49.
- [3] 王慧.NORLAND骨密度仪X射线源维修[J].中国医疗设备,2014,29(2):138-140.
- [4] 苏根元,王萍萍,于小晶. GE light speed 16排螺旋CT常见故障的维修和体会[J].中国医学装备,2011,9(8):77-79.
- [5] 杨瑞,孟庆乐,曹艳,等.SPECT/CT检查床常见故障分析及维修[J].生物医学工程与临床,2014,18(4):388-389. 

纤维支气管镜的保养和消毒

Maintenance and Disinfection of Fiber Bronchoscope

黄桃, 胡玉兰, 钟林桂

重庆医科大学附属第一医院 重症医学科, 重庆 400016

HUANG Tao, HU Yu-lan, ZHONG Lin-gui

Intensive Care Unit, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

[摘要] 本文着重介绍纤维支气管镜应用过程中的正确保养方法和严格的消毒措施, 为减少纤维支气管镜故障率及预防医院感染的发生提供指导。

[关键词] 纤维支气管镜; 保养消毒; 医院感染

[中图分类号] TH776⁺.1 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.02.049

[文章编号] 1674-1633(2015)02-0154-002

纤维支气管镜属于精密器械, 主要由光学系统和机械系统两部分组成, 其导光束由数万根直径约 10 微米的玻璃纤维组成。若在清洗、消毒、灭菌与使用过程中保养不当极易损坏^[1-2]。纤维支气管镜检查作为一项侵入性、微创性诊疗技术, 常因消毒不严、操作不当引起医院感染^[3-4]。因此, 加强纤维支气管镜的保养, 确保严格消毒, 对减少纤维支气管镜故障率及预防医院感染具有非常重要的意义。

1 纤维支气管镜应用前的检查和准备

1.1 检查光源系统

每次应用纤维支气管镜前必须例行检查接物镜、接目镜、焦距及显像是否清晰, 光源亮度是否足够。

1.2 检查纤维支气管镜

(1) 检查插入管、导光缆的整个表面有无异常状况, 如凹痕、皱褶或咬痕。纤维支气管镜柔性插入管上的任何凹陷都会对纤维支气管镜的内部造成损害; 纤维支气管镜在每次应用于病人之前, 必须确保整个纤维支气管镜是干净的, 并已经过严格消毒和灭菌处理。

(2) 检查偏转控制杆。缓慢操作偏转控制杆, 观察其运转是否平滑, 需确保适当范围内可以偏转。若偏转控制杆的操作不够平稳, 可能是纤维支气管镜内部损坏的表现。为了避免进一步损坏纤维支气管镜或使用过程中出现功能异常的可能, 在角度偏转机构操作不平稳时, 切勿使用纤维支气管镜。

(3) 检查吸引系统。将吸引器连接管连接到纤维支气管镜控制体上的吸引接头上, 然后将纤维支气管镜的先端

置于一盆无菌水中, 按下吸引控制阀, 水应当迅速地被吸引到吸引系统的接收容器里面。松开吸引控制阀, 观察阀门是否自由返回关闭位置, 吸水过程终止。如果吸引阀不能顺畅复位, 应将阀门从纤维支气管镜控制体上的吸引缸筒上拆下, 在橡胶密封圈上涂少许硅油润滑剂, 用纱布擦去多余的润滑剂, 然后安装复位。

(4) 检查活检钳和钳道。确保活检钳的柔性杆无纠结; 钳口不应有残余碎片, 在使用活检钳之前, 一切碎片务必清除干净; 关上活检钳并检查钳口, 确保钳口对齐。若活检钳有针, 此针必须笔直且完全在钳杯之内; 任何附属器械必须通过钳道口缓慢插入, 并且与纤维支气管镜在一条直线上。在此过程中, 应该不存在抵触。如有抵触, 应停止进一步插入附属器械, 否则钳道可能有损伤。

1.3 插入纤维支气管镜前的准备

(1) 检查纤维支气管镜的光学图像。必要时, 用蘸有酒精的棉签轻轻地擦拭物镜。也可以使用蘸有镜头清洁剂(含防雾剂)的纱布或其他敷涂工具。操作者应调整屈光度调节环, 以获得清晰的图像, 在使用过程中不必再做调整。

(2) 若纤维支气管镜从口腔插入, 将咬合保护器套在插入管上, 以保护插入管。

2 纤维支气管镜应用中的注意事项

(1) 正确抓握纤维支气管镜的动作要求: 应一手抓住控制部, 另一只手握紧纤维支气管镜先端及光导连接部, 切勿只拿住控制部而让先端部自由摆动, 发生碰撞造成纤维像束断裂及外管破损。

(2) 若纤维支气管镜从口腔插入, 操作时嘱咐病人咬住牙垫, 以防病人咬损软管部分。若软管外皮被咬破, 可

收稿日期: 2014-08-07

基金项目: 重庆市卫生局资助项目(2013-1-007)。

作者邮箱: 470622696@qq.com

造成漏水致物镜及像束生霉,严重者可使像束断丝。

(3)操作时动作要轻柔,应缓慢旋转,避免操作偏转控制杆的力度过大,偏转控制杆的皮带轮只可用到90%,可以通过摆动镜身,改变操作者或病人体位以实现纤维支气管镜的角度变换。弯曲部弯曲过度,可导致纤维支气管镜导光束、导像束的玻璃纤维断裂,镜面出现黑点。

(4)活检或刷检时钳刷插入遇有阻力,切勿强行插入,应放松偏转控制杆,再调节弯曲角度,使钳、刷顺利通过。活检钳插入或取出时,钳舌必须处于闭合状态。在钳取过程中,若被钳组织韧性大时,不能强拉,应更换病变部位或更换角度再试钳。若被钳组织较坚硬,虽然被钳掉,也不能强行退入镜内,应连同镜体一同退出,由下端取出病理组织。

3 纤维支气管镜应用后的保养

3.1 清洗

纤维支气管镜每次应用后,立即用湿纱布轻轻擦去插入管外表面污物,然后将纤维支气管镜的先端放入清洁液中,通过管道吸引5~10s,轮流吸引清洁液和空气数次,达到更好的初步清洁效果。拆下吸引控制阀、活检入口阀,用清洁毛刷彻底刷洗活检孔道和吸引管道,刷洗时必须两端见刷头,并洗净刷头上的污物。要确保凹进部分用所附或类似的清洁刷刷洗干净。然后装好防水盖,在流动水下彻底冲洗,用纱布反复擦洗镜身。

3.2 消毒

纤维支气管镜消毒的方式有手工消毒和全自动清洗消毒机消毒。全自动清洗消毒机消毒较手工消毒更简便、有效和标准,消毒效果不易受人因素为影响^[5-6]。

3.2.1 纤维支气管镜的消毒灭菌

纤维支气管镜经过手工清洗后置于全自动清洗消毒机中进行消毒。全自动清洗消毒机常采用2%碱性戊二醛或酸化水作为消毒剂。以高压流动水旋转喷淋和消毒液循环喷淋浸泡相结合,按照冲洗-酶洗-漂洗-吹干-消毒-冲洗-吹干等微电脑控制下自动完成的工序对纤维支气管镜的外壁和内道进行消毒。自动清洗消毒机的消毒时间设置^[7]:通常消毒时间 ≥ 20 min,结核分枝杆菌、其他分枝杆菌等特殊感染患者使用后的支气管镜浸泡时间 ≥ 45 min。

特别指出的是需避免将纤维支气管镜与具有尖锐边缘的物体和附件(活检钳、注射器或吸针等)一同消毒,它们会无意中损伤插入管的护套。活检钳属高度危险的侵入性医疗器械,必须一用一灭菌^[8]。活检钳使用后应立即在流动水下用毛刷刷洗钳瓣血迹及污物,然后进行灭菌。活检钳灭菌方法中首选独立包装的压力蒸汽灭菌法^[9],不耐高温的活检钳,可选用过氧化氢低温等离子体灭菌法,或选择2%碱性戊二醛浸泡10h灭菌。

3.2.2 全自动清洗消毒机的自身清洗问题

为了防止清洗消毒机因内部管腔污染而导致纤维支气管镜消毒后再次被污染,应定时进行清洗消毒机的自身清洗消毒(清洗消毒机内不放置纤维支气管镜,进行标准化消毒流程的消毒),以加强清洗消毒机的自身消毒。

3.3 毒液的质量监测

每日必须进行消毒机内2%碱性戊二醛的浓度检测(合格的戊二醛化学指示卡监测使用中消毒液的有效浓度是否符合要求)。纤维支气管镜镜身、弯曲部、先端以及各种附件每月进行1次细菌培养,纤维支气管镜消毒后细菌总数 < 20 CFU/件,不能检出致病菌,活检钳灭菌后不能检出任何微生物。

3.4 气管镜保管贮存

纤维支气管镜的贮存需选择室内温度、湿度适宜及通风、干燥的地方,避免过冷、过热、潮湿及阳光直射。最佳方案是选择纤维支气管镜储藏柜保存,将其悬挂于储藏柜内时,挂壁上应贴有海绵,不能让纤维支气管镜的先端自由摆动。处于悬挂状态时纤维支气管镜内道的水分可借重力自行滴出,从而使其保持干燥。如需将纤维支气管镜携带外出时应将其放在专用箱内。特别指出的是不要把纤维支气管镜及附件长期存放于手提箱中,因为黑暗、潮湿又不通风的环境会导致细菌繁殖,增加交叉污染的风险。

总之,纤维支气管镜应用过程中,正确的维护保养方法和严格的消毒措施,对减少纤维支气管镜故障率及预防医院感染减具有非常重要的意义。

[参考文献]

- [1] 钟瑞芬,王建国,秦德昌.支气管镜使用状况分析与故障预防措施[J].中国医学装备,2013,10(3):89-90.
- [2] 卢毅.内窥镜的结构及常见故障处理[J].中国医疗设备,2011,26(10):134-135.
- [3] Rutala WA,Weber DJ.Reprocessing endoscopes:United States perspective[J].Journal of Hospital Infection,2004,56(Suppl2):S27-39.
- [4] 贺广平.纤维支气管镜检查医院感染的临床分析[J].现代中西医结合杂志,2007,16(26):3826.
- [5] 马彩虹,谭玉娥,马莹.全自动内镜清洗消毒机临床应用体会[J].延安大学学报,2008,6(3):119.
- [6] 余义芬,晏中锦,卢丹萍.全自动内镜清洗消毒机与戊二醛对消化内镜的清洗消毒效果比较[J].护理实践与研究,2010,7(19):61-62.
- [7] 夏利萍,王固新,刘晓艳,等.支气管镜室控制医院感染的管理[J].中华医院感染学杂志,2009,19(13):1691-1692.
- [8] 中华人民共和国卫生部.内镜清洗消毒技术操作规范[S].中国护理管理,2004,4(3):11-12.
- [9] 施萍,张骅.纤支镜活检钳三种包装消毒方法的应用与比较[J].临床肺科杂志,2011,16(1):145-147.

政策法规

食品药品监管总局发布《医疗器械生产质量管理规范》

为加强医疗器械生产监督管理,规范医疗器械生产质量管理,进一步保障公众用械安全有效,根据新发布的《医疗器械监督管理条例》和《医疗器械生产监督管理办法》,国家食品药品监督管理总局组织对《医疗器械生产质量管理规范(试行)》进行了修订,修订后的《医疗器械生产质量管理规范》(以下简称《规范》)于2014年12月12日经国家食品药品监督管理总局第17次局长办公会审议通过,于12月29日公告发布,自2015年3月1日起施行。

修订后的《规范》共十三章八十四条,要求医疗器械生产企业按照《规范》建立健全质量管理体系,并规定了机构与人员、厂房与设施、设备、文件管理、设计开发、采购、生产管理、质量控制、销售和售后、不合格品控制、不良事件监测、分析和改进等方面的内容。

为做好全面实施《规范》工作,结合《规范》的发布,国家食品药品监督管理总局还将根据无菌、植入性医疗器械以及定制式义齿等不同类别医疗器械生产的特殊要求,制定细化的具体规定,同时加快医疗器械监督检查员队伍能力建设,提高监管人员的能力和水平,为《规范》实施打好基础,进一步提升医疗器械生产企业质量保证水平。

食品药品监管总局发布《医疗器械经营质量管理规范》

为加强医疗器械经营质量管理,规范医疗器械经营行为,保障公众用械安全有效,根据新发布的《医疗器械监督管理条例》和《医疗器械经营监督管理办法》,国家食品药品监督管理总局制定了《医疗器械经营质量管理规范》(以下简称《规范》)。经国家食品药品监督管理总局2014年第16次局长办公会议审议通过,于12月12日公告发布,自发布之日起施行。

《规范》共九章六十六条,要求医疗器械经营企业按照《规范》建立健全质量管理体系,在医疗器械采购、验收、贮存、销售、运输、售后服务等环节采取有效的质量控制措施,保障经营过程中的质量安全。

为做好全面实施《规范》工作,结合《规范》的发布,国家食品药品监督管理总局还将加快医疗器械监督检查员队伍能力建设,提高监管人员的能力和水平,为《规范》实施打好基础,进一步提升医疗器械经营企业质量保证水平。

本社动态

湖北省生物医学工程学会生物医学仪器专业委员会2014年学术年会顺利召开

湖北省生物医学工程学会于1980年7月在武汉成立,1992年1月经省民政厅登记取得社团主体资格。学会现任理事长是武汉大学副校长兼武汉大学人民医院院长黄从新教授,副理事长兼秘书长是武汉大学人民医院党委书记唐其柱教授,学会现挂靠武汉大学人民医院,业务主管单位是省科学技术协会。

生物医学仪器专业委员会是湖北省生物医学工程学会下属的分会之一,是从事生物医学仪器管理、研究、教学的工作者自愿结成并依法登记成立的学术性群众团体,是具有公益性、非营利性的社会组织,是湖北省生物医学工程学会的一个重要组成部分,是推动湖北地区生物医学仪器专业发展的主要社会力量。专委会一直贯彻的宗旨是:团结和动员广大从事生物医学仪器管理、研究、教学、生产的工作者,认真执行党的路线、方针和政策,严格遵守国家的法律和法规,崇尚社会道德;坚持实事求是、开拓创新、与时俱进的科学精神;弘扬“尊重知识,尊重人才”的风尚;积极倡导“献身、创新、求实、协作”的精神;促进产、学、研、用之间的信息沟通和科研协作,大力开展学术讨论与交流;为推动生物医学工程学科和民族医疗器械的发展作出贡献。

2014年12月13日,湖北省生物医学工程学会生物医学仪器专业委员会2014年学术年会在“帝王之地,长寿之乡”钟祥隆重召开。会议由湖北省生物医学工程学会生物医学仪器专业委员会主办,武汉大学人民医院承办,武汉大学人民医院钟祥医院协办。来自全省各会员单位代表、专家顾问、委员及特邀嘉宾等170余人参加了会议。会议由龚超主委致开幕词,回顾了自2012年12月襄阳学术年会召开以来,专委会两年一次年会周期的主要工作,并向参会代表介绍了此次学术年会前期筹备工作的相关情况,包括常委会上讨论的人事变动、论文征集及其评奖、“产学研用”平台建设和学科建设与发展等方面的问题。与会者深深感受到专委会全心全意为会员服务,积极推动学科产业发展的自信和决心。

开幕式上还宣布了聘请专委会顾问和委员的决议,并向武汉大学中南医院设备处副处长邓力、华中科技大学同济医学院附属协和医院设备处副处长苏敏和十堰市太和医院医学工程科科长陈绵康三位新晋常委颁发聘书。《中国医疗设备》杂志社宜昌编辑部主任、宜昌市医工分会主委、宜昌市第一医院设备科科长胡世辉,GE公司亚太地区高级

培训师周本凌，华中科技大学生物医学工程系教授尉迟明，华中科技大学同济医学院附属协和医院生物医学工程实验室主任刘胜林分别作了专题报告。来自武汉、襄阳、宜昌和荆州四个地区的设备科科长和工程师们与大家进行技术交流。会上，专委会主委、武汉大学人民医院钟祥医院院长龚超代表专委会为本次年会优秀论文获奖者颁发了证书和奖杯。专委会还特别向广州军区武汉总医院医学工程科和宜昌市中心人民医院设备科颁发了“团体论文组织奖”。



会议现场



获奖证书颁发仪式

专委会副主委兼秘书长、武汉大学人民医院设备处副处长杨东明作大会总结，他用了“精彩圆满”四个字集中概括了大会的总体情况。对作专题报告的各位专家们给予了高度的评价，还对张冀、聂娟娟、熊昌蓉等工程师精心准备的内容给予了充分的肯定，对于几位年轻设备科长的精彩表现他更是赞不绝口。他鼓励大家继续努力专研，用心思考，储备技能，为下一次年会的召开作好充分的准备。会议期间，专委会领导、专家教授和广大参会代表济济一堂，共同探讨，广泛交流。会议内容和组织形式得到了与会代表的一致好评。

美国FDA新批准医疗器械选介

Protégé GPS自膨式外周血管支架系统

美国 ev3 公司生产的 Protégé GPS 自膨式外周血管支架系统 (Protégé GPS Self-Expanding Peripheral Stent System) 已于 2015 年 1 月 21 日由 FDA 获准进入美国市场。该产品是一种细长且具有弹性的网状金属管，可植入动脉中向骨盆及下肢供血。该系统由支架和输送系统两部分组成。其中的支架部分系一种由钛镍合金制成的植入物，并使用激光将其切割为网状。使用时需将支架部分置于一根细长型的管状设备——传输导管之中。

Protégé GPS 自膨式外周血管支架系统的工作原理如下：首先通过腹股沟血管将一根尾部带有瘪气囊的导管置入患者体内，并使其在血管内向前移至髂动脉的狭窄处；导管尾部的气囊会在动脉狭窄处膨胀，推挤此处的斑块，对动脉壁施以压力，从而达到疏通动脉的目的（即气囊血管成形术）。接着需要将气囊与导管从患者体内移除，使 Protégé GPS 自膨式外周血管支架及其传输系统由同一血管进入患者体内，并移至疏通的动脉中。待支架到达动脉并在阻塞部位自动扩张后方可收回支架外层的护套，释放支架。此时应将放置支架用的导管移除。本产品中的支架部分系置入髂动脉的永久性植入物，对重获畅通的血管起到支持作用。

该支架系统可用以治疗因动脉粥样硬化引发的髂动脉狭窄。动脉粥样硬化即聚集的脂肪类物质沿动脉血管内层所形成的斑块。在被放置到正确的位置后，支架将使髂动脉的狭窄处保持畅通，改善骨盆与下肢的供血状况。

通常而言，不宜接受球囊血管成形手术治疗的同样也不在支架置入手术适用人群的考虑范围内。Protégé GPS 自膨式外周血管支架不适用于下述任一情形：禁用具有血液稀释作用或抑制血栓形成药物的患者；已知对支架中的金属过敏的患者；阻塞处血管无法使气囊完全膨胀或无法使支架被放置于适当位置的患者。

Melody经导管肺动脉瓣膜与Ensemble经导管瓣膜输送系统

由美敦力公司 (Medtronic, Inc.) 出品的 Melody 经导管肺动脉瓣膜与 Ensemble 经导管瓣膜输送系统 (Melody Transcatheter Pulmonary Valve and Ensemble Transcatheter Valve Delivery System) 于 2015 年 1 月 27 日获得了美国 FDA 上市前批准。Melody 经导管肺动脉瓣膜是一种人工心脏瓣膜，由牛颈静脉瓣膜缝合在小型金属框架上而制成。Ensemble 经导管瓣膜输送系统是一种中空的细长型导管，用以在心脏跳动的情况下，将 Melody 经导管肺动脉瓣膜输送至心脏。本产品在使用时无需行心脏直视手术。

Melody 经导管肺动脉瓣膜的工作原理如下：首先将本产品压缩置于传输导管尾部的瘪气囊上，并通过腹股沟血

管将导管置入患者体内，使 Melody 经导管肺动脉瓣膜在血管中前移至病变肺动脉瓣膜处。导管尾部的气囊会在此膨胀，释放 Melody 经导管肺动脉瓣膜。此时需从患者体内移除气囊与导管。Melody 经导管肺动脉瓣膜则立即成为新的肺动脉瓣。

出生即具有心脏缺陷的患者通常需要接受肺动脉瓣导管（一种连接心脏与肺的带瓣人工血管）置换手术，从而矫正心脏缺陷。随着时间的推移，导管会变得狭窄或出现渗漏，此时需要进行更换。而 Melody 经导管肺动脉瓣膜可用于修复发生病变的导管。出生即具有心脏缺陷的患者一生中往往需要接受数次手术，矫治其心脏缺陷。通过使用 Melody 经导管肺动脉瓣膜可延长患者需要再次进行心脏直视手术的时间，还能够减少患者所需进行心脏直视手术的总次数。

目前，该产品尚未有任何已知的禁忌症。心脏医生可帮助患者判断其是否适用于 Melody 经导管肺动脉瓣膜。

译：叶宁

CFDA 医疗器械召回公告选介

株式会社 日立医疗器械对“数字化彩色超声波诊断装置”中的“无菌穿刺适配器”主动召回

日立医疗（广州）有限公司于 2015 年 1 月 5 日报告，由于部分“无菌穿刺适配器”产品在生产工序中遗漏了密封作业，产品存在潜在的安全问题，株式会社 日立医疗器械对其生产的“无菌穿刺适配器”进行主动召回，召回级别为 II 级。涉及产品的型号、规格及批次等详细信息见 <http://www.sfda.gov.cn/WS01/CL0861/112980.html>

飞利浦（中国）投资有限公司对麻醉机主动召回

飞利浦（中国）投资有限公司报告，患者气道连接至麻醉机并接受机械通气时，在施用容量控制模式下，若患者有大的自主呼吸动作，而且该次自主呼吸发生在容量控制期间并且呼吸机的吸气流速高于 4.5 L/min，这种情况下患者的自主呼吸可能生成一个较高的负气道压，患者生成的流速越高，负气道压产生的风险越大，这可能导致患者感觉不适。Dameca A/S 对涉及产品实施主动召回。召回级别为 II 级。涉及产品的型号、规格及批次等详细信息见 <http://www.sfda.gov.cn/WS01/CL0861/113163.html>

美敦力（上海）管理有限公司对神经刺激系统、神经刺激器主动召回

美敦力（上海）管理有限公司报告：采用某些参数设置启用循环刺激时，可能会缩短刺激器的电池寿命；此外，当循环刺激功能被启用时，N' Vision® 临床医师用程控仪上显示的估计寿命可能不准确。Medtronic Inc. 主动召回相关产品，召回级别为 II 级。涉及产品的型号、规格及批次等详细信息见 <http://www.sfda.gov.cn/WS01/CL0861/113165.html>

飞利浦医疗（苏州）有限公司对数字化医用 X 射线摄影系统 DuraDiagnost 主动召回的报告

飞利浦医疗（苏州）有限公司报告，由于螺母不恰当安装可能会导致球管组件、探测器盒脱落或床面板晃动等原因，飞利浦医疗（苏州）有限公司对其生产的数字化医用 X 射线摄影系统 DuraDiagnost [注册号：苏食药监械（准）字 2013 第 2310215 号、苏食药监械（准）字 2013 第 2301194 号、苏食药监械（准）字 2013 第 230610 号] 主动召回。召回级别为 II 级。涉及产品的型号、规格及批次等详细信息见 <http://www.sfda.gov.cn/WS01/CL0861/113280.html>

来源：CFDA 网站

中国医疗设备

China Medical Devices (原名: 医疗设备信息, 吴阶平题)

中国科技核心期刊
中华医学会医学工程学分会会刊

读者 订阅卡

《中国医疗设备》月刊, 160页, 大16开, 精美印刷

国内统一刊号: CN11-5655/R 国际标准刊号: ISSN1674-1633 邮发代号: 82-555
单价32元/本, 全年定价384元/12期, 免费邮寄

2015年《中国医疗设备》杂志订阅

订阅人: _____ 单位名称: _____
详细地址: _____
邮政编码: _____ 联系电话: _____
E-mail: _____ 传真号码: _____
 订阅全年12个月384元
订阅____年 第____期 至____年 第____期
订阅____份 共____百____拾____元整
是否需要开发票: 需要 不需要 发票抬头: _____

邮局汇款

收款人: 《中国医疗设备》杂志社
收订地址: 北京市顺义区竺园路12号院天竺综合保税区泰达科技园7号楼
邮政编码: 101312

银行汇款

开户名称: 《中国医疗设备》杂志社
银行帐号: 3259 6224 5865
开户银行: 中行北京空港支行

裁切线



www.China-cmd.org

请填写以上订阅表, 通过邮寄发回或传真至: 010-57065699
或者发送电子邮件至: cme_is@126.com



发行部

地址: 北京市顺义区竺园路12号院天竺综合保税区泰达科技园7号楼
电话: 010-57065632
传真: 010-57065699

读者有奖调查表

亲爱的读者：

您好！

非常感谢您长期以来对《中国医疗设备》的支持与厚爱，为帮助我们办得更好，我们殷切地希望您能在百忙之中完成此项调查并反馈给本刊，我们将对您的意见和建议进行认真分析，并在今后的办刊过程中做出相应改进，以便能更好地为您服务。在此，对于您给予的支持我们表示衷心的感谢！

请您将完成的调查表邮寄或者传真至本刊编辑部。

邮寄地址：北京市顺义区竺园路12号院天竺综合保税区泰达科技园7号楼（邮编101312）《中国医疗设备》编辑部 收
传 真：010-5706 5699

一、发行与传播情况

- 1.您获取本刊的方式是：自费订阅 公费订阅 图书馆查阅 同行推荐 网络 专业会议 其它 (请注明：_____)
- 2.您是否订阅本刊：是 否 订阅的时间：≤1年 ≤2年 3~5年 >5年
- 3.您单位的图书馆(资料室)是否订有本刊：是 否
- 4.您自己或单位常订阅的有关医疗设备内容的杂志是：
① _____ ② _____
③ _____ ④ _____
- 5.据您所知，您周围还有多少其他同事阅读本刊：没有 1~3人 4~6人 6人以上
- 6.影响您订阅本刊的主要因素是：订阅不方便 不能准时得到 刊物对您意义不大 其它 (请注明 _____)

二、从读者角度评价

- 1.您对本刊总体满意度：非常满意 比较满意 一般 不太满意 非常不满意
- 2.您阅读本刊的目的是：了解最新进展 解决实际问题 了解行业的最新信息 其它 (请注明 _____)
- 3.您喜欢阅读本刊的哪些内容：
专栏 研究论著 医院数字化 质量控制 综述 科学管理
临床工程 设备运行与保障 临床影像技术 系列讲坛 环球视野
企业之窗 资讯 外刊摘要
- 4.您认为本刊在坚持办刊宗旨方面做得：好 较好 一般 较差
- 5.您认为本刊整体上：
信息量 较大 一般 较少 很少
学术性 较强 一般 较差 很差
时效性 较快 一般 较慢 很慢
发表周期 较短 一般 较长 很长
印刷装帧 较好 一般 较差 很差
- 6.您认为本刊还有哪些方面需要改进：（可多选）
专题 内容 版面 文字差错 编读互动 印刷质量 广告 发行 其它 (请注明：_____)
- 7.请列出一个您最感兴趣并希望阅读的专题：

三、从作者角度评价

- 1.您是否给本刊投稿：是 否 较多 较少
- 2.影响您向本刊投稿的因素是：
您的工作与本刊的内容范围不对口 版面费不合适 刊出周期太长 投稿的“门槛”太高
- 3.在您同编辑部联系过程中，您认为编辑部的整体服务质量：较好 一般 较差

四、请您向本刊提出宝贵的意见和建议