

融合医学与工程 服务医疗与设备

ISSN1674-1633
CN11-5655/R

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》执行优秀奖期刊奖
· 中国生物医学学期刊全文数据库 (CMCI) 收录
· 中国期刊全文数据库 (CJED) 全文收录
· 中国科技论文与引文数据库 (CSTPCD) 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——医学电阻抗成像的研究 (第一期)

基于强扰动目标的电阻抗断层成像补偿方法研究
用于电阻抗断层成像的脑部三层有限元模型构建与仿真
基于2D电阻抗成像的位置误差和相对数量指数的后处理方法
一种手持式阻抗血流图检测系统的设计
基于L1-L1范数的电学层析成像静态成像算法

◎ 研究论著

基于电阻抗成像技术实时监测小猪肺出血模型的实验研究
医用电气设备听觉报警信号特征检测方法研究
基于六轴飞行器的多功能搜救系统的研制

◎ 临床影像技术

多层螺旋CT小肠造影与肠胶囊内镜联合应用对小肠常见肿瘤的术前评估价值
256层螺旋CT动态容积扫描在烟雾病诊断中的应用价值
腱鞘巨细胞瘤的MRI诊断要点分析

◎ 综述

PET/CT检查中自动毫安技术的研究进展
PET/MR衰减校正技术的研究进展



7

2015 VOL.30 No.07, 2015
年 第30卷 第07期

ISSN 1674-1633



专栏——医学电阻抗成像的研究（第一期）

基于强扰动目标的电阻抗断层成像补偿方法研究	徐灿华 等	1
用于电阻抗断层成像的脑部三层有限元模型构建与仿真	徐灿华 等	5
基于 2D 电阻抗成像的位置误差和相对数量指数的后处理方法	何 为 等	8
一种手持式阻抗血流图检测系统的设计	夏军营 等	13
基于 L1-L1 范数的电学层析成像静态成像算法	王 超 等	16

研究论著

基于电阻抗成像技术实时监测小猪肺出血模型的实验研究	代 萌 等	19
医用电气设备听觉报警信号特征检测方法研究	王 权 等	22
基于六轴飞行器的多功能搜救系统的研制	杜 凯 等	25
微型智能手术照明摄像机的研制	汤 博 等	28
基于 Eclipse RCP 技术的 0.5T 磁共振成像仪控制和数据处理软件系统开发	陈东山 等	30
无创呼吸机湿化器液体防回流装置的设计	赵 蕾 等	33

临床影像技术

多层螺旋 CT 小肠造影与肠胶囊内镜联合应用对小肠常见肿瘤的术前评估价值	王东旭 等	36
256 层螺旋 CT 动态容积扫描在烟雾病诊断中的应用价值	高 青 等	40
腱鞘巨细胞瘤的 MRI 诊断要点分析	周新韩 等	43
3.0T 磁敏感加权成像在诊断出血性脑梗死中的临床应用	陈志章	47
彩色多普勒超声在评估非酒精性脂肪肝患者颈动脉病变中的应用价值	于珊珊	51
经食道及经胸超声检测房颤患者左心耳血栓的对比研究	李向农 等	54
儿童腹部炎性肌纤维母细胞瘤 22 例 CT 表现及病理对照	骆 佳 等	57
多层螺旋 CT 低张充气增强扫描在结肠癌诊断及术前分期中的应用价值	赵全泽	60
DR 双能量减影技术在急诊胸腹部外伤诊断中的应用价值	商雪林 等	63
CTA 点征对急性高血压脑出血患者血肿扩大的预测价值分析	王淑英	66
声触诊组织量化技术联合剪切波弹性成像技术在乳腺恶性肿瘤诊断中的应用	郭丽艳 等	69

综述

PET/CT 检查中自动毫安技术的研究进展	王 猛 等	72
PET/MR 衰减校正技术的研究进展	高 艳 等	75
DICOM 数据用于 3D 打印的方法研究及实现	王 磊 等	79
骨科医疗纠纷的统计与分析	丁英茹 等	82

医院数字化

基于 WADO 的医学影像浏览系统研究与设计	梁炳进 等	85
传染病现场防控装备效能评估系统设计与实现	张新雷 等	89
基于数字网络通讯技术的数字化手术示教系统	杨新光 等	93
掌上挂号系统的设计与实现	孔帆帆 等	96
基于“军卫一号”人力资源管理系统的设计与实现	张文峰 等	99
便携式健康体检信息采集系统的研制与应用	刘 侃 等	101
我院门诊医生出诊管理系统的设计与实现	洪瑞安 等	104

临床工程

加速器治疗床 T 板加热装置的研制与临床应用	钱建升 等	106
医用分子筛制氧机能耗分析	杨 斌 等	109
口腔 COPT 与 CBCT 对受检者的体表辐射剂量对比	张立新 等	112
数字心电图机计量检定探讨	田晓东 等	115
无创 BiPAP 呼吸机在阻塞性睡眠呼吸暂停综合征治疗中的应用	林建良 等	118
多功能可调式治疗盘的设计	吴明慧 等	121
教学用双向关节角度测量器的设计与应用	李 岩 等	123
覆膜食管支架的临床疗效评价	何 山 等	125

质量控制

质量控制检测在血液净化设备预防性维护中的作用探讨	董 灿 等	128
监护仪应用安全和质量控制体系之实践	沈国理 等	131

科学管理

检验标本闭环管理系统的设计与实现	王忠庆 等	134
PET/CT 中心建设的场地选址与布局设计分析	陈悦欢 等	137
放疗中心安全防护与放疗质量控制的规范化管理探讨	曾 彪 等	139
从对医疗机构在用设备的抽验探讨医疗设备的管理	张 喆 等	142
基于 RBRVS 的手术绩效管理系统的研究与设计	刘 博 等	145
数字化自动输液管理系统在 ICU 应用的效果评价	叶碧玲 等	148
医院信息系统的应急建设与策略及安全管理	沈 崑 等	150
医院信息系统建设项目中的人力资源管理	吴新跃	153
医疗设备固定资产分类及信息化管理方法	向 华 等	156
短信报警系统在医疗设备管理中的应用	徐可伟	159
基于风险评估建立医疗设备预防性维护周期	张 鹏	161
基于安卓系统智能电视的病人一览表系统	胡桂平 等	163
PDCA 在医学装备管理中的应用	陈曼珊	165
医院物资管理存在的问题和解决方法	孙文芳 等	167

设备运行与保障

西门子 VX Plus DR 故障维修两例及语言设置	刘志涛 等	169
百胜 C-Scan 四肢关节磁共振故障维修三例	辛志坚 等	171
新华 XGLDWF-1.5B 脉动真空灭菌器维修 6 例	李 军	173
珠海和佳微波治疗仪的电路分析和维修	韦文武	175
飞利浦 DR 常见故障分析与维修	王晓明 等	177

企业之窗

		179
--	--	-----

环球视野

		180
--	--	-----

资讯

		182
--	--	-----

FEATURES—— Research on Medical Electrical Impedance Tomography(Part 1)

A Compensation Method for Strong-Perturbation-Target-Based EIT	<i>XU Can-hua, et al.</i>	1
Construction and Simulation of a 3D Brain Finite Element Model for Electrical Impedance Tomography	<i>XU Can-hua, et al.</i>	5
A Post-Process Method for 2D-EIT-Based Position Error and Relative Quantity Index	<i>HE Wei, et al.</i>	8
Design of a Hand-Held Impedance Rheography Detection System	<i>XIA Jun-ying, et al.</i>	13
Electrical Tomography Static Reconstruction Algorithms Based on L1-L1 Norm	<i>WANG Chao, et al.</i>	16

RESEARCH WORK

Experiment Study on EIT-Based Real-Time Monitoring of the Little Pig Pulmonary Hemorrhage Model	<i>DAI Meng, et al.</i>	19
Research on the Detection Methodology for Audible Alarming Signals of Medical Electrical Equipment	<i>WANG Quan, et al.</i>	22
Development of a Multi-Functional Search and Rescue System Based on the Six-Rotor Helicopter	<i>DU Kai, et al.</i>	25
Development of a Micro Intelligent Surgery Lighting Camera	<i>TANG Bo, et al.</i>	28
Development of a 0.5T MRI Scanner Control and Data Processing Software Based on Eclipse RCP	<i>CHEN Dong-shan, et al.</i>	30
Design of a Non-Invasive Ventilator Humidifier Liquid Backflow Prevention Device	<i>ZHAO Lei, et al.</i>	33

CLINICAL IMAGING TECHNOLOGY

Effectiveness of Combination of MSCTE and BCE in Pre-Operative Assessment of SITs	<i>WANG Dong-xu, et al.</i>	36
Application Value of 256-Slice Spiral Dynamic Volume CT in Diagnosis of Moyamoya Disease	<i>GAO Qing, et al.</i>	40
Analysis of the Effectiveness of MRI in Diagnosis of Giant Cell Tumor of Tendon Sheath	<i>ZHOU Xin-han, et al.</i>	43
Clinical Application of 3.0T SWI in Diagnosis of Hemorrhagic Cerebral Infarction	<i>CHEN Zhi-zhang</i>	47
Application Value of Color Doppler Ultrasound in Evaluation of CAD in Patients with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease	<i>YU Shan-shan</i>	51
Comparative Study on the Effectiveness of Trans-Esophageal Echocardiography and Trans-Thoracic Echocardiography in Detection of Left Atrial Appendage Thrombus in Atrial Fibrillation Patients	<i>LI Xiang-nong, et al.</i>	54
CT Findings and Pathological Comparisons of 22 Cases of Children with Abdominal Inflammatory Myofibroblastic Tumor	<i>LUO Jia, et al.</i>	57
Application Value of MSCT Hypotonic Enhanced Scanning in Diagnosis and Pre-Operative Staging of Colorectal Cancers	<i>ZHAO Quan-ze</i>	60
Effectiveness of Application of the DES-DR Technique in Diagnosis of Chest and Abdominal Emergency Trauma	<i>SHANG Xue-lin, et al.</i>	63
Analysis of the Application Value of CTA Spot Signs in Prediction of Hematoma Expansion in Patients with Acute Hypertensive ICH	<i>WANG Shu-ying</i>	66
Application of Combination of VTQ and SWE in Diagnosis of Benign and Malignant Breast Cancers	<i>GUO Li-yan, et al.</i>	69

REVIEW

Advances in Development of Automatic Tube Current Modulation in PET/CT Imaging	<i>WANG Meng, et al.</i>	72
Advances in Development of PET/MR Attenuation Correction Technology	<i>GAO Yan, et al.</i>	75
Study and Implementation of Three Dimensional Printing of DICOM Data	<i>WANG Lei, et al.</i>	79
Statistics and Analysis of Medical Disputes in the Department of Orthopedics	<i>DING Ying-ru, et al.</i>	82

DIGITALIZED HOSPITAL

Study and Design of a Medical Image Viewing System Based on WADO	<i>LIANG Bing-jin, et al.</i>	85
Design and Implementation of an Effectiveness Evaluation System for Field Infectious Disease Prevention and Control Equipment	<i>ZHANG Xin-lei, et al.</i>	89
A Digital Operation Teaching System Based on Digital Network Communication Technology	<i>YANG Xin-guang, et al.</i>	93
Design and Implementation of a Mobile Registration System	<i>KONG Fan-fan, et al.</i>	96
Design and Realization of a HR Management System Based on No.1 Military Medical Project	<i>ZHANG Wen-feng, et al.</i>	99
Development and Application of a Portable Health Examination Information Acquisition System	<i>LIU Kan, et al.</i>	101
Design and Implementation of an Outpatient-Visiting Management System for Physicians in the Hospital	<i>HONG Rui-an, et al.</i>	104

CLINICAL ENGINEERING

Development and Clinical Application of a T-Plate Heating Device for the Medical Accelerator Treatment Table	<i>Qian Jian-sheng, et al.</i>	106
Energy Consumption Analysis of the Medical Molecular Sieve Oxygen Generator	<i>YANG Bin, et al.</i>	109
Comparative Study on Patient Surface Radiation Doses of Oral COPT and CBCT	<i>ZHANG Li-xin, et al.</i>	112
Discussion on Metrological Verification of Digital ECG	<i>TIAN Xiao-dong, et al.</i>	115

Application of the Non-Invasive BiPAP Respirator in Treatment of OSAS	LIN Jian-liang, et al.	118
Design of a Multi-Functional Adjustable Treatment Plate	WU Ming-hui, et al.	121
Design and Application of a Teaching Two-Way Joint Angle Measurement Device	LI Yan, et al.	123
Clinical Application of the Membrana Tectoria Esophageal Stent in ETF Patients	HE Shan, et al.	125
QUALITY CONTROL		
Exploration of the Role of Quality Control Detection in Preventive Maintenance of Blood Purification Equipment	DONG Can, et al.	128
Practice of the Monitor Application Safety and Quality Control System	SHEN Guo-li, et al.	131
SCIENTIFIC MANAGEMENT		
Design and Implementation of a Closed Loop Management System for Laboratory Specimens	WANG Zhong-qing, et al.	134
Analysis of Site Selection and Layout Design in Construction of PET/CT Center	CHEN Yue-huan, et al.	137
Research on Standardized Management of Radiation Security Protection and Radiation Quality Control in Large Radiotherapy Centers	ZENG Biao, et al.	139
Discussion on Medical Equipment Management from the Perspective of Sampling Inspection of In-use Medical Equipment in Medical Institutions	ZHANG Zhe, et al.	142
Research and Design of an Operation Performance Management Information System Base on Resource Based Relative Value Scale	LIU Bo, et al.	145
Evaluation of the Application Effectiveness of a Digital Automatic Infusion Management System in ICU	YE Bi-ling, et al.	148
Emergency Construction, Strategies and Security Management of HIS	SHEN Kun, et al.	150
Human Resource Management in the HIS Construction Project	WU Xin-yue	153
Classification and Informatization Management Methods for Medical Equipment Fixed Assets	XIANG Hua, et al.	156
Application of the SMS Alarming System in Medical Equipment Management	XU Ke-wei	159
Establishment of a Medical Equipment Preventive Maintenance Cycle Based on Risk Assessment	ZHANG Peng	161
The Android-Smart-TV-Based Patient List System	HU Gui-ping, et al.	163
Application of PDCA in Medical Equipment Management	CHEN Man-shan	165
Problems in Hospital Resource Management and Relevant Solutions	SUN Wen-fang, et al.	167
OPERATION & GUARANTEE FOR INSTRUMENTS		
Two Troubleshooting Cases of Siemens VX Plus DR and Relevant Language Settings	LIU Zhi-tao, et al.	169
Three Troubleshooting Cases of Baisheng C-Scan Limb Joints MRI	XIN Zhi-jian, et al.	171
Six Maintenance Cases of Xinhua XGLDWF-1.5B Pulsation Vacuum Sterilizer	LI Jun	173
Circuit Analysis and Troubleshooting of Zhuhai Hokai Microwave Therapeutic Apparatus	WEI Wen-wu	175
Analysis and Troubleshooting of Common Malfunctions of Philips DR	WANG Xiao-ming, et al.	177
WINDOWS ON COMPANY		179
GLOBAL PERSPECTIVE		180
NEWSCLIPS		182

专栏——医学电阻抗成像的研究（第一期）

编者按：20世纪以来，CT、MRI、PET等医学成像技术和设备的发展使得临床医学诊断水平有了跨越式的提升。但是目前的成像技术并不能满足临床诊断治疗的需求，无法实时动态监测体内病灶的发展变化和活体状态下的生物过程，于是诞生了电阻抗成像和分子成像研究。我国第四军医大学、天津大学、重庆大学和医学科学院生物医学工程研究所等研究团队一直坚持电阻抗成像研究，在颅脑电阻抗实时动态图像监测方面达到国际领先水平，率先进入临床研究。在胸腹部电阻抗成像与乳腺电阻抗成像方面也达到了国际先进水平。在《中国医疗设备》杂志社的倡导和大力支持下，特组织本专栏介绍我国的研究进展。



栏目主编：董秀珍

董秀珍，第四军医大学教授，博士生导师。我国知名生物医学工程专家，一直走坚持交叉创新的学术道路。在我国我军率先创立了军事生物医学工程学科方向，组织实施了生物雷达、伤员图像监护、高原抗缺氧等军事特色鲜明、军民两用的科研方向。率先提出床旁电阻抗断层动态图像监护和电阻抗扫描动态成像检测乳腺癌的原始创新科研方向，带领团队不怕寂寞、刻苦攻关，取得关键突破，不仅在学术上达到国际领先水平，而且有望开辟图像监护的新兴医疗器械产业方向，为我国生物医学工程和医疗器械产业作出贡献。

基于强扰动目标的电阻抗断层成像补偿方法研究

A Compensation Method for Strong-Perturbation-Target-Based EIT

徐灿华，陈荣庆，代萌，杨滨，
杨琳，夏军营，刘本源，史学涛，
尤富生，董秀珍，付峰
第四军医大学 生物医学工程学院，
陕西 西安 710032

[摘要] 在电阻抗成像技术应用于临床的过程中，准确判断目标阻抗扰动变化程度至关重要。目前大多数动态电阻抗成像算法都以目标扰动较小为前提，采用线性化方法进行求解，使得在强扰动的情况下，重构结果中扰动目标阻抗变化与实际阻抗变化之间存在很大误差，无法准确判断扰动目标实际阻抗变化程度，特别是强扰动目标的实际阻抗变化程度。针对这一问题，本文提出了一种基于强扰动目标的电阻抗成像算法。首先，通过对重构算法的研究分析，确定了线性化所引入的误差来源；其次，借助仿真模型，确定了实际情况下扰动目标的电阻抗值与重构电阻抗变化值之间的对应关系；然后，根据已得的对应关系，提出了对数化后的补偿修正方法；最后，开展仿真实验验证了算法的有效性。仿真结果表明，本文方法可以减小重构阻抗变化与实际阻抗变化之间的误差，很好地实现强扰动目标的重构，为将来临床应用中准确判断目标阻抗扰动变化程度打下了基础。

[关键词] 阻抗断层成像；强扰动目标；数据补偿

Abstract: In clinical research of EIT (Electrical Impedance Tomography), it was important to evaluate the change degree of target resistance perturbation. At present, most of the EIT reconstruction algorithms were developed using linearized techniques based on the assumption that the impedance change of target perturbation was small. Therefore, if the impedance change of target perturbation was large, the reconstruction result might produce great errors between the reconstructed value and the actual value, which made it difficult to evaluate the precise value of target perturbation, especially for strong perturbation. In view of this problem, the paper proposed a compensation method for strong-perturbation-target-based EIT. Through study and analysis of reconstruction algorithms, the source of the error in linearization method was identified firstly. Then, the correlation between the actual value and reconstructed value of perturbation targets was established through simulation models, based on which

XU Can-hua, CHEN Rong-qing,
DAI Meng, YANG Bin,
YANG Lin, XIA Jun-ying,
LIU Ben-yuan, SHI Xue-tao,
YOU Fu-sheng,
DONG Xiu-zhen, FU Feng
School of Bio-Medical Engineering,
The Fourth Military Medical University,
Xi'an Shaanxi 710032, China

a logarithmic correction and compensation method was introduced. Finally, a simulation experiment was conducted to verify the accuracy of the method. The simulation results showed that the method could effectively reduce the errors between the reconstructed value and the actual value and realize the reconstruction of strong perturbation targets, which laid a foundation for accurate identification of target resistance perturbation changes in further clinical application.

Key words: electrical impedance tomography; strong perturbation targets; data compensation

[中图分类号] TM934.7 [文献标志码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.001
[文章编号] 1674-1633(2015)07-0001-04

0 前言

电阻抗成像技术(Electrical Impedance Tomography, EIT)在人体表面布置一圈电极,通过施加微弱的电流激励并测量其对应的电压信号,重构出人体内部的电阻抗分布,具有便携、快速成像、功能成像等特点^[1]。目前,EIT在人体肺功能监护、脑血管疾病的实时监测以及腹部透析和胃排空监测等方面具有重要的临床应用价值,许多研究小组根据不同的应用开展了深入的研究^[2-3]。在电阻抗成像技术应用于临床的过程中,准确判断目标阻抗扰动变化程度至关重要。

自1983年英国Sheffield大学的Barber教授等^[4]提出反投影电阻抗成像算法起,大多数动态电阻抗成像算法都以目标扰动较小为前提,采用线性化方法进行求解,得到接近于精确解的近似解。这种处理方法相较于迭代计算,具有计算简单、速度快等优点^[5-6]。但也会带来一些问题,特别是在要重构的扰动目标非常强的情况下,使得重构结果中扰动目标阻抗变化与实际阻抗变化之间存在很大误差,无法准确判断目标实际阻抗扰动变化程度。从人体常见的活性组织电阻率测量结果来看,导电性好的脑脊液和导电性差的骨密质的电阻抗存在数量级的差别,因此,在实际临床应用中,会存在强扰动目标重构问题。这种情况违背了成像算法目标扰动较小的前提,使得难以判断目标阻抗扰动变化程度。

针对这一问题,需要进行相关的补偿。针对算法的修正和补偿,本课题组前期提出了反正切补偿方法^[7],但是该方法主要是为了提高算法的抗干扰能力,使得在正常情况下,反投影重建结果基本不变,而存在干扰时,异常的数据会因反正切的数学变换受到大大压缩,对干扰起到一定抑制作用。这种反正切补偿方法虽然可以抑制干扰,但是同样也会对要重构的强扰动目标进行抑制,无法完成强

扰动目标的重构。目前,针对强扰动目标的电阻抗断层成像补偿方法鲜见报道。

基于上述背景,本文研究一种基于强扰动目标的电阻抗断层成像补偿方法,减小重构阻抗变化与实际阻抗变化之间的误差,很好地实现强扰动目标的重构,为后续的临床研究打下基础。

1 材料与方法

1.1 电阻抗图像重建算法与重构误差

EIT二维场域的线性化的敏感性关系在离散域中用矩阵可表示为:

$$\Delta v = S \Delta \rho \quad (1)$$

其中, Δv 是边界电压变化量, $\Delta \rho$ 是阻抗变化量, S 是代表线性化敏感性关系的敏感矩阵。进行图像重构时,可以用下式表示:

$$\Delta \hat{\rho} = S^{-1} \Delta v \quad (2)$$

一般由于EIT重构的病态性和不适定性, S 无法直接进行求逆,可通过伪逆、最小二乘等方法进行求解。本文采用阻尼最小二乘进行求解^[8]:

$$\Delta \hat{\rho} = (S^T S + \lambda R)^{-1} S^T \Delta v \quad (3)$$

当 $\Delta \rho$ 较小时, Δv 和 $\Delta \rho$ 可表示为近似的线性化关系 S ,但是当 $\Delta \rho$ 较大,这种线性化近似则会带来较大误差,使得难以判断强扰动目标阻抗变化程度。

为了研究强扰动目标重构补偿方法,开展了仿真实验。仿真模型采用二维圆域,见图1。8层剖分,289个结点,512个剖分单元,背景电导率设置为肌肉的电导率0.352 S/m,扰动目标位置如图1所示黑色区域,电导率变化从0.0~100 S/m。重构出的扰动目标的电阻抗变化与实际电阻抗之间的关系,见图2。由于动态电阻抗图像重构采用归一化处理,因此重构出的电阻抗变化为一归一化量,大于零表示目标相对背景电导率小,阻抗增加,小于零表示目标相对背景电导率大,阻抗减小。这一归一化量虽无单位,但可以反映相对变化程度^[8]。

收稿日期:2015-06-28

基金项目:军队课题(AWS14C006, CWS12J102);国家自然科学基金课题(51207161);国家科技支撑计划课题(2011BAI08B13, 2012BAI20B02)。

本文作者:徐灿华,讲师,主要研究方向为生物医学工程。

通讯作者:付峰,教授,博士生导师。

通讯作者邮箱:fengfu@fmmu.edu.cn

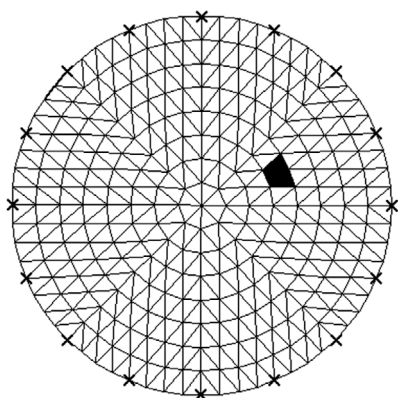


图1 电阻抗成像技术重构模型及扰动目标位置
注：黑色区域为扰动目标位置。

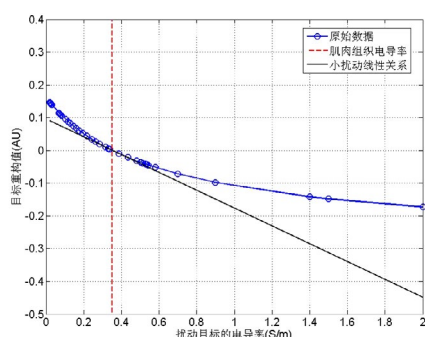


图2 扰动目标的实际电导率值与重构值关系

取目标扰动为一微小量时,可以构建出一个基准的理想线性关系(图2)。目标扰动较小时,扰动目标的真实电阻抗值和重构值之间基本保持着线性的关系,但目标扰动较大时,则会产生误差。通过重构值无法准确判断目标实际阻抗扰动变化程度,且随着目标扰动增大,误差越大。

1.2 强扰动目标下的重构误差补偿方法

为了减小误差,构建真实电阻抗值和重构值之间良好的线性化关系,根据图2重构值特点,我们首先对数据进行对数化修正。对数修正在一定程度上对强扰动目标下的对应关系有一定效果,尤其在扰动目标的电导率变化不是非常大的情况下,但是对于很强的扰动目标,对数修正后仍存在较大误差。

因此,对数修正后,还需要定义一个补偿项,使得在扰动变化较小时,保持着高阶小量的特征,在扰动变化较大的时候,起到对重构值的补偿作用。在进行补偿时,要分别考虑重构值大于零和小于零的情况。我们设计并提出的补偿项如下:

$$Q(\Delta\rho)=\gamma\cdot(e^{\alpha\Delta\rho}-e^{-\beta\Delta\rho}) \quad (4)$$

其中, α 表示对大于零重构变化值敏感的补偿系数, β 表示对小于零重构变化值敏感的补偿系数, γ 表示伸缩系数,对重构阻抗变化值进行合理的变换,达到补偿效果。

因此补偿后的重构值表达式如下:

$$\Delta\tilde{\rho}=\Delta\hat{\rho}+Q(\Delta\hat{\rho}) \quad (5)$$

其中, $\Delta\tilde{\rho}$ 表示补偿后的重构值。

1.3 补偿方法的评价指标

为了评价补偿方法的质量,以微小扰动构建的线性关系为评价参考基准,定义如下偏离误差 ε :

$$\varepsilon=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N(\Delta\hat{\rho}_i-\Delta\rho_i^l)^2}{N}} \quad (6)$$

其中, N 代表扰动目标电导率在0.01~100 S/m中取样个数, i 为对应的取样序号, $\Delta\hat{\rho}_i$ 为第 i 个重构值, $\Delta\rho_i^l$ 为微小扰动构建的线性关系直线上对应第 i 个参考基准值。 ε 越小表明补偿效果越好。未做任何修正和补偿情况下的偏离误差 $\varepsilon=3.6332$ 。

2 结果

采用对数修正方法后的实验结果,见图3。在0.01~100 S/m整个区域内,偏离误差 ε 为0.0605。如果限定在0.1~2 S/m的范围内,那么偏离误差 ε 可减小至0.0068。比较原始的图2结果,结合偏离误差值分析,可见当扰动目标电导率变化不是很大时,对数处理可在一定程度上对强扰动目标对应关系进行修正,但是扰动目标电导率变化很大时,仍会产生较大误差。

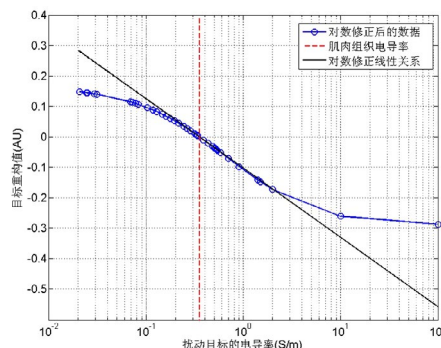


图3 对数修正后扰动目标的实际电导率值与重构值关系

加入补偿项进行补偿后,实验结果,见图4。在0.01~100 S/m整个区域内,偏离误差为0.0157。

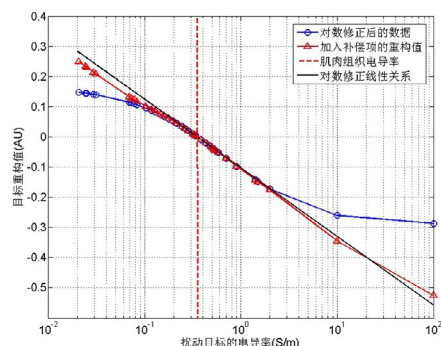


图4 补偿后扰动目标的实际电导率值与重构值关系

对比图3结果,相较于未补偿前,补偿后的结果线性化程度更高,特别是对于强扰动目标补偿效果较好,相对

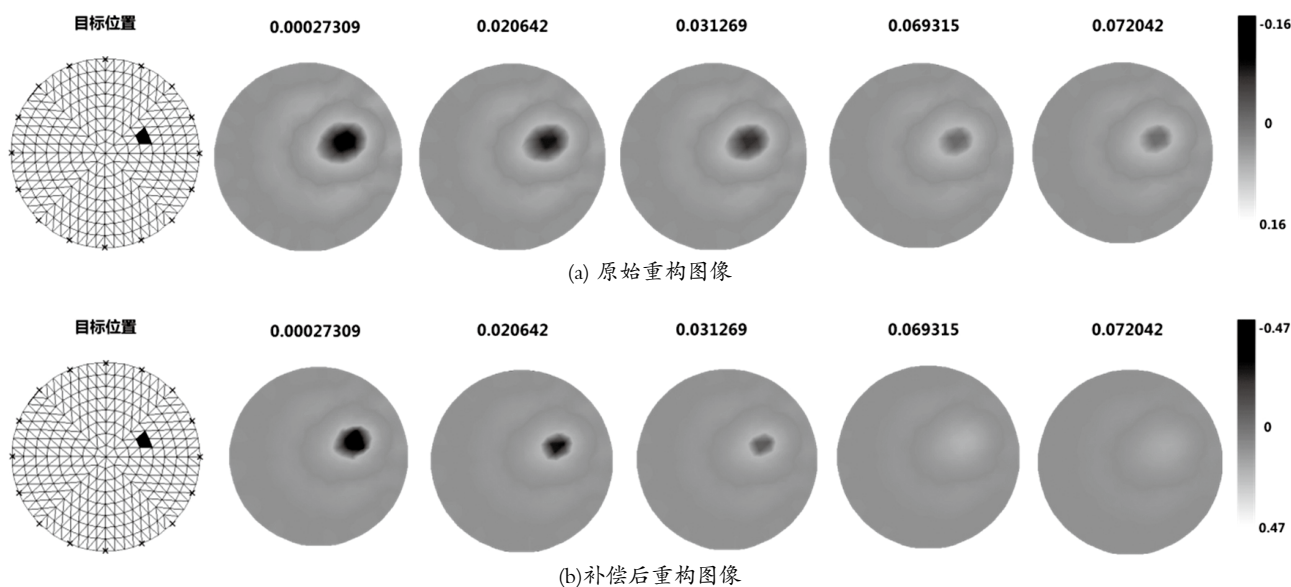


图5 重构图像

于补偿前,可以通过图像重构结果更为准确地判断扰动目标实际阻抗变化程度。

为了直观比较补偿前后的效果,分别设置一组5个电导率相差较大的强扰动目标,未进行补偿前,原始重构的图像,见图5(a)。补偿后重构图像,见图5(b)。对比电导率为0.00027309和0.031269 S/m两个强扰动目标,在补偿前图像中难以准确判断扰动目标实际阻抗变化程度,补偿后可清晰判断扰动目标的实际阻抗变化程度。

3 讨论

本研究通过对重构出的扰动目标的电阻抗变化与实际电阻抗之间关系的分析,提出一种强扰目标的补偿方法。仿真结果说明了强扰动目标下的非线性对应关系是可以通过一定技术手段加以补偿的。本文对同一位置,相同大小情况下的强扰动目标的对应关系进行了初步研究,对于不同位置,不同大小的强扰动目标的非线性关系仍有待于进一步的测量和补偿,此外,目标位置不处于电极层面的三维的情况下补偿进行进一步深入探索和研究。

4 结论

总之,仿真结果表明,本文方法可以减小重构阻抗变

化与实际阻抗变化之间的误差,很好地实现强扰动目标的重构,为将来临床应用中准确判断目标阻抗扰动变化程度打下了基础。

[参考文献]

- [1] Holder DS. Electrical impedance tomography: methods, history and applications[M]. Bristol and Philadelphia: IOP Publishing, 2004: 28–48.
- [2] 董秀珍. 生物电阻抗成像研究的现状和挑战[J]. 中国生物医学工程学报, 2008, 27(5): 641–643.
- [3] 徐灿华, 董秀珍. 生物电阻抗断层成像技术及其临床研究进展[J]. 高电压技术, 2014, 40(12): 3738–3745.
- [4] Barber DC, Brown BH, Freeston IL. Imaging spatial distributions of resistivity using applied potential tomography[J]. Electron Lett, 1983, 19(22): 933–935.
- [5] Barber DC, Brown BH. Applied potential tomography[J]. J Phys E: Sci Instrum, 1984, 17(9): 723–733.
- [6] 刘国强. 医学电磁成像[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [7] 帅万钧. 腹部内出血电阻抗图像监护关键技术及其实验研究[D]. 西安: 第四军医大学, 2008.
- [8] Xu CH, Dai M, You FS, et al. An optimized strategy for real-time hemorrhage monitoring with electrical impedance tomography[J]. Physiol Meas, 2011, 32(5): 585–598.

上接第7页

- misleading lung EIT images[J]. Physiol Meas, 2013, 34(6): 579–593.
- [5] Boyle A, Adler A. The impact of electrode area, contact impedance and boundary shape on EIT images[J]. Physiol Meas, 2011, 32(7):

745–754.

- [6] 梁乐, 徐灿华, 沈志鹏, 等. 用于生物电磁场分析的脑部三层有限元模型构建[J]. 医疗卫生装备, 2014, 35(9): 12–14.

用于电阻抗断层成像的脑部三层有限元模型构建与仿真

Construction and Simulation of a 3D Brain Finite Element Model for Electrical Impedance Tomography

徐灿华, 张涛, 代萌, 杨滨,
夏军营, 刘本源, 史学涛,
尤富生, 付峰, 董秀珍
第四军医大学 生物医学工程学院,
陕西 西安 710032

XU Can-hua, ZHANG Tao,
DAI Meng, YANG Bin,
XIA Jun-ying, LIU Ben-yuan,
SHI Xue-tao, YOU Fu-sheng,
FU Feng, DONG Xiu-Zhen
School of Bio-Medical Engineering,
The Fourth Military Medical University,
Xi'an Shaanxi 710032, China

[摘要] 在电阻抗断层成像技术研究过程中, 人体准确模型的构建和仿真对分析各种生理病理因素影响, 评估成像算法质量等具有重要的价值。目前大多数电阻抗成像模型和仿真都采用二维简单模型, 难以完成一些三维因素的准确仿真和研究。针对这一问题, 本文提出了一种用于电阻抗断层成像的脑部三层有限元模型构建与仿真方法。首先, 通过COMSOL建立脑部有限元仿真模型, 然后联合运用MATLAB和COMSOL实现电阻抗断层成像的仿真。仿真结果表明, 本文方法可以快速实现复杂模型的构建和仿真, 该模型将来可用于脑部成像的研究。

[关键词] 电阻抗断层成像; 有限元模型; COMSOL

Abstract: Construction and simulation of finite element models of human body were needed to analyze the influences of physiological and pathological factors and evaluate the qualities of reconstruction algorithm in EIT (Electrical Impedance Tomography). As a commonly-used model at present, traditional 2D (Two Dimensional) models were incapable to perform some of the 3D (Three Dimensional) simulation and researches. In view of this problem, the paper proposed a method for construction and simulation of a 3D brain finite element model for EIT. The model was built firstly through application of COMSOL. Then, a simulation experiment was performed with the application of combination of MATLAB and COMSOL. According to the results, the method could rapidly realize the construction and simulation of complicated models which would be further used for researched on brain imaging.

Key words: electrical impedance tomography; finite element model; COMSOL

[中图分类号] TM934.7 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.002

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0005-03

0 前言

电阻抗断层成像技术 (Electrical Impedance Tomography, EIT) 作为一种新型的成像技术, 已经进入临床研究。分析各种生理病理因素对成像的影响、根据临床应用特点改进成像算法等研究对于推进临床应用具有重要意义^[1-2]。

对成像产生影响的各种生理病理因素不仅种类繁多, 而且生理病理变化过程十分复杂, 存在很多不确定性, 比如脑部电阻抗成像需要分析颅骨高电阻率对成像的影响,

胸部电阻抗成像需要分析胸廓运动对成像影响等^[3-4]。针对这些问题, 除了开展动物实验、临床实验外, 还需要在实验前通过有针对性仿真, 获得相应结果以指导后续研究。电阻抗断层成像技术需要针对脑胸腹部不同的临床应用进行改进, 同一算法同一参数在不同应用点的成像效果不尽相同, 根据应用点不同准确评估成像算法质量, 也需要针对脑胸腹部进行针对性仿真, 获得相应结果后指导后续算法研究^[5]。

目前大多数的仿真, 均采用二维的有限元分析方法 (Finite Element Method, FEM) 进行, 有限元模型构建是有限元分析的前提和基础, 准确的有限元模型能够提高有限元分析计算的精确性。采用二维有限元模型难以完成一些三维因素的准确仿真和研究。前期, 针对生物电磁场分析应用, 我们综合运用 Mimics, SolidWorks, COMSOL 等建

收稿日期: 2015-06-28

基金项目: 军队课题 (AWS14C006, CWS12J102); 国家自然科学基金课题 (51207161); 国家科技支撑计划课题 (2011BAI08B13, 2012BAI20B02)。

本文作者: 徐灿华, 第四军医大学生物医学工程学院讲师, 主要研究方向为生物医学工程。

通讯作者: 董秀珍, 教授, 博士生导师。

通讯作者邮箱: dongxiuzhen@fmmu.edu.cn

模和仿真软件已经构建了一个准确的脑部三层有限元模型,实现了快速、精确的带颅骨分层的脑部电阻抗模型的构建^[6]。但是该方法只能完成一次电流激励条件下,空间电势分布的计算和仿真,还不能够快速地根据电阻抗断层成像的激励测量方式实现一帧电阻抗断层成像数据的计算和仿真,因此还不能直接应用于电阻抗断层成像仿真中。

基于这一问题,本文研究一种用于电阻抗断层成像的脑部三层有限元模型构建与仿真方法,可以根据电阻抗断层成像的激励测量方式实现一帧电阻抗断层成像数据的计算和仿真,直接应用于电阻抗断层成像的仿真研究中,为分析各种生理病理因素影响,评估成像算法质量打下基础。

1 材料与方法

1.1 电阻抗断层成像电磁场计算方程

生物体的电磁场规律满足麦克斯韦方程组,EIT测量的一般情况下,激励源的频率一般控制在10~100 kHz,介电常数的影响微小,可以忽略。加之成像区域内部没有自由电荷,因此电阻抗断层成像电磁场计算方程可描述为拉普拉斯方程^[3]:

$$\nabla \cdot (\sigma \nabla \Phi) = 0 \quad (1)$$

其中, σ 为电导率, Φ 为电势分布。

强加边界条件:

$$\Phi = \bar{\Phi} \quad (2)$$

自然边界条件:

$$\sigma \frac{\partial \Phi}{\partial n} = \bar{\varphi}_v \quad (3)$$

其中 $\bar{\Phi}$ 为边界区域的电势, $\bar{\varphi}_v$ 为边界区域的电流密度。

该拉普拉斯方程,可在COMSOL中利用有限元法求解。

1.2 电阻抗断层成像激励测量模式

电阻抗断层成像激励测量模式有很多种,本研究采用对向激励邻近测量的模式,见图1。在头部粘贴16个电极,电阻抗断层成像采用的是与CT一样的顶视图,1电极所示图的右侧实际是对应人体的左侧。

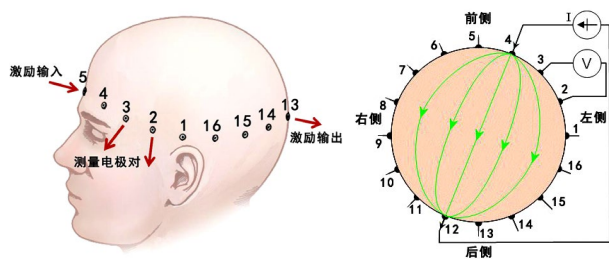


图1 头部电极粘贴序号及激励测量方式

注:1~16为电极。

在采集数据时,系统先在1~9电极上进行激励,然后

获得1-2、2-3、3-4、...、15-16、16-1的电压共计16个,然后切换激励电极至2-10电极上,再获得2-3、3-4、4-5、...、15-16、16-1、1-2的电压共计16个,再次切换激励电极,直至16-8作为激励时,获得16个测量电压,此时完成一帧数据的激励和测量,因此共有16个激励,每个激励16个测量,共计256个数据。

1.3 用于电阻抗断层成像的有限元模型构建与仿真

笔者前期已经报道脑部三层有限元模型构建方法,该方法利用Mimics软件将脑部近似的分割成头皮层、颅骨层、脑实质层三个部分。完成脑部三层分割后,对三层组织对应的表面被提取出来进行三维表面重建。然后利用SolidWorks软件将其转换为三维实体,导入到COMSOL软件中进行有限元剖分,获得包含四面体的有限元模型,设置头皮、颅骨、脑实质等各层材料属性。最后根据电阻抗断层成像电磁场计算方程,在COMSOL中设置求解方程,激励电流,强制接地点等仿真计算边界条件,进行有限元计算分析。

由于上述模型只能完成一次电流激励条件下,空间电势分布的计算和仿真,还不能够快速地根据电阻抗断层成像的激励测量方式实现一帧电阻抗断层成像数据的计算和仿真,为了能将模型应用于电阻抗断层成像仿真中。根据图1中头部电极粘贴序号及激励测量方式,在COMSOL的模型中,建立16个圆柱体作为电极,旋转变换移动几何位置使其插入到头皮层中,再利用布尔运算中的差集运算,减去头皮层中电极与头皮重合部分,得到完全契合头部的16个电极实体模型,见图2。在COMSOL中设置电极材料属性为银,定义电极的外侧边界为e1, e2, ..., e16,并将每个电极外侧边界中心三维坐标记录在txt文件中。

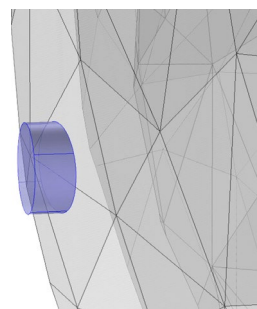


图2 仿真模型中植入电阻抗断层成像电极

为了完成电阻抗断层成像仿真,利用COMSOL LiveLink for MATLAB以及MATLAB的编程功能,实现激励电流位置自动切换并提取对应电压。首先将生成的模型在COMSOL中保存成.m文件,在LiveLink for MATLAB环境中打开.m文件,此时可在MATLAB脚本编辑环境中看到整个COMSOL仿真的JAVA代码,包括几何模型建立、材料属性赋值、有限元剖分、方程和边界条件设置、有限元计算、默认的空间电势结果绘制等。为了达到电阻抗断层成像仿真

目的,我们修改有限元计算和结果导出部分,首先定义两个变量表示激励电极:

```
in_e={'e1';'e2';'e3';...;'e16'};
```

```
out_e={'e9';'e10';'e11';...;'e8'};
```

然后进行 16 次激励变换,并在每次激励求解后,通过 COMSOL 的点估算法,根据 txt 文件中记录的 16 个电极的三维空间坐标导出 16 个电极上的边界电势。

```
for i= 1:16
```

```
% 切换 16 次激励
```

```
model.physics('ec').feature('ncd1').selection.named(in_e(i));
```

```
model.physics('ec').feature('ncd15').selection.named(out_
```

```
e(i));
```

```
% 求解
```

```
model.sol('sol1').runAll;
```

```
% 读取电极三维坐标用于提取电极电势
```

```
cutpointname=num2str(i);
```

```
model.result.dataset.create(cutpointname, 'CutPoint3D');
```

```
model.result.dataset(cutpointname).set('method', 'file');
```

```
filename=strcat(strModelElectrodePath,electrod_point(i),'.txt');
```

```
model.result.dataset(cutpointname).set('filename',filename);
```

```
% 进行点估算
```

```
EvalPoint_name=num2str(i);
```

```
model.result.numerical.create(EvalPoint_name, 'EvalPoint');
```

```
model.result.numerical(EvalPoint_name).set('probetag', 'none');
```

```
model.result.numerical(EvalPoint_name).set('data', cutpointname);
```

```
% 导出 16 个电势表单
```

```
Tab_name=strcat('tbl',num2str(i));
```

```
model.result.numerical(EvalPoint_name).set('table', Tab_name);
```

```
model.result.numerical(EvalPoint_name).setResult;
```

```
end
```

保存并运行代码后,即可生成电阻断层成像的一帧数据,用于图像重构,实现电阻断层成像的仿真。

2 结果

利用本文所述方法,构建的用于电阻断层成像脑部三层有限元模型,见图 3。图中可见嵌入的电极,这些电极在仿真时用于设置激励电流,并通过电极位置获取电势值,由于电极材料设置为良导体,因此电极为等势体,内部电势均相同,只需点估计的三维坐标点落到电极内部,均可准确估计出重构所需的电势值。

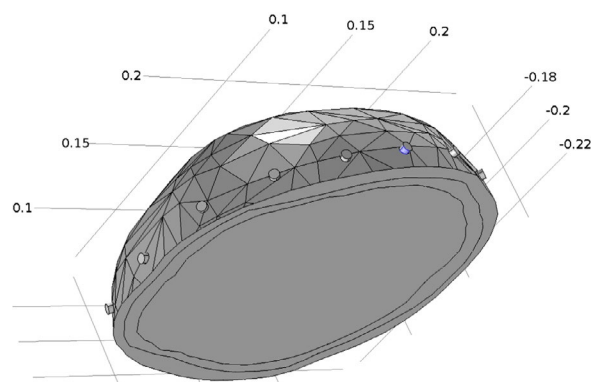


图3 组装好的脑部有限元模型

在仿真模型内设置一半径为 1.3365 cm,电导率为 0.67 S/m 的模拟出血目标,见图 4。以没有目标时的模型采用本文方法生成一帧参考帧,以加目标后的模型生成一帧当前帧,将两帧数据进行电阻抗差分成像,重构出了仿真目标,验证了本文方法的有效性,仿真结果准确。

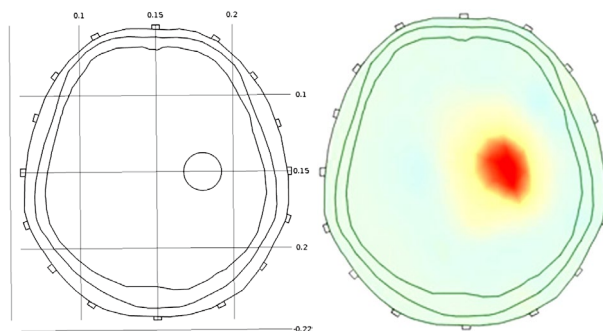


图4 仿真目标及其对应的电阻抗断层成像结果

3 讨论

本研究利用 COMSOL LiveLink for MATLAB 实现一种用于电阻抗断层成像的脑部三层有限元模型构建和仿真方法。该方法在 MATLAB 中自动实现激励电流的切换和边界电势的提取,具有快速准确的优点,为脑部电阻抗成像中各种生理病理因素影响分析,成像算法质量评估等研究打下了基础。

[参考文献]

- [1] 徐灿华,董秀珍.生物电阻抗断层成像技术及其临床研究进展[J]. 高电压技术,2014,40(12):3738-3745.
- [2] Xu CH,Dai M,You FS,et al.An optimized strategy for real-time hemorrhage monitoring with electrical impedance tomography[J]. Physiol Meas,2011,32(5):585-598.
- [3] Holder DS.Electrical impedance tomography:methods,history and applications[M].Bristol and Philadelphia:IOP Publishing, 2004:28-48.
- [4] Grychtol B,Adler A.Uniform background assumption produces

下转第 4 页

基于2D电阻抗成像的位置误差和相对数量指数的后处理方法

A Post-Process Method for 2D-EIT-Based Position Error and Relative Quantity Index

何为, 贺中华

重庆大学 电气工程学院,
重庆 400044

HE Wei, HE Zhong-hua

School of Electric Engineering, Chongqing
University, Chongqing 400044, China

[摘要] 本文提出了一种基于2D电阻抗成像的位置误差和相对数量指数的后处理方法, 用于多种电导率分布的确定、组织成分的识别以及位置信息的确定。此外, 还介绍了一种基于现有两种重建算法的混合正则化算法, 并将三种重建算法重建的结果进行了比较。结果证明, 这种后处理方法可以提高2D电阻抗成像的位置精度和空间分辨率, 使得电阻抗成像适用于临床检查和过程监测。

[关键词] 电阻抗成像; 一步牛顿法; 正则化算法; 数量指数; 位置误差

Abstract: This paper proposed a post-process method for 2D-EIT-based (Two Dimensional Electrical Impedance Tomography) PE (Position Error) and relative QI (Quantity Index), which was intended to identify the distribution of multiple electrical conductivity, organ compositions as well as position information. Additionally, an integrated TR (Tikhonov Regularization) based on two present construction algorithms was also introduced and compared. According to the results, this post-process method could improve the placement accuracy and spatial resolution of 2D EIT, which made EIT applicable for clinical examinations and process monitoring.

Key words: electrical impedance tomography; newton's one-step error reconstruction; tikhonov regularization; quantity index; position errors

[中图分类号] TM934.7 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.003

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0008-05

0 前言

电阻抗成像技术 (Electrical Impedance Tomography, EIT) 通过在体表放置电极注入激励电流并检测电压以获得电导率的分布图像^[1]。很多研究表明 EIT 在医学的应用前景广阔^[2-4]。然而, EIT 成像的固有缺点包括空间分辨率低、检测精度低和可重复性差, 妨碍了 EIT 的临床应用。此外, EIT 测量时的微弱干扰可导致完全不同的电导率分布图像^[5]。这种病态的逆问题通常采用正则化算法来求解, 以获得尽可能接近真实值的电导率分布。

本文提出了一种基于二维 EIT 的位置误差和相对数量指数的后处理方法, 以提高 EIT 的空间分辨率和位置精度。另外, 为求解病态的逆问题, 在现有正规化算法的基础上,

提出了一种混合正则化算法。由于骨组织的电学特性相对复杂, 故选择了一种三种电导率分布的简化的小腿模型来进行分析, 以验证所提出的后处理方法和混合正则化算法。由于该模型有助于进一步了解骨组织的电性能和边界电压的关系, 使得采用 EIT 诊断骨密度成为可能^[6]。

1 方法

1.1 建立模型

本文采用一种简化的二维人体小腿模型。人体小腿实际上有五种组织, 包括皮肤、脂肪、肌肉、骨密质和骨髓。在仿真模型中, 只考虑到了胫骨和三种组织, 即肌肉、骨密质和骨髓。该简化模型及其三种组织电导率分布, 见图 1。各组织在 20 kHz 下的电导率值为皮肤: 0.0002 S/m, 脂肪: 0.0240 S/m, 肌肉: 0.3448 S/m, 骨密度: 0.0205 S/m, 骨髓: 0.0028 S/m^[6]。肌肉和骨髓的电导率设定为常数。Dinc 等^[7]

收稿日期: 2015-06-28

基金项目: 国家自然科学基金 (51377186); 国家973计划 (2014CB541600)。

作者邮箱: hzh186@cqu.edu.cn

表明骨密度从 0.3332 g/cm^3 降至 0.1666 g/cm^3 对应骨矿物质流失, 是典型的骨质疏松, 因此假定骨密质电导率从 0.0205 S/m 降至 0.01025 S/m , 以此代表骨质疏松。但是这种骨密质的电导率变化与典型骨质疏松的骨密度变化之间对应关系还不确定。

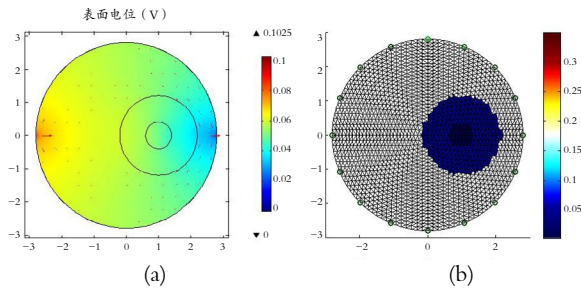


图1 含三种电导率分布的简化的小腿模型。(a) 用COMSOL仿真的初始电导率分布;(b) 用Matlab仿真的电导率分布, 其中圆环部分(代表骨密质部分)电导率发生改变。

采用全电极激励方式, 每个电极环绕 2D 模型的边界均匀放置。该模型检测电极有 16 个, 分布在半径为 2.8 cm 的圆上, 则相邻两电极之间的角度为 22.5° 。电导率异常区域(目标区域)为直径为 2.4 cm 的外环和直径为 0.8 cm 的内环围绕而成的圆环形区域。

1.2 测量策略

在相对驱动模式下目标区域内部有较高的灵敏度, 因此采用相对驱动模式^[8]。由径向相对的电极对注入电流, 由除注入电流电极对外的相邻电极测量电压。当电极数为 16 个时, 共有 192 (16×12) 个电压测量值。

1.3 重建算法

为了提高重建图像的稳定性, 需要克服随时间变化的电导率扰动引起的微小的测量电压变化。边界测量电压(g)是电导率分布的函数, 表示为 $g = f(\sigma)$ 。线性近似表示为 $\Delta g = S \cdot \sigma$, 可用低阶泰勒级数表示, 其中 σ 代表离散的电导率矢量, S 表示灵敏度矩阵。计算在时间间隔 (t_1, t_2) 上的电导率差异 $\Delta g = V_2 - V_1$ ^[5]。

1.3.1 一步牛顿误差重建算法和正则化算法

在一步牛顿误差重建算法(NOSER)中, 正则化矩阵是一个简单的对角矩阵^[9], 该 NOSER 算法表示为:

$$\delta_x = x_p - x = (J^T J + \varepsilon \times \text{diag}(J^T J))^{-1} J^T [F(x_p) - V] \quad (1)$$

其中, J 是雅可比矩阵, ε 是一个 0 到 1 的正则化参数。

正则化算法的通用表达式为:

$$\min \left\{ \|J(x_p - x) - [F(x) - V]\|_2^2 + \lambda \|L(x_p - x)\|_2^2 \right\} \quad (2)$$

其中 λ 是正则化参数, L 是一个由解定义的矩阵范数^[10]。

该正则化算法的标准形式为:

$$\delta_x = x_p - x = (J^T J + \lambda I)^{-1} J^T [F(x_p) - V] \quad (3)$$

1.3.2 混合正则化算法

NOSER 重建 2D 图像效果比较好, 但它对病态逆问题的信号噪声很敏感。正则化算法对微弱噪声不敏感, 然而它会使边界平滑化模糊化。因此, 将这两种重建算法结合起来, 条

件数减小, 推测混合正则化算法(Combined Regularization, CR)能改善重建图像质量^[11]。CR 算法可以表示为:

$$\delta_x = (J^T J + \lambda \cdot I + \varepsilon \times \text{diag}(J^T J))^{-1} J^T [F(x_p) - V] \quad (4)$$

在 CR 算法中有两个正则化参数需要选择。在本文中, ε 的值定义为 0.3, 此时重构误差比较小。另一个参数 λ 采用 L 曲线法^[12-13]来选择。

1.4 后处理方法

该后处理方法用于提高 2D EIT 重建图像的质量。在重建过程中所需对两个参数进行分析: 位置误差和相对数量指数。

1.4.1 位置误差

异物的位置定义类似于质心, 即位于重建图像中的半振幅集合的“质量中心”, 在此物质的重建异常电导率代替物质的密度, 半幅度集合是指重建图像中那些异常电导率大于最大异常电导率的一半的所有元素。重构图像的 PE 越小, 与目标对象的中心越接近。异物在成像区域内的位置被定义为如下关系式^[14]

$$\text{position} = \sum_m \sigma_m \cdot p_m / \sum_m \sigma_m \quad (5)$$

其中, p_m 为异物有限元单元的位置 (x_m, y_m) , σ_m 为异物电导率值。位置误差是一个品质因数, 被定义为重构图像的与实际物体之间的质心位置的比例差异。较小的位置偏差表面重构的图像更接近目标对象的中心。

1.4.2 数量指数

数量指数(Quantity Index, QI), 通常也可看作图像指数, 用于评估范围内由于异物引起的电导率相对变化。

$$QI = \sum_{j=1}^N A_j \cdot \Delta \sigma_j \quad (6)$$

电导率变化和有限元单元分别表示为 $\Delta \sigma_j$ 和 A_j , 定义相对数量指数为^[14]

$$\delta QI = QI / QI_0 \quad (7)$$

QI 表示电导率变化测量值, QI_0 表示异物的真实电导率。

$$QI = \sum_{j=1}^N A_j \cdot \Delta \sigma_j \quad (8)$$

1.4.3 后处理过程

后处理过程的步骤如下:

第一步, 基于上述 3 种不同的重建算法重建 2D 图像。

第二步, 根据式 (7)~(8) 算出 2D 品质因数和位置误差, 并以 2D 图像显示。

第三步, 若重建出电导率变化值小于某个阈值, 或者超出某个范围, 式 (10) 中 $\Delta \sigma_j$ 的值将作为新的重构电导率值。 $\Delta \sigma_j$ 的值由重建电导率 ($\Delta \sigma_j$) 除以相对品质因数 (δQI) 所得。

$$\Delta \sigma_j' = \Delta \sigma_j / \delta QI \quad (9)$$

$$\Delta \sigma_j = \Delta \sigma_j' \text{ if } (\text{mim}(\delta QI) \leq N) \quad (10)$$

其中 N 是设定的某一阈值。

最后, 采用更新后的电导率值 $\Delta \sigma_j'$ 再次重建 2D 图像。

2 数值仿真

数值仿真包括模型的建立,采用软件 COMSOL Multiphysics 4.2 进行正问题仿真,采用 Matlab (版本: 7.11.0) 进行电压分析、参数评估和重建图像。

2.1 正问题仿真

如图 1 所示,最大圆、中间圆和最小圆的半径分别等于 2.8 cm、2.2 cm 和 1.8 cm,由三个圆分隔开的三块区域的电导率分别为 0.3448 S/m、0.0205 S/m 和 0.0028 S/m。电流源注入和电压测量采用 16 电极的全电极模型。激励源电流为 5 mA,频率为 20 kHz。

2.2 数据预处理

对该模型进行有限元网格剖分,得到 3136 个三角元网格和 1625 个网格节点。仿真模型的正则化参数 λ 为 9.4277×10^{-11} , NOSER 的正则化参数设定 ε 为 0.3。

2.3 仿真结果

采用三种算法重建 2D 图像来进行比较,以此检验后处理方法和混合正则化算法是否能获得更好的重建图像。

2.3.1 条件数

一个矩阵 (H) 的条件数表示该矩阵对噪声的灵敏度,条件数越大说明逆问题的病态性越严重。矩阵 (H) 的奇异值分解 (SVD) 中, U 和 V 分别是左、右边的向量, γ 是由 H 的奇异值由大到小排列而成的奇异值矩阵。H 的条件数表示为 $Cond(H) = \gamma_1 / \gamma_n$ 。

CR 算法的条件数比其它两种重建算法都要小 (表 1)。因此,推测 CR 重建的效果更好。

2.3.2 定性评价

进行后处理方法的第 1 步,分别采用 3 种重建算法重建出图像,如图 2 所示。虽然所有的重建算法都能显示相对正确的电导率异常位置,但其边缘都不太清晰。正则化算法和混合正则化算法重建的电导率异常部分的图像近似成圆形,如图 2(b) 和图 2(c) 所示,对应电导率变化的骨密质部分和背景 (肌肉) 之间的对比明显。三种重建算法的 2D 重建图像都比骨密质部分的实际尺寸偏小,而在形状上相似,均是环形。

在图 2 中,三种算法都不能确定骨髓对应的那部分圆形区域电导率是否变化,用深蓝色表示,可以理解为电导率异常变化很大,也可以理解为这个圆形深蓝色区域的初始电导率本身就很低。图 2 重建的图像与在正文中描述的只有两种电导率分布的模型极其相似,故圆形深蓝色区域不能判断为初始电导率本身就真的很低的骨髓部分。因此,这

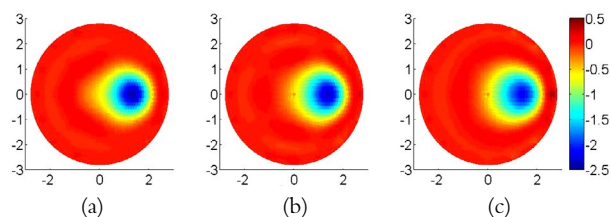


图2 三种重建算法的重建结果。(a) 一步牛顿误差重建算法; (b) 正则化算法; (c) 混合正则化算。

种较复杂的 3 种电导率分布模型,不能区分和识别骨密质和骨髓的确切位置和边缘,降低了重建图像的分辨率。

2.3.3 位置误差

接着进行后处理方法的第二步,重建出 2D 位置误差和相对数量指数的图像,见图 3~4。从图 3 可以看出,当电导率异常区域 (即目标区域) 和检测电极所在的边界之间的距离越远时,位置误差也就越大,原因是电导率异常区域离检测电极所在的边界越远,电流密度分布越低,因而算法灵敏度变差,使得位置误差增大。尽管结果显示三种重建算法重建出的不同位置的位置误差呈现出非线性,但其百分比均低于 5%。NOSER 算法的最大位置误差值 (用深红色表示) 比其它两种重建算法的都要小,且 NOSER 算法产生位置误差的区域范围也要小。

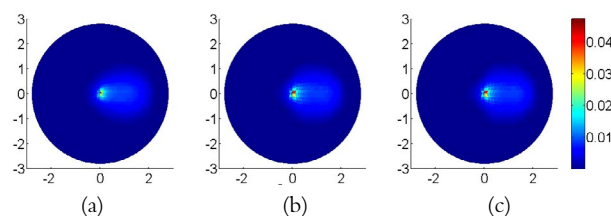


图3 三种重建算法的位置误差。(a) 一步牛顿误差重建算法; (b) 正则化算法; (c) 混合正则化算。

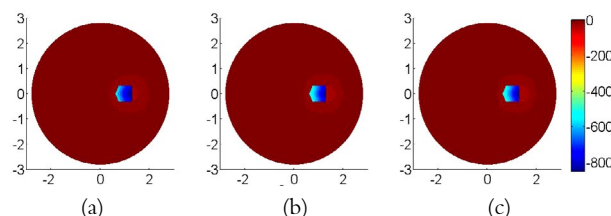


图4 三种重建算法的相对数量指数。(a) 一步牛顿误差重建算法; (b) 正则化算法; (c) 混合正则化算。

2.3.4 相对数量指数

由图 4 可看出,三种重建方法的相对数量指数在骨髓对应的区域变化显著。而图 3 中尽管显示出电导率异常区域出现了较小的位置误差,而边界比较模糊。将图 4 与图 2 和图 3 比较,从图 4 不仅看出环状骨密质的重建图像,更能清晰地看到骨髓的真实轮廓。骨髓的电导率比较低,

表1 雅可比矩阵的条件数 ($\varepsilon=0.3$, $\lambda=9.4277 \times 10^{-11}$)

矩阵H	雅可比矩阵J	一步牛顿误差重建算法	正则化算法	混合正则化算法
计算式		$(J^T J + \varepsilon \cdot \text{diag}(J^T J))^{-1} J^T$	$(J^T J + \lambda \cdot I)^{-1} J^T$	$(J^T J + \lambda \cdot I + \varepsilon \cdot \text{diag}(J^T J))^{-1} J^T$
条件数	1.568×10^{20}	2.789×10^{13}	5.077×10^{13}	2.532×10^{12}

在这里相对数量指数数值也很小,用深蓝色表示,其最小值在-800左右。经分析主要有两个原因影响电导率的分布:第一,骨髓的导电性低,仅为肌肉的0.812%,比骨密质也要低得多,因此,注入骨髓的电流非常小,检测电极很难反映出骨髓的实际电导率。骨髓的电导率实际上不变,但所有的重构图像显示出变化非常大(用深绿色表示);第二,从目标区域到检测电极所在的边界的距离也影响电导率分布,骨髓区域内部相对数量指数不恒定,由中心到边界逐渐变化。从图4看出,CR重建的相对数量指数深蓝色部分区域最小,说明骨髓对应区域内由于异物引起的电导率变化的范围也最小。

在进行后处理方法第三步之前,先建立另一个仿真模型,只有两种电导率分布,如图5(a)所示,这有助于理解为什么在式(9)中要选择更新的电导率。在这个模型中,是一个圆内全部区域电导率异常,而不是图1所示的一个圆环面内电导率异常。重建图像、位置误差图像和相对数量指数图像分别如图5(b)~(d)所示。将图5和图2、图3比较,可以看出这两种模型的重建图像与位置误差图像均相似,无法区分这两种模型。幸运的是与图4比较,可发现相对数量指数图像差异十分显著。从图4不仅可以清晰地看到骨髓所对应的第三种电导率分布,而且相对数量指数的最小值约为-800,而图5看不到骨髓所对应的轮廓线和图形,并且相对数量指数的最小值仅约为-40。因此,很容易区分图1与图5(a)两种不同电导率分布的模型。如果选择一个适当的阈值,例如-40,采用式(10)处理并更新电导率,重建电导率分布,就能显示出真实的电导率分布。

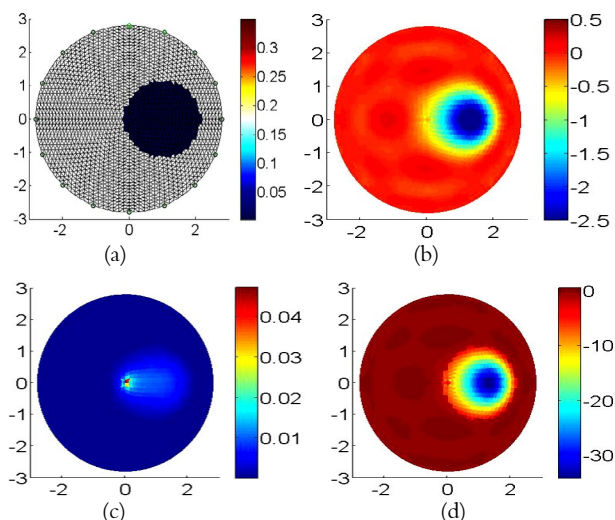


图5 采用后处理方法更新电导率前建模验证。(a)只有两种电导率分布的模型,圆形区域内电导率异常;(b)重建图像;(c)位置误差图像;(d)相对数量指数图像,采用混合正则化算法。

后处理方法的最后一步是采用更新后的电导率值再次重建2D图像。采用三种重建算法的重建结果如图6,可以看出,骨髓部分(用深红色显示)的电导率没有改变且形状保

持不变,骨密质的重建形状为环形,但出现了位置偏差,若以骨髓成像部分作为参照物,位置偏差的大小显而易见。与图5(b)中的只有两种电导率分布的重建结果比较,差异很显著,从而很容易分辨出是两种电导率分布还是三种电导率分布。

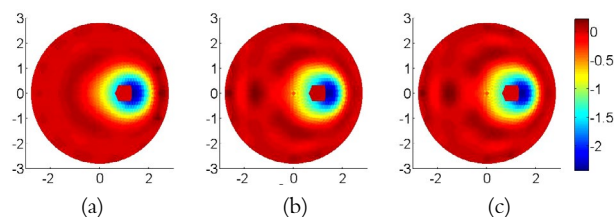


图6 采用后处理方法更新电导率后的重建结果。(a)一步牛顿误差重建算法;(b)正则化算法;(c)混合正则化算。

3 讨论

与现有的2D电阻抗成像相比,经本文提出的后处理方法重构出的2D电阻抗成像更加接近于真实目标,并且在复杂的电导率分布模型中也能检测到隐藏的电导率分布。这种方法简单,计算量小,很容易应用到复杂的电导率分布模型中,比如人的小腿模型。结果表明,这种后处理方法还能对多种电导率成分进行准确识别。因此,该方法有较大的应用前景。不足的是,经这种后处理方法重建的2D电阻抗图像仍然显示出明显的位置偏差,而且重构目标的边缘不清晰。在今后的研究中,要根据位置偏差的有利信息进行位置校正,以获得更接近真实的EIT图像。

4 结论

尽管本文提出的CR的条件数比其它算法更小,但三种重建算法的重建图像看来,混合正则化算法的优势不明显。总体来说,EIT图像重建是一个非线性和病态的逆问题。逆问题的属性决定了解的不稳定性。下一步的研究将尝试采用其它重建算法,如总变差正则化算法^[15],以改善成像质量。总之,以后的研究方向应不断优化和提高EIT重建图像的空间分辨率、稳定性。

致谢

本文工作得到了中国自然科学基金(编号:51377186)和973计划(编号:2014CB541600)的资助。

[参考文献]

- [1] Holder D. Electrical tomography for industrial applications electrical impedance tomography: Methods, history and applications[J]. Med Phys Biomed Eng, 2004, 295-347.
- [2] Lee E, Ts ME, Seo JK, et al. Breast EIT using a new projected image reconstruction method with multi-frequency measurements[J].

- Physiol Meas,2012,33(5):751-765.
- [3] Stojadinovic A,Nissan A,Gallimidi Z,et al.Electrical impedance scanning for the early detection of breast cancer in young women:preliminary results of a multicenter prospective clinical trial[J].J Clin Oncol,2005,23(12):2703-2715.
- [4] Gao J,Yue S,Chen J,et al.Classification of normal and cancerous lung tissues by electrical impedance tomography[J].Biomed Mater Eng,24(6):2229-2241.
- [5] Polydorides N.Image Reconstruction Algorithms for Soft-Field Tomography[D].University of Manchester Institute of Science and Technology,2002.
- [6] Katz S,Zlochiver S,Abboud S.Induced current bio-impedance technique for monitoring bone mineral density—a simulation model[J].Ann Biomed Eng,2006,34(8):1332-1342.
- [7] Dinç H,Sadikoğlu Y,Savci G,et al.Bone mineral density measurement by quantitative computed tomography in a normal Turkish population[J].Eur J Radiol,1995,21(2):79-83.
- [8] Polydorides N,Aghasi A,Miller EL.High-order Regularized Regression in Electrical Impedance Tomography[J].SIAM J Imaging Sci,2012,5(3):912-943.
- [9] Cheney M,Isaacson D,Newell JC,et al.NOSER:An algorithm for solving the inverse conductivity problem[J].J Imaging Syst Technol,1990,2(2):66-75.
- [10] OH S.Compensation of shape change artifacts and spatially-variant image reconstruction problems in electrical impedance tomography[D].University of Florida,2009.
- [11] He W,Li B,Xu Z,et al.A combined regularization algorithm for electrical impedance tomography system using rectangular electrodes array[J].Biomed Eng-App Bas C,2012,24(4):313-322.
- [12] Hansen PC,Jensen TK.An adaptive pruning algorithm for the discrete L-curve criterion[J].J Comput Appl Math,2007,198(2):483-492.
- [13] Nasehi-Tehrani J,McEwan A,Jin C,et al.L1 regularization method in electrical impedance tomography by using the L1-curve[J].Appl Math Model,2012,36(3):1095-1105.
- [14] He W,Ran P,Xu Z,et al.3D electrical impedance tomography represented by reconstructed planes in a semispherical electrode array model[J].Int J Appl Electrom, 2013,41:443-446.
- [15] Hao L,Li G,Xu L.Magnetic detection electrical impedance tomography with total variation regularization[J].Biomed Mater Eng,2014,24(6):2857-2864. 

上接第 15 页

[参考文献]

- [1] 任超世,沙洪,王妍.阻抗血流图测量方法的发展与提高[J].中国医学装备,2005,2(4):37-40.
- [2] 束美霞.基于小型电极的阻抗血流测量系统的研究[D].武汉:华中科技大学,2005.
- [3] 方艳红,赵海龙,赵曙光,等.便携式心阻抗血流动力监测系统研究[J].微计算机信息,2008,24(10):166-168.
- [4] 吴兵,武文芳.双通道血流容积测量系统的设计与实现[J].北京生物医学工程,2005,24(4):280-283.
- [5] 杨玉星,束美霞,罗洁,等.基于小型电极的新型阻抗血流图测量系统的研究[J].航天医学与医学工程,2006,19(3):208-211.
- [6] 朱超,孙喜庆,姚永杰,等.三周间断性短臂离心机+Gz暴露和运动负荷对人体心功能的影响[J].航天医学与医学工程,2009,22(2):162-168.
- [7] 史学涛,董秀珍,秦明新,等.用于电阻抗多频及参数成像数据采集系统的正交序列解调法[J].第四军医大学学报,2000,21(7):164-167.
- [8] Bertemes-Filho P,Brown BH,Wilson AJ.A comparison of modified Howland circuits as current generators with current mirror type circuits[J].Physiol Meas,2000,21(1):1-6. 

上接第 24 页

- [7] 纳特·西尔弗(Nate Silver).信号与噪声[M].北京:中信出版社,2013.
- [8] 刘翔,葛斌,刘锦初.各类医用电气设备标准间电气安全指标的差异[J].中国医疗设备,2013,28(12):120-121. 

一种手持式阻抗血流图检测系统的设计

Design of a Hand-Held Impedance Rheography Detection System

夏军营, 付峰, 尤富生, 史学涛
第四军医大学 生物医学工程学院, 陕西 西安 710032

XIA Jun-ying, FU Feng,
YOU Fu-sheng, SHI Xue-tao
School of Bio-Medical Engineering,
The Fourth Military Medical University,
Xi'an Shaanxi 710032, China

[摘要] 本文介绍了一种手持式阻抗血流图检测系统的设计过程。该系统基于生物阻抗法, 利用数字化的正交序列解调方法保证测量精度, 采用模块化的设计方法提高系统的扩展能力, 采用低功耗设计和无线数据传输增强系统的灵活性。样机的初步试验证明该系统运行稳定, 可以对人体多个部位进行测量, 而且具有低功耗和便携的特性。

[关键词] 手持式; 生物阻抗; 阻抗血流图; 低功耗

Abstract: This paper introduced the design of a bio-impedance-based hand-held IR (Impedance Rheography) detection system. The digital orthogonal sequential demodulation method was used in this system to ensure the accuracy of measurement. Modular design technology was used to increase the extendibility of the system. Low power consumption technology and wireless data transmission were used together to improve the flexibility of the system. According to the preliminary experiment, the low-power-consumed and portable sample system demonstrated its stable performance and ability to use on different positions of human body.

Key words: hand-held; bio-impedance; impedance rheography; low power consumption

[中图分类号] TM934.7 [文献标志码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.004
[文章编号] 1674-1633(2015)07-0013-03

0 前言

阻抗血流图是利用生物电阻抗技术提取与人体生理、病理状态相关的血液动力学信息的一种方法^[1]。虽然由于一些理论性问题尚未得到完全阐明, 使其未能像心电图、CT 影像等一样成为主流的临床检查方法, 但是其凭借着无创、廉价、安全、操作简单和可以连续监测等特点, 在国内外的临床检查和实验研究中已经得到了深入的发展和广泛的应用, 目前已成为生物医学工程的一个分支^[2]。

近年来, 医疗设备的小型化、便携化已经成了一种趋势。阻抗血流图以其简单、廉价的固有特点在这方面具有先天的优势, 目前已经有研究人员进行了这方面的尝试^[3-5]。但是, 这些系统还存在一些明显的不足之处。首先, 系统功耗未能得到有效控制, 仍然需要专门的供电电源或由 USB 接口提供电源, 并且需要专门的线缆用于数据传输。这就限制了系统随人体自由移动的灵活性, 从而无法在一些特殊的应用场合使用, 如用于飞行员训练和选拔的短臂离心

机旋转试验中的脑血流监测等^[6]。其次, 对测量信号的解调采用的是模拟电路的方法, 响应时间过长, 无法进行多通道的时分复用。目前许多应用中都需要进行两个或更多部位的测量^[4], 单通道系统已经不能满足需要, 如果多通道系统每个通道都必须有独立的解调电路, 无疑会增加系统的成本、体积以及功耗。此外, 还需要采取专门的定标等措施保证不同通道之间测量结果的一致性。

为解决这些问题, 本文设计了一套由锂电池供电的低功耗、小体积、无线传输的手持式阻抗血流图检测系统, 可以根据需要佩戴在受试者身上, 不影响受试者的活动, 便于开展相关检测与监护。此外, 系统采用了在电阻抗断层成像数据采集系统中已经得到广泛应用的正交序列解调法^[7]进行全数字的测量信号解调, 以保证系统的测量精度, 并对系统进行了模块化的设计, 以便于向多通道系统的升级。

1 系统设计

1.1 阻抗血流图测量原理

阻抗血流图也称阻抗容积图 (Impedance Plethysmogram), 其基本原理是基于生物体容积变化时会引起的相应的电阻

收稿日期: 2015-06-28
基金项目: 军队课题 (AWS14C006, CWS12J102); 国家自然科学基金课题 (51477176); 国家科技支撑计划课题 (2011BAI08B13)。
通讯作者: 付峰, 教授, 博士生导师。
通讯作者邮箱: fengfu@fmmu.edu.cn

抗变化^[5]。血液的流动是除呼吸以外引起生物体短时容积变化的主要原因。生物体组织的血流量随心动周期而变化,由于血液相比一般的生物体组织导电性要强,当某个部位血流增加时,其阻抗会随之降低,反之则阻抗增加。

若对人体特定部位施加恒定的电流激励,则响应电压随阻抗变化而变化,只要测得电压的改变即可反映出血管容积的变化,从而得到阻抗血流图。激励和测量电极置于人体的不同部位,如手腕、胸部、颈部和脑部等,就可以得到不同部位的阻抗血流图,反映相应部位的血液循环状态,进一步对其进行无损伤的功能评价^[5]。

1.2 系统总体设计

生物电阻抗测量可以采用两电极法,也可以采用四电极法。四电极法相对于两电极法可以减少接触阻抗和极化电位的影响,测量结果更加可靠,因而本文采用的是四电极法。系统硬件主要包括数据采集器和主机无线数据接收器两个部分,总体结构框见图1。

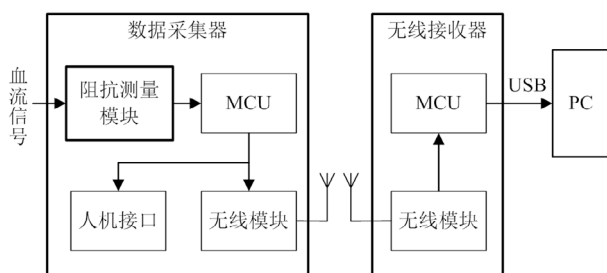


图1 手持式阻抗血流图检测系统结构

手持式数据采集器采用锂电池供电,可以采集得到受试者被检部位的阻抗血流图数据,并可以通过无线模块进行发送上传。无线数据接收器接收到数据采集器发送来的阻抗血流图数据后,将其通过USB总线上传到PC主机上,由PC主机上的接收软件接收并存储以便于后续的分析 and 处理。

1.3 数据采集器

1.3.1 数据采集器的总体结构

手持式数据采集器是由微控制器、阻抗测量模块、人机接口模块(按键、液晶)、数据存储、无线传输与电源管理模块等构成,见图2。其中阻抗测量模块实现了基于四电极法的低功耗电阻抗测量功能。

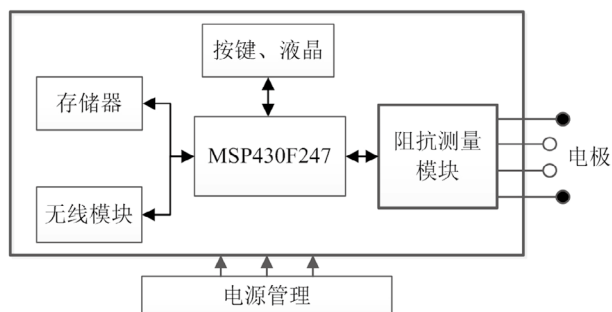


图2 数据采集器结构示意图

以便于以后向多通道系统升级,阻抗测量模块被设计

为一块独立的电路子板,其电源线、与微控制器通信的信号线以及四个电极信号线通过板级接插件连接到数据采集器的主电路板。四个电极信号再经由主电路板上的电极接口与连接到人体的电极相连,从而实现对人体电阻抗的测量功能。这样一来,以后只需要在主电路板的电极接口部分加入合适的模拟开关及其控制电路,即可由阻抗测量模块通过时分复用实现多个通道的测量。

数据采集器由锂电池供电,电源管理模块实现锂电池的充电管理和系统各模块的供电管理。为尽量降低功耗,整个硬件系统采用3.3V单电源供电,各主要模块采用独立的供电通道,并可以由微控制器分别进行上、掉电控制。

系统使用16位、超低功耗单片机MSP430F247作为数据采集器的主控制器,实现阻抗测量模块的控制、测量数据的缓存和无线发送、人接交互接口的管理以及各模块的供电管理等功能。测量得到的电阻抗信息在存储器中进行缓存,并通过无线的方式实时或延时发送到PC主机。按键和液晶显示屏构成系统的人机交互界面,操作人员可以据此控制手持式数据采集器的工作。

系统选择大容量的串行DataFlash芯片AT45DB321D作为数据存储,该芯片共有8192页,每页512字节。数据采集过程中,测量到的数据首先保存到数据存储中,如果此时能够建立与主机无线数据接收器的无线连接,则再将数据通过无线连接进行发送;如果无法连接主机数据接收器,则数据暂时存放在数据存储内,等到以后成功建立与主机之间的无线连接后,再将缓冲的数据依次发送到主机。

无线连接电路由工作频率2.4GHz,数据速率为500kbps的,具有低功耗特性的A7015芯片构成。该模块在空旷环境下的直线传输距离为100m,经过测试可以与室内或者隔壁的主机无线数据接收器建立无线连接,满足本系统对无线数据传输的需求。

1.3.2 阻抗测量模块

阻抗测量模块包括激励电路和测量电路,并采用一片32位的超低功耗ARM芯片STM32L151作为控制器,以实现阻抗测量过程中激励和测量电路的时序控制,并对采集到的波形数据进行正交序列解调以得到阻抗数据。其原理框图,见图3。

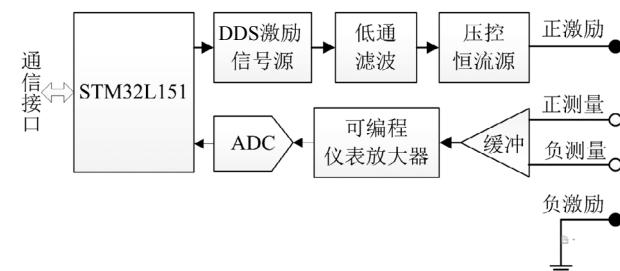


图3 阻抗测量模块原理框图

注: APC: 模数转换器; DDS: 直接数字频率合成。

阻抗测量的激励信号由低功耗 DDS 波形发生芯片 AD9834 产生。AD9834 可通过 3 线 SPI 接口进行控制, 其输出信号频率连续可调, 在 75 MHz 的工作时钟下最高可达 37.5 MHz。系统中采用 25.6 MHz 的工作时钟, 激励信号选择为 100 kHz 的正弦信号。输出信号的幅度控制由外接的一片低功耗串行数模转换芯片 AD5620 完成。激励信号由 DDS 输出后经过 4 阶切比雪夫低通滤波器进行防镜像平滑滤波, 得到较为纯净的正弦信号。然后采用改进的 Howland 压控流源转换为恒定幅度的电流激励信号, 输出到正激励电极^[8]。

由于系统采用单电源供电, 激励信号实际上是以供电电压的一半, 也就是 1.65 V 为中心上下波动的, 为防止测量电极持续极化, 负激励电极连接到 1.65 V 的虚拟地电平。

电流激励信号经正负激励电极作用于人体后, 可以在正负测量电极上拾取电压响应信号。来自一对测量电极的信号经过缓冲后, 进入低功耗数字可编程仪表放大器 AD8231 进行放大。AD8231 的增益由 1 到 128 分 8 级可调, 足以满足系统对信号放大的动态范围的需要。为消除直流和低频干扰的影响, AD8231 的输入级采用交流耦合方式。

放大后的信号由 16 位高精度模数转换芯片 AD7980 进行采集。AD7980 可以通过 3 线 SPI 接口进行控制, 最高采样率为 1 Msps, 实际应用中由于 SPI 接口速度的限制一般无法达到。为实现高精度的正交序列解调, 需要一个信号周期内有较多的信号样点, 直接采样方式难以满足要求。因而系统在 STM32L151 控制下采用相干采样的方式, 以接近 400 ksps 的采样率通过多周期累计达到了每个信号周期获取 128 个样点的效果。

为保持测量与激励信号的同步, STM32L151 与 AD9834 采用同源时钟, 其工作频率也为 25.6 MHz。在上述工作频率和采样频率下, STM32L151 可以实时的完成波形数据的正交序列解调, 因而该模块进行阻抗测量的频率可达 3 kHz 以上。实际工作中, 阻抗测量由 MSP430F247 发起, 完成一次测量后由 STM32L151 将解调后的阻抗数据发送给 MSP430F247。即使考虑到控制和通信等额外时间开销, 该模块的性能也足以满足多个通道时分复用的需求。

1.4 无线数据接收器

无线数据接收器通过 USB 接口与 PC 主机连接, 并通过 USB 接口供电。无线数据接收器主要包括微控制器和无线模块两个部分, 其原理框图如图 1 所示。控制器采用 32 位的 ARM 芯片 STM32F103, 该芯片内置 USB 控制器, 可以方便的通过 USB 总线实现与 PC 的数据通讯。无线模块采用与数据采集器中相同的 A7105 无线模块。

本系统中, 无线数据传输由手持式数据采集器启动, 无线数据接收器作为服务器应答手持式数据采集器发送来的数据传输命令, 并将通过无线模块接收到的测量数据通

过 USB 接口传输到主机软件。

2 实验与分析

设计的数据采集器主电路板长宽分别仅为 10 cm 和 5.6 cm, 插入阻抗测量子板后总高度约为 1 cm, 体积小, 足以满足手持式系统的要求。系统设计完成后首先进行了功耗测试。采用 1100 mA 锂电池供电, 接入 249 Ω 纯电阻负载, 打开无线发送, 系统以 2 kHz 的阻抗测量速率的连续工作时间可达 13 h 以上。由此可以说明该系统的低功耗设计是很成功的。

为验证系统的测量性能, 进行了初步的人体试验, 并分别在胸部(前胸)和脑部(额头)进行了测试。测量时四个电极呈一字排列, 激励电极在外侧, 测量电极在内侧。为进一步降低噪声干扰, 在 Matlab 中对测得的原始波形数据进行了带通滤波处理, 获得的血流波形, 见图 4。其中 A、B 分别为在胸部和脑部进行测量得到的血流信号波形图。由于胸部的血流信号较强, 而脑部的血流信号很弱, 波形 A 的幅度实际上比波形 B 大了 10 倍以上, 图中为显示需要对波形 B 进行了放大处理。可以看出该系统在胸部和脑部都能获取较为完整的血流信号波形, 可以满足人体不同部位的血流信号检测需要。

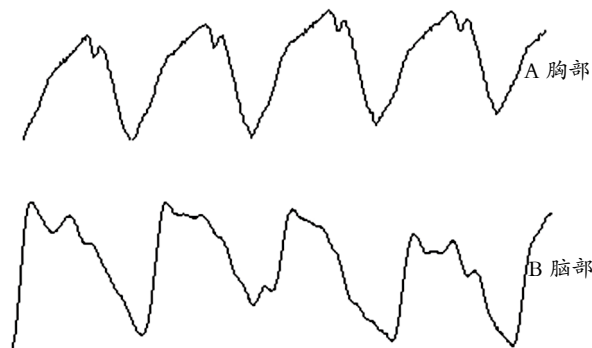


图4 人体胸部和脑部的血流信号波形图

3 结论

本文采用数字正交序列解调方法, 设计实现了一种锂电池供电的手持式阻抗血流信号检测系统, 体积小、功耗很低, 而且实现了测量数据的无线传输。系统可以对人体不同部位的血流信号进行检测, 并可以随人体自由移动, 能够满足各种不同场合下的应用需求。此外, 该系统很容易升级为多通道测量系统, 以适应更复杂的应用需求。

不过, 实验中也发现, 由于脑部的血流信号过于微弱, 测得的原始波形数据中高频噪声的幅度已经与血流信号本身的幅度相差不大, 因而为能更好的对脑部血流信号进行测量, 系统的精度还需要进一步提高。

下转第 12 页

基于L1-L1范数的电学层析成像静态成像算法

Electrical Tomography Static Reconstruction Algorithms Based on L1-L1 Norm

王超, 胡凤红, 何晓蓉,
秦伟刚, 白瑞峰

天津大学 电气与自动化工程学院,
天津 300072

WANG Chao, HU Feng-hong,
HE Xiao-rong, QIN Wei-gang,
BAI Rui-feng

School of Electrical Engineering and
Automation, Tianjin University, Tianjin
300072, China

[摘要] 电学层析成像中静态成像算法的目标函数为电压测量值与电压计算值之间残差的范数与罚函数两项之和。目前, 针对残差项的L1范数成像算法还较少, 本文使用原始-对偶内点法, 实现了目标函数中残差项和罚函数项均使用L1范数的重建算法, 进行图像重建。研究表明使用基于L1-L1范数算法进行图像重建可获得较好的重建图像质量。

[关键词] 电学层析成像; 静态成像算法; 原始-对偶内点法; L1范数; L2范数

Abstract: The objective function of the static imaging algorithm in electrical tomography contains two terms, one is function of residual error between measurement boundary voltage and computational voltage, and the other is the penalty function. At present, the L1 norm imaging algorithm for the residual term is still less. The primal dual interior point method is used to reconstruct the image with both the residual term and penalty function using L1 norm. The research shows that the image reconstruction using the L1-L1 norm algorithm can obtain high-quality reconstructed images.

Key words: electrical tomography; static imaging algorithm; primal-dual interior point method; L1 norm; L2 norm

[中图分类号] TM934.7 [文献标志码] A
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.005
[文章编号] 1674-1633(2015)07-0016-03

0 引言

静态成像算法是当前电学层析成像 (Electrical Tomography, ET) 技术研究的热点^[1-2]。其目标函数为电压测量值与电压计算值之间残差的范数和罚函数两项之和。Newton-Raphson 类算法是静态成像中的经典算法, 其目标函数的第一项为残差的 L2 范数, 罚函数多数采用 L2 范数。如 Tikhonov 正则化算法 (TR)、Levenberg-Marquart 算法、牛顿一步迭代算法 (Newton's One Step Error Reconstructor, NOSER) 和同伦 Newton-Raphson 算法电压残差项和罚函数均采用 L2 范数^[3-6]。

L1 范数应用较少的重要原因在于 L1 范数是不光滑的函数, 不是处处可导, 因此求解困难。Andersen 等^[7]证明原始-对偶内点法在求解 L1 范数方面比其他经典的方法具有独有的优势^[8]。本文采用原始-对偶内点法, 实现了残差项和罚函数项均采用 L1 范数的图像重建。

1 基于L1-L1范数的静态成像算法

图像重建过程中目标函数的选取如式 (1) 所示。

$$f(\sigma) = \|W(V(\sigma) - U)\|^p + \alpha \|L(\sigma - \sigma_0)\|^q \quad (1)$$

$$= \sum_{i=1}^N |W_i(V_i(\sigma) - U_i)|^p + \alpha \sum_{j=1}^M |L_j(\sigma - \sigma_0)|^q$$

其中, W 为加权矩阵, L 为正则化矩阵, α 为正则化因子。目标函数第一项是电压测量值与电压计算值之间残差的范数项, 第二项是罚函数, p 和 q 分别取 1 或 2, 也就是这两项分别可以选择 L1 范数或者 L2 范数。本文所研究的基于 L1-L1 范数的静态成像算法的边界电压残差项采用 L1 范数, 罚函数采用 L1 范数, 则原始问题用 (P) 表示, 如式 (2) 所示。

$$(P) = \min_{\sigma} \left[\sum_{i=1}^N W_i |V_i(\sigma) - U_i| + \alpha \sum_{j=1}^M |L_j(\sigma - \sigma_0)| \right] \quad (2)$$

对偶问题 (D) 用式 (3) 表示。

$$(D) = \min_{\sigma} \left[\max_x x^T W(V(\sigma) - U) + \max_y \alpha y^T L(\sigma - \sigma_0) \right] \quad (3)$$

$$\|x_i\| < 1, \|y_j\| < 1$$

收稿日期: 2015-06-28
作者邮箱: wangchao@tju.edu.cn

交换 min 和 max, 得到式 (4)。

$$(D) = \max_x \max_y \left\{ \min_{\sigma} [x^T W(V(\sigma) - U) + \alpha y^T L(\sigma - \sigma_0)] \right\} \quad (4)$$

$$\|x_i\| < 1, \|y_i\| < 1$$

对 (4) 求偏导数, 并令其为 0, 如式 (5)。

$$\frac{\partial}{\partial \sigma} [x^T W(V(\sigma) - U) + \alpha y^T L(\sigma - \sigma_0)] = J^T(\sigma) Wx + \alpha L^T y = 0 \quad (5)$$

对于对偶问题的可行点, 即 $\|x_i\| \leq 1$, 原始问题的目标函数比对偶问题的目标函数的值大, 在同一最优点处两个目标函数的值相同^[7]。为了求解最优点, 使得两目标函数的差值为 0, 定义原始对偶间隙 (primal-dual(PD) gap), 如式 (6) 所示。

$$G_{PD} = \sum_{i=1}^N W_i |V_i(\sigma) - U_i| + \alpha \sum_{j=1}^M |L_j(\sigma - \sigma_0)| - x^T W(V(\sigma) - U) - \alpha y^T L(\sigma - \sigma_0) \quad (6)$$

原始对偶法不是解决原始的最小化问题和对偶的最大化问题, 而是通过使原始对偶间隙为 0, 求解互补条件的最优解, 原始对偶法如式 (7) 所示。

$$\sum_{i=1}^N W_i |V_i(\sigma) - U_i| + \alpha \sum_{j=1}^M |L_j(\sigma - \sigma_0)| - x^T W(V(\sigma) - U) - \alpha y^T L(\sigma - \sigma_0) = 0 \quad (7)$$

$$\|x_i\| < 1, \|y_i\| < 1$$

$$J^T(\sigma) Wx + \alpha L^T y = 0$$

当且仅当满足条件 (8) 时, 原始对偶间隙为 0。

$$(V_i(\sigma) - U_i) - x_i |V_i(\sigma) - U_i| = 0, \forall i \quad (8)$$

$$L_j(\sigma - \sigma_0) - y_j |L_j(\sigma - \sigma_0)| = 0, \forall j$$

由于式 (8) 的两个条件不是处处可微分, 原始对偶法可以转化为 (9)。

$$(V_i(\sigma) - U_i) - x_i \sqrt{(V_i(\sigma) - U_i)^2 + \beta} = 0, \forall i$$

$$L_j(\sigma - \sigma_0) - y_j \sqrt{(L_j(\sigma - \sigma_0))^2 + \beta} = 0, \forall j \quad (9)$$

$$\|x_i\| < 1, \|y_i\| < 1$$

$$J^T(\sigma) Wx + \alpha L^T y = 0$$

其中, $\beta > 0$ 。使用 Newton 法求解 (9), 将其分别对原始变量和对偶变量求一阶偏导数, 如式 (10)~(12) 所示。

$$\frac{\partial}{\partial \sigma} [(V_i(\sigma) - U_i) - x_i \sqrt{(V_i(\sigma) - U_i)^2 + \beta}] = (I - XE^{-1}F)J(\sigma)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} [(V_i(\sigma) - U_i) - x_i \sqrt{(V_i(\sigma) - U_i)^2 + \beta}] = -E \quad (10)$$

$$\frac{\partial}{\partial y} [(V_i(\sigma) - U_i) - x_i \sqrt{(V_i(\sigma) - U_i)^2 + \beta}] = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial \sigma} [L_j(\sigma - \sigma_0) - y_j \sqrt{(L_j(\sigma - \sigma_0))^2 + \beta}] = (I - YS^{-1}G)L$$

$$\frac{\partial}{\partial x} [L_j(\sigma - \sigma_0) - y_j \sqrt{(L_j(\sigma - \sigma_0))^2 + \beta}] = 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial}{\partial y} [L_j(\sigma - \sigma_0) - y_j \sqrt{(L_j(\sigma - \sigma_0))^2 + \beta}] = -S$$

$$\frac{\partial}{\partial \sigma} [J^T(\sigma) Wx + \alpha L^T y] = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x} [J^T(\sigma) Wx + \alpha L^T y] = J^T(\sigma) W \quad (12)$$

$$\frac{\partial}{\partial y} [J^T(\sigma) Wx + \alpha L^T y] = \alpha L^T$$

由 (10)~(12) 得到变量更新的方程, 式 (13)。

$$\begin{bmatrix} 0 & J^T W & \alpha L^T \\ (I - XE^{-1}F)J & -E & 0 \\ (I - YS^{-1}G)L & 0 & -S \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta \sigma \\ \delta x \\ \delta y \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} J^T Wx + \alpha L^T y \\ e - Ex \\ g - Sy \end{bmatrix} \quad (13)$$

求解 (13) 得出 σ 、 x 和 y 的更新公式 (14)。

$$\delta \sigma = -[J^T W E^{-1} (I - XE^{-1}F)J + \alpha L^T S^{-1} (I - YS^{-1}G)L]^{-1} [J^T W E^{-1} e - \alpha L^T S^{-1} g] \quad (14)$$

$$\delta x = E^{-1} (e - Ex) + E^{-1} (I - XE^{-1}F)J \delta \sigma$$

$$\delta y = S^{-1} (g - Sy) + S^{-1} (I - YS^{-1}G)L \delta \sigma$$

$\delta \sigma$ 是原始问题的下降方向, 使用传统的线性搜索得到迭代步长 λ_σ , 迭代公式如式 (15) 所示。

$$\sigma^{k+1} = \sigma^k + \lambda_\sigma \delta \sigma \quad (15)$$

对偶变量 x 、 y 是有范围限制的, 每次更新值都要在设定范围之内, 而 δx 、 δy 不能确保是对偶问题的下降方向, 因此传统的线性搜索不适用于求解迭代步长, 本文采用步长法则更新 x 、 y ^[9], 如式 (16) 所示。

$$x^{k+1} = x^k + \min(1, \phi^*) \delta x^k \quad (16)$$

$$y^{k+1} = y^k + \min(1, \phi^*) \delta y^k$$

$$\text{其中, } \phi^* = \sup \left\{ \phi : |x_i^k + \phi \delta x_i^k| \leq 1, i = 1, \dots, N \right\},$$

$$\phi^* = \sup \left\{ \phi : |y_i^k + \phi \delta y_i^k| \leq 1, i = 1, \dots, N \right\}^{\circ}$$

2 不同算法的对比研究

本文评价系统包括评价模型和评价参数, 使用 EIDORS 和 MATLAB 实现。

2.1 算法的成像结果

为验证 L1-L1 算法的图像重建成像效果, 共设置 3 个评价模型, 包括单目标、双目标和三目标模型, 其中目标物体的电导率是 3 S/m, 背景的电导率为 1 S/m。同时与 Newton-Raphson 类经典算法中的 TR、NOSER 的成像效果进行对比研究, 这两种算法的电压残差项和罚函数项均采用 L2 范数。不同算法的成像结果见图 1。

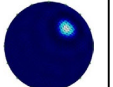
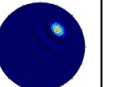
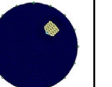
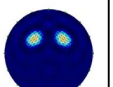
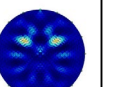
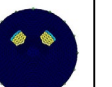
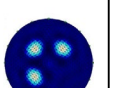
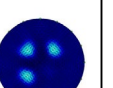
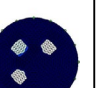
模型编号	仿真模型	TR	NOSER	L1-L1
1				
2				
3				

图1 图像重建算法的成像结果

注: TR: Tikhonov正则化算法; NOSER: 牛顿一步迭代算法。

对于三种模型, TR、NOSER 和 L1-L1 三种算法都可以分辨出目标的位置、大小。L1-L1 算法重建目标的电导率大

小接近真实分布,但是 TR 和 NOSER 算法重建目标的电导率和真实电导率分布相差较大。NOSER 算法的成像结果中目标的形变较为严重,尤其是双目标模型最严重,已经无法估计出目标的形状。并且,TR 和 NOSER 算法重建目标存在伪迹,L1-L1 算法不存在伪迹。所有算法中,L1-L1 算法重建目标的电导率和真实电导率分布相差最小的,成像目标的形变也是最小的,不存在伪迹,因此,L1-L1 算法是表现最好的。

2.2 不同模型评价参数

本文选择图像误差^[10]、算法的运行时间作为评价图像重建算法的评价指标,图像误差越接近 0,图像质量越高,算法运行时间越短,算法的实时性越好。定义评价指标如下所示。

2.2.1 图像误差

$$IME = \frac{\|G - \hat{G}\|}{\|G\|} \quad (17)$$

其中,IME 为图像误差,G 为设定的电导率分布, $\hat{G}$ 为重建结果。

2.2.2 算法运行时间

算法的运行时间从逆问题计算开始,到计算出重建图像的电导率分布为止,不包括将重建图像显示出来的时间,单位为 s。TR、NOSER 和 L1-L1 三种算法的图像误差、运行时间分别如图 2 所示。

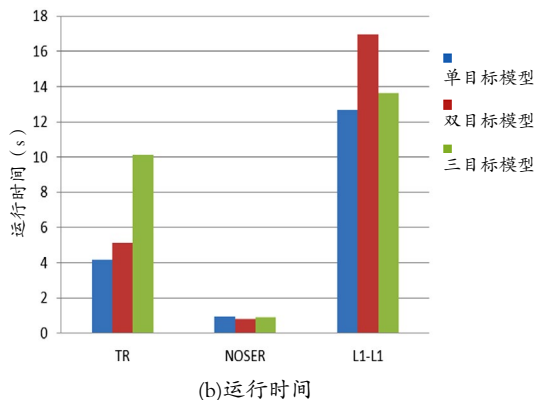
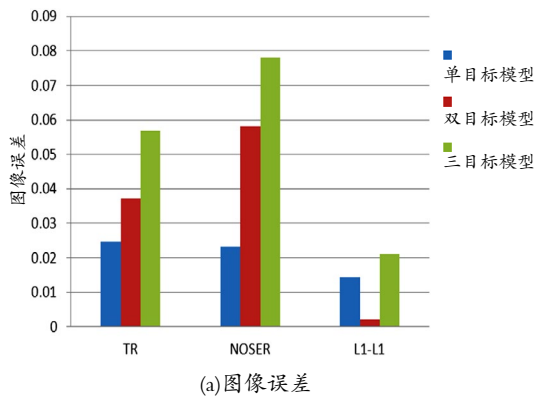


图2 不同算法的图像误差和运行时间

注: TR: Tikhonov 正规化算法; NOSER: 牛顿一步迭代算法。

对于三种模型,三种算法的图像误差相差较大,从成像结果可以看出 L1-L1 算法成像效果最好,不存在伪迹,TR 和 NOSER 算法存在伪迹,而且 NOSER 算法中双目标模型形变严重。评价参数中 NOSER 算法的图像误差最大,L1-L1 算法的图像误差最小,与成像结果相吻合。从运行时间来看,NOSER 算法运行时间最短,实时性好,L1-L1 算法运行时间最长,实时性较差。

3 结论

对于三种模型,L1-L1 算法成像结果基本上不存在伪迹,目标边界比较清晰,图像效果最好。TR 和 NOSER 算法成像结果存在伪迹,目标边界比较模糊,但是 NOSER 算法运行时间较短,实时性好。因此,电压残差项和罚函数项均采用 L1 范数的算法成像不存在变形,目标边界清晰,要优于均采用 L2 范数的算法,但两项均采用 L2 范数的算法实时性更好。

[参考文献]

- [1] 肖理庆,王化祥,厉丹.改进Landweber预选代ERT图像重建算法[J].中国电机工程学报,2013,33(23):118-125.
- [2] 肖理庆,王化祥,徐晓菊.改进牛顿-拉夫逊电阻层析成像图像重建算法[J].中国电机工程学报,2012,32(8):91-97.
- [3] Vauhkonen M,Vadasz D,Karjalainen PA,et al.Tikhonov regularization and prior information in electrical impedance tomography[J].IEEE Trans Med Imaging,1998,17(2):285-293.
- [4] Cheney M,Isaacson D,Newell JC,et al,NOSER:An algorithm for solving the inverse conductivity problem[J].Int J Imag Syst Tech, 2005,2(2):66-75.
- [5] Yorkey TJ,Webster JG,Tompkins WJ.Comparing reconstruction algorithms for electrical impedance tomography[J].IEEE Trans Biomed Eng,1987,34(11):843-852.
- [6] Rao LY,He RJ,Wang YH,et al.An efficient improvement of modified newton-raphson algorithm for electrical impedance tomography[J].IEEE Trans Magn,1999,35(3):1562-1565.
- [7] Andersen KD,Christiansen E,Conn A,et al.An efficient primal-dual interior-point method for minimizing a sum of Euclidean norms[J].SIAM J Sci Comput,2000,22(1):243-262.
- [8] Borsic A,Adler A.A primal-dual interior-point framework for using the L1 or L2 norm on the data and regularization terms of inverse problems[J].Inverse Probl,2012,28(9):95011-95037.
- [9] Murai T,Kagawa Y.Electrical impedance computed tomography based on a finite element model[J].IEEE Trans Biomed Eng,1985, 32(3):177-184.
- [10] Yang WQ,Peng LH.Image reconstruction algorithms forelectrical capacitance tomography[J].Meas Sci Technol,2003,14(2):1-13.

基于电阻抗成像技术实时监测小猪肺出血模型的实验研究

Experiment Study on EIT-Based Real-Time Monitoring of the Little Pig Pulmonary Hemorrhage Model

代萌, 徐灿华, 杨滨, 夏军营,
刘本源, 刘锐岗, 史学涛,
尤富生, 付峰
第四军医大学 生物医学工程系, 陕西
西安 710032

DAI Meng, XU Can-hua,
YANG Bin, XIA Jun-ying,
LIU Ben-yuan, LIU Rui-gang,
SHI Xue-tao, YOU Fu-sheng,
FU Feng
School of Bio-Medical Engineering,
The Fourth Military Medical University,
Xi'an Shaanxi 710032, China

[摘要] 目的 探讨基于电阻抗成像技术(EIT)实时监测小猪肺出血模型的可行性。方法 以小猪肺出血模型为研究对象, 采用EIT实时连续监测小猪肺出血过程中的电阻抗变化。结果 当注血量每5 mL逐渐增加时, EIT图像的相应区域呈红色显示, 并逐渐增强, EIT所显示的出血位置与CT所示的基本一致。定量分析结果表明, 当注血量每5 mL逐渐增加时, 图像上提示区域的阻抗、面积变化逐渐增大, EIT定量分析指标与注血量存在良好的相关性。结论 EIT技术能够实时有效地检测小猪肺出血引起的电阻抗变换, 为临床研究奠定了基础。

[关键词] 电阻抗成像技术; 肺出血; 动物实验; 新生儿; 阻抗信号

Abstract: Objective To explore the feasibility of EIT-based (Electrical Impedance Tomography) real-time monitoring of the little pig pulmonary hemorrhage model. Methods As the objective of this study, electrical impedance changes of little pig pulmonary hemorrhage model was constantly and real-timely monitored with adoption of EIT. Results Gradual increase of each 5 mL of injected blood volume resulted in redness displayed in EIT images incorresponding areas and gradual enhancement. The hemorrhage locations revealed by EIT accorded with those displayed by CT. Quantitative analysis results indicated that gradual increase of each 5 mL of injected blood volume led to gradually-enlarge delectrical impedance and area in the relevant locations in EIT images, which proved the relevance between EIT quantitative analysis indicators and the injected blood volume. Conclusion EIT could real-timely monitor the electrical impedance changes caused by pulmonary hemorrhage in little pigs in an effective way, which laid a solid foundation for clinical researches.

Key words: electrical impedance tomography; pulmonary hemorrhage; animal experiments; neonates; impedance signals

[中图分类号] R318 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.006

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0019-03

0 前言

肺出血是由于各种原发性或继发性肺损伤引起出血的临床危重征象, 是新生儿常见的主要死亡原因之一^[1]。据国内外文献报道, 新生儿肺出血的发病率约1%~12%, 而死亡率高达74.6%^[2-3]。与此同时, 由于肺出血的发病机制尚未完全明确, 所以临床上仍缺乏早期诊断的方法, 当患

儿出现口鼻涌出血性泡沫液体的症状时已属晚期^[4-5]。虽然传统的大型影像设备可用于确诊新生儿肺出血, 但因其体积积过于庞大、有辐射性, 无法对具有潜在发病可能的新生儿进行床旁实时监测, 无法满足临床上早发现、早治疗的需要。

电阻抗断层成像技术(Electrical Impedance Tomography, EIT)因其无创、无辐射、便携化、采用安全电流获取信号、功能成像等特点, 使其能够在床旁对患儿进行实时动态的图像监护, 有助于新生儿肺出血的早期发现、及时预警, 具有巨大的临床应用价值。实际上, 利用EIT技术, 开展

收稿日期: 2015-06-28

基金项目: 军队课题(AWS14C006, CWS12J102); 国家科技支撑计划课题(2012BAI20B02)。

通讯作者: 付峰, 教授, 博士生导师。

通讯作者邮箱: fengfu@fmmu.edu.cn

针对其他脏器内出血实时监测的研究已有相应报道。代萌^[6]等、徐灿华^[7]等均报道了采用 EIT 技术实时发现和监测小猪脑出血的过程；帅万均等^[8]证明了 EIT 可以检测到小猪腹腔内出血；尤富生等^[9]报道了利用 EIT 监测一名肾出血病人并成功救治的案例。由此可见，EIT 技术在监测临床内出血的应用方向极具前景，但针对肺出血的 EIT 检测与监测研究却鲜有报道。本研究以小猪为实验对象，利用 EIT 技术监测其肺出血过程，并对出血程度和范围进行初步的定量分析。

1 材料和方法

1.1 一般资料

选取小猪 14 只，其中雌性 7 只，雄性 7 只，年龄 4~6 周。

1.2 数据采集

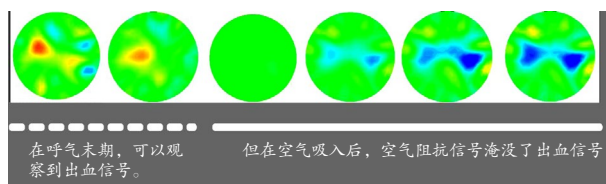
采用常规麻醉后，对胸部一周行备皮处理；在胸骨尖突上方 5 cm 处，等间隔安放 16 个电极；经小猪股动脉抽取 20 mL 自体血并加肝素抗凝；在进行 EIT 监测的同时，将小猪自体抗凝血注入肺脏内，每次注射 5 mL，注射 4 次；观察注血过程中 EIT 图像的相应变化（图 1）。



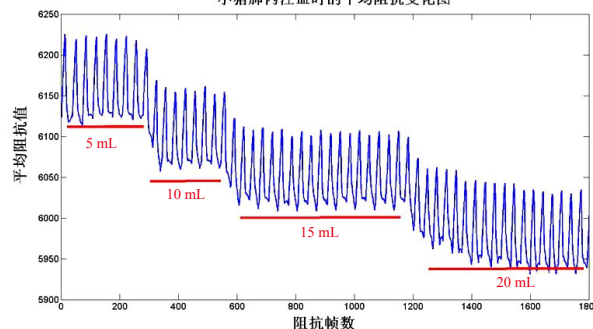
图1 利用EIT系统监测小猪肺出血模型的实验现场

1.3 呼吸阻抗信号滤除

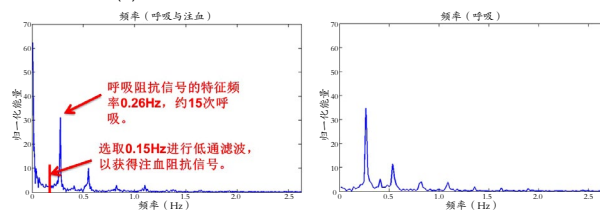
在试验过程中，当小猪处于呼气末期时，EIT 图像上的相应位置可以观察到出血信号；当小猪吸入空气后，空气在肺部引起的阻抗变化远大于出血引起的阻抗变化，EIT 图像上的出血信号基本被空气信号湮没，见图 2(a)。因此，为消除呼吸阻抗信号的影响，本研究对原始阻抗测量信号进行了分析与处理。原始阻抗测量信号的基线随着注血量的增加而降低，说明小猪肺部整体阻抗呈下降趋势，但整体信号都受到了周期性呼吸阻抗信号的干扰，见图 2(b)。通过分析并比较注血前后小猪肺部阻抗信号功率谱发现，小猪自主呼吸而不施加干预时的阻抗信号功率分布与注血后的阻抗信号功率分布存在明显不同：0.26 Hz 处的尖峰提示小猪的呼吸频率约为 15 次/min；而在注血后的功率谱中，<0.15 Hz 的低频功率成分可认为是注血阻抗信号。所以，通过设计以 0.15 Hz 为截止频率的数字低通滤波器，将呼吸阻抗信号进行抑制而进一步突出注血阻抗信号，见图 2(c)。



(a) 小猪肺出血所引起的阻抗信号被肺呼吸阻抗信号湮没
小猪肺内注血时的平均阻抗变化图



(b) 小猪肺部注血时的原始阻抗测量信号



(c) 注血前后小猪肺部阻抗信号功率谱的对比

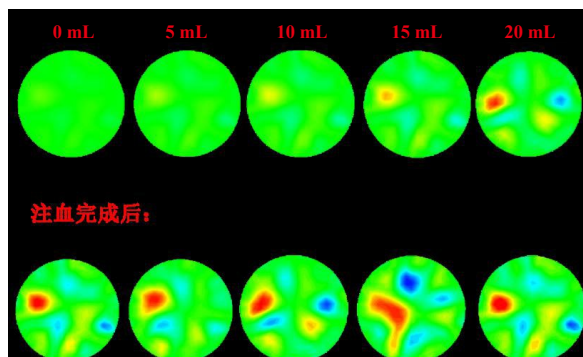
图2 呼吸阻抗信号滤除

1.4 EIT图像定量分析

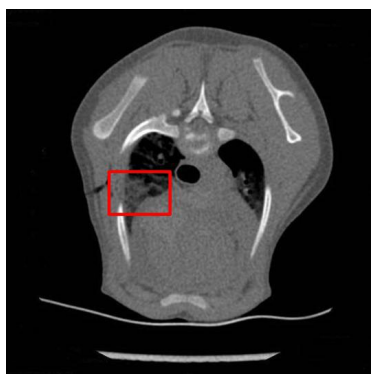
为初步定量研究 EIT 图像上注血信号的阻抗变化程度，用平均阻抗值（Average Resistivity Values, ARV）来衡量注血信号阻抗变化的平均值；感兴趣区（Region of Interest, ROI）（%）来衡量注血信号面积占整个肺区面积的比例。

2 结果

滤波后，小猪肺出血的 EIT 图像序列见图 3(a)。当注血量逐渐增加时，EIT 图像的相应区域（图上左侧位置）呈红色显示，并逐渐增强；同时，影像结果提示，EIT 所显示的出血位置与 CT 所示出血位置基本一致，图 3(b)。



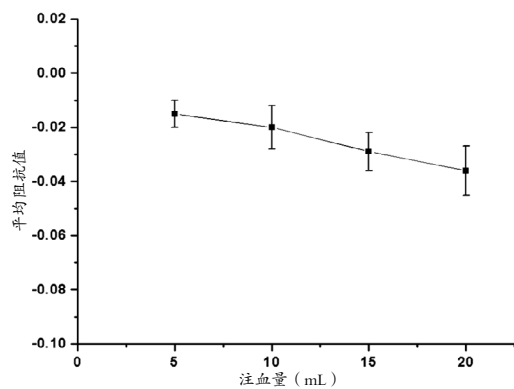
(a) 小猪肺出血模型的EIT成像序列



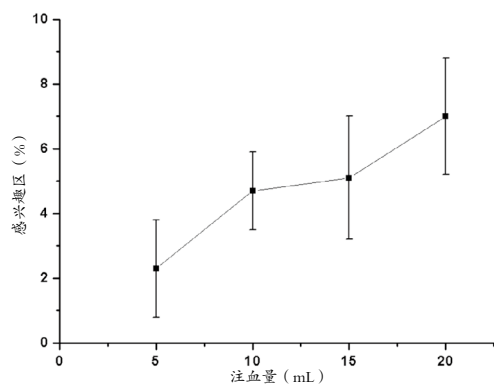
(b) CT所示的小猪肺出血部位

图3 小猪肺出血的EIT图像序列与CT图像

EIT 图像定量分析结果表明,当注血量每 5 mL 逐渐增加时,图像上所提示区域(左侧红色区域)的 ARV、ROI 均逐渐增大,EIT 定量分析指标与注血量存在良好的相关性(图 4)。



(a) 阻抗变化



(b) 面积变化

图4 小猪肺脏注血量与EIT出血区域的关系

3 讨论

本研究首次证实了采用 EIT 技术对小猪肺出血模型进行实时监测的可行性,并对出血程度进行了初步的定量分析。通过本试验发现,由于血液组织与肺脏组织之间电阻抗存在差异,理论上可以由 EIT 检测并成像,但由于呼吸过程带来的信号干扰,使出血阻抗信号被湮没。本研究通过数字滤波的方法将呼吸阻抗信号滤除,有效地获得了肺出血所产生的阻抗信号,再通过 EIT 成像方法间接地反映出肺出血的程度和分布,为临床研究奠定了良好的实验基础。

[参考文献]

- [1] 金汉珍,黄德珉,官希吉.实用新生儿学[M].5版.北京:人民卫生出版社,2012.
- [2] 陈自励,管婉华.新生儿肺出血的病因与预防[J].临床儿科杂志,1985,3:259-261.
- [3] Li L,Yu J,Wang J,et al.A prediction score model for risk factors of mortality in neonate with pulmonary hemorrhage:the experience of single neonatal intensive care unit in Southwest China[J].Pediatr Pulmonol,2008,43(10):997-1003.
- [4] 曹立杰,李松.早产儿肺出血危险因素的研究[J].中国新生儿科杂志,2010,25(4):208-211.
- [5] 江玉柱,井赛.几种磁场方式电阻抗成像技术的新进展[J].中国医疗设备,2015,30(3):63-66.
- [6] Dai M,Wang L,Xu C,et al.Real-time imaging of subarachnoid hemorrhage in piglets with electrical impedance tomography[J].Physiol Meas,2010,31(9):1229-1239.
- [7] Xu CH,Wang L,Shi XT,et al.Real-time imaging and detection of intracranial haemorrhage by electrical impedance tomography in a piglet model[J].J Int Med Res,2010,38(5):1596-1604.
- [8] Shuai W,You F,Zhang H,et al.Application of electrical impedance tomography for continuous monitoring of retroperitoneal bleeding after blunt trauma[J].Ann Biomed Eng,2009,37(11):2373-2379.
- [9] You F,Shi X,Shuai W,et al.Applying electrical impedance tomography to dynamically monitor retroperitoneal bleeding in a renal trauma patient[J].Intensive Care Med,2013,39(6):1159-1160.



医用电气设备听觉报警信号特征检测方法研究

Research on the Detection Methodology for Audible Alarming Signals of Medical Electrical Equipment

王权, 李澍, 苏宗文, 任海萍
中国食品药品检定研究院 医疗器械
检定所, 北京 100050

WANG Quan, LI Shu,
SU Zong-wen, REN Hai-ping
Institute for Medical Devices Control,
National Institutes for Food and Drug
Control, Beijing 100050, China

[摘要] 目的 探讨医用电气设备听觉报警信号特征的检测方法。方法 采用噪声频谱分析仪配合高带宽泰克数字示波器与B&K耳声分析系统配合声音分析仪两种测试平台, 对多参数监护仪进行听觉报警信号检测。结果 在相同环境条件下, 两种测试平台所得结果差别不大; 相较于普通实验室, 两种测试平台在消声室均得到更准确的测试结果。结论 对于听觉报警信号特征的检测在消声室中干扰较少, 检测结果更为准确。

[关键词] 医用电气设备; 听觉报警信号特征; 消声室

Abstract: Objective To explore the detection methodology for audible alarming signals of medical electrical equipment. Methods Two testing platforms were adopted to detect the audible alarming signals of the multi-parameter monitor, including the combination of the noise spectrum analyzer and high bandwidth Tektronix digital oscilloscope as well as the combination of the ear acoustic analysis system and the voice signal analyzer. Results No obvious differences were seen between the testing results on two platforms under the same environmental conditions. In contrast with the common laboratory, application of the two platforms in the anechoic chamber could achieve more accurate testing results. Conclusion Detection of the features of audible alarming signals in the anechoic chamber had less interference and could obtain more accurate testing results.

Key words: medical electrical equipment; features of audible alarming signals; anechoic chambers

[中图分类号] R445; TP391.7 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.007

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0022-03

0 前言

医用电气设备在已确定潜在的或实际危险存在时的情况下, 可能发出听觉、视觉等报警。其中, 听觉报警可以提醒距离设备较远的医务人员引起重视并采取相关措施。虽然从一次听觉报警中准确推断出报警的原因比较困难, 但是在发生报警的时候, 医务人员期望能从听觉报警和视觉报警中推断出报警的紧急程度、报警的原因, 以便采取相应的措施。随着市场上医用电气设备功能越来越多, 电子集成化的程度越来越高, 产生了更多种类的报警声音,

容易造成临床工作人员的误操作。为了规范医用电气设备的报警音, 国际上出台了相应标准 IEC 60601-1-8 : 2003^[1]。2009年, 我国同等转化该标准出台 YY 0709-2009《医用电气设备第1-8部分: 安全通用要求并列标准: 通用要求 医用电气设备和医用电气系统中报警系统的测试和指南》^[2], 规定了医用电气设备和医用电气系统中报警系统的基本安全和基本性能要求和测试要求, 并提供应用指南。虽然标准中规定了医用电气设备的声音报警系统的要求, 但是并未给出详细的检测方法及检测的环境条件。因此这就需要检测机构自己探索试验方法及试验条件, 进行探索性研究, 应用不同试验设备在不同试验环境条件对于听觉报警信号进行检测^[3-4]。

收稿日期: 2015-04-17
作者邮箱: renhaiping@nifdc.org.cn

修回日期: 2015-04-22

1 材料与方法

1.1 标准要求

YY 0709-2009 中对于听觉报警信号特征有着明确的要求。对高中低级报警信号, 分别有听觉报警信号脉冲群的特征和单个脉冲的特征等参数的规定和要求。其中, 对高级报警信号的要求最为严格。以高级报警为例, 其基本要求见表 1~2 和图 1。在要求中详细规定了信号脉冲及脉冲群的特征, 在检测中对于脉冲间隔、脉冲有效持续时间、上升时间和下降时间的测量是关键技术点。采用何种检测设备在何环境下进行检测成为关键因素。

表1 听觉报警信号脉冲群的特征^[2]

脉冲群特征	高优先级报警信号
脉冲群中脉冲数	10
脉冲间隔 (t_s)	
介于第 1 与第 2 脉冲间	x
介于第 2 与第 3 脉冲间	x
介于第 3 与第 4 脉冲间	$2x+t_d$
介于第 4 与第 5 脉冲间	x
介于第 5 与第 6 脉冲间	$0.35\sim 1.30\text{ s}$
介于第 6 与第 7 脉冲间	x
介于第 7 与第 8 脉冲间	x
介于第 8 与第 9 脉冲间	$2x+t_d$
介于第 9 与第 10 脉冲间	x
脉冲群间期	$2.5\sim 15.0\text{ s}$
任何两脉冲振幅的差异	最大 10 dB

注: x 值介于 50~125 ms 之间; 一个脉冲群内 x 的变化范围应为 $\pm 5\%$ 。

表2 听觉报警信号脉冲的特征^[2]

脉冲特征	数值
脉冲频率 (f_0)	150~1000 Hz
300~4000 Hz 之间的谐波分量数	最少 4 个
脉冲有效持续时间 (t_d)	
高优先级	75~200 ms
上升时间 (t_r)	t_d 的 10%~20%
下降时间 (t_f)	$t_f \leq t_s - t_r$

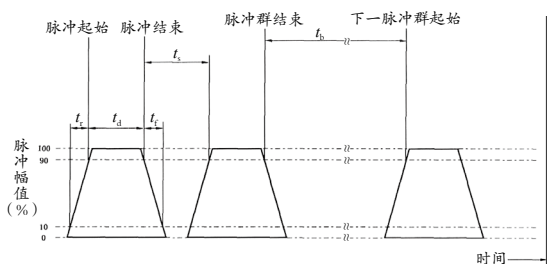


图1 听觉报警信号的时间特征图示^[2]

1.2 检测方法

1.2.1 噪声频谱分析仪配合高带宽泰克数字示波器

实际测试中可以使用噪声频谱分析仪作为声音信号采集的设备, 通过音频输出接口将信号连接于高带宽泰克数字示波器, 可以在示波器上直接显示报警信号的波形, 以便直接分析听觉报警信号的特征^[3]。此种方法方便直接, 可以直接读取分析数据, 检测平台搭建比较容易, 测试方

法简单, 对于测试信号特征可以实时计算观察。但是使用此方法有一个缺点, 采集的数据只能当时在示波器上进行数据分析, 不能后续进行编辑分析。

1.2.2 B&K耳声分析系统以及声音分析仪

采用 B&K 公司的耳声分析系统配合声音分析仪进行听觉信号特征测试是另外一种检测方法。声音信号通过传感器的采集进入声音分析仪, 声音分析仪将信号进行处理后发送到计算机, 由计算机通过耳声分析系统软件进行优化分析。此种测试属于采用专业设备进行测试, 操作比较复杂, 专业设备比较昂贵。但是因为可将采集的数据记录于计算机, 所以可以随时进行数据的查看和分析, 数据分析性强、保存性好。

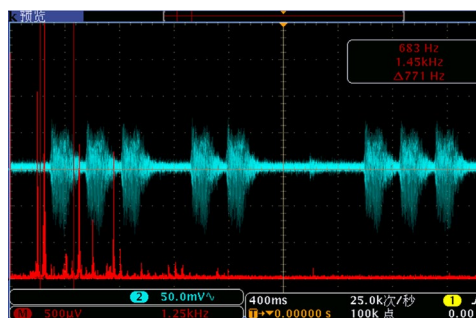
1.3 测试环境

分别在消声室和普通实验室内进行测试。消声室是用于声测试项目的实验室, 要求当声源或接收器置于地面上时, 声源和接收器之间只有直达声而没有反射声干扰或外界噪声干扰^[5]。消声室不仅是声学测试的一个特殊实验室, 而且是测试系统的重要组成部分, 实际上它也是声学测试设备之一, 其声学性能指标直接影响测试的精度。本实验中测试消声室的基本参数: 本底噪声 16 dB、截止频率 100 Hz。普通实验室是不具备以上特征的, 在普通实验室一定会存在着各种声音的叠加及互相干扰^[6-7]。经过实测, 普通实验室本底噪声为 40 dB 左右。

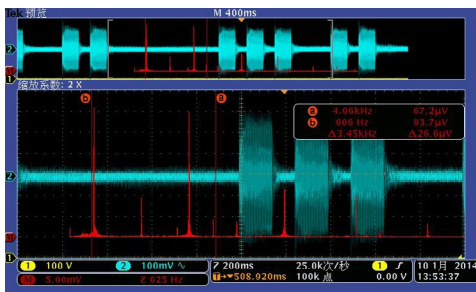
2 结果

试验测试设备选取多参数监护仪, 采用两种测试方法分别应用于不同试验环境, 进行交叉测试。

噪声频谱分析仪配合高带宽泰克数字示波器分别应用于普通实验室及消声室。检测高级报警时域及频域报警图形, 见图 2。设备在消声室中检测波形远远好于在普通实验室中检测的波形, 脉冲持续时间、脉冲间隔、上升时间、下降时间等参数在消声室中测量的图形中更容易清晰辨别, 可以非常容易的测量到相应的参数。而在普通实验室中检测到的波形图则有明显的混频现象, 使得脉冲间隔、脉冲持续时间、下降时间等参数不易获得明确值, 究其原因是因为在消声室中没有声音反射传播的叠加和外界噪声的干扰, 检测数据更接近设备本身发出来的报警音, 而在普通实验室中由于实验室墙壁、实验室中其他设备摆放位置等因素都会使得报警音发生各种反射, 在使用仪器测量时就会把这种混合音频进行采集, 得到的声音信号特征就会失真。B&K 耳声分析系统以及声音分析仪分别应用于普通实验室及消声室。检测高级报警时域及频域报警图形, 见图 2(b)。设备在消声室中检测波形远远好于在普通实验室中检测的波形 (图 3)。这可以表明实验室环境条件对检测数据影响较大。



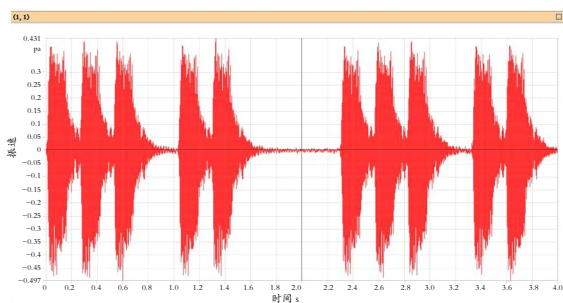
(a)



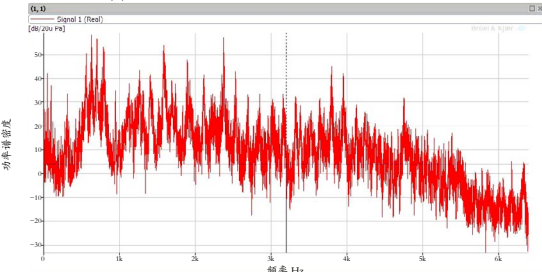
(b)

图2 检测高级报警时域及频域报警图形

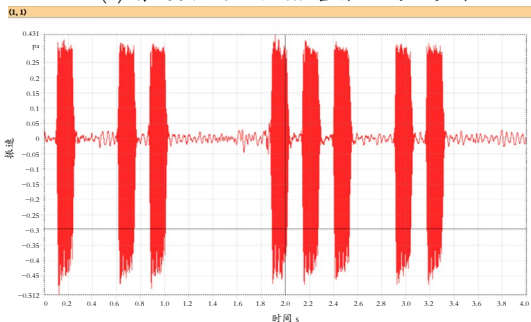
注: (a) 噪声频谱分析仪配合高带宽泰克数字示波器不同试验环境对比; (b) 设备在普通实验室条件下测试报警音时域及频域波形。



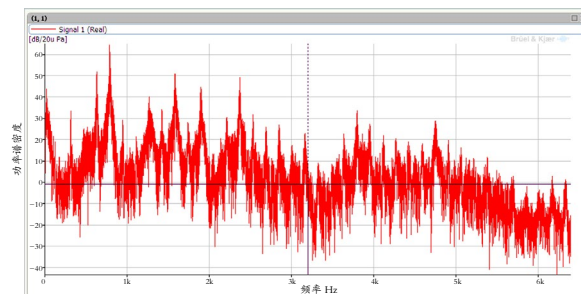
(a) 普通实验室测试报警音时域波形图



(b) 普通实验室测试报警音频域波形图



(c) 消声室测试报警音时域波形图



(d) 消声室测试报警音频域波形图

图3 设备测试报警音时域频域波形图

3 讨论

本文通过采用不同检测设备及在不同试验环境条件下对 YY 0709-2009 声音报警信号特征进行了比对分析, 采用的噪声频谱分析仪配合高带宽泰克数字示波器的方法和 B&K 耳声分析系统以及声音分析仪的方法都是日常检测中比较常用的检测方法, 从试验的结果来看, 两种试验方法均是可行的, 并不存在明显差异^[8]。

对于环境的影响则显而易见, 在不同试验环境的条件下, 检测的数据波形存在着明显差异, 在普通实验室中测试的结果明显较差, 外部噪声的干扰和被测设备本身发出的报警音在实验室中的反射声叠加干扰对检测的影响较大。毋庸置疑的是, 临床使用环境不会是一个理想的消音环境, 临床工作人员感知的信号也不会完全等同于医用电气设备发出的听觉报警信号。国内外标准规定的是从设备的设计角度进行考虑的, 没有考虑更多的实际影响因素。在条件允许的情况下, 建议检测医用电气设备的声音报警信号特征在消音室中进行。

[参考文献]

- [1] IEC60601-1-8:003, Medical electrical equipment-Part 1-8: General requirements for basic safety and essential performance-Collateral standard: General requirements, tests and guidance for alarm systems in medical electrical equipment and medical electrical systems[S].
- [2] YY0709-2009, 医用电气设备第1-8部分: 安全通用要求并列标准: 通用要求, 医用电气设备和医用电气系统中报警系统的测试和指南[S].
- [3] 齐丽晶, 张海明. 解读YY0709-2009医用报警系统的测试[J]. 中国医疗器械杂志, 2011, 35(4): 291-293.
- [4] 齐丽晶, 张海明, 张赞. YY0709-2009医用报警系统检测方法研究[J]. 医疗卫生装备, 2014, 35(2): 125-126.
- [5] GB/T 3785.2-2010/IEC 61672-2:2003, 电声学声级计第2部分: 型式评价试验[S].
- [6] GB50800-2012, 中华人民共和国国家标准: 消声室和半消声室技术规范[S].

下转第 12 页

基于六轴飞行器的多功能搜救系统的研制

Development of a Multi-Functional Search and Rescue System Based on the Six-Rotor Helicopter

杜凯^{1,2}, 张和华¹, 戴晨曦^{1,2},
张晓武¹, 朱兴友¹, 尹军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

DU Kai^{1,2}, ZHANG He-hua¹,
DAI Chen-xi^{1,2}, ZHANG Xiao-wu¹,
ZHU Xing-you¹, YIN Jun¹

1.Department of Medical Engineering,
Institute of Surgery Research, Daping
Hospital, Third Military Medical
University, Chongqing 400042, China;

2.Institute of Bio-Medical Engineering,
Third Military Medical University,
Chongqing 400038, China

[摘要] 本文基于普通六轴飞行器设计了一种多功能搜救飞行器, 尝试将小型飞行器应用在救灾现场。该搜救飞行器主要由单片机、电源、IPS接口、信号发射和接收装置、螺旋桨、电机、角速度传感器、外围执行和反馈电路、夜航指示灯、可折叠支架等组成, 能够完全适应现代化的搜救行动, 有利于搜救人员快速、有效、准确地应对受灾情况, 节约搜救成本, 对于现行搜救系统搜救能力的提升具有重要借鉴意义。

[关键词] 六轴飞行器; 多功能搜救; 单片机; 角速度传感器

Abstract: A multi-functional search and rescue aircraft was designed based on the six-rotor helicopter, which mainly consisted of the single chip microcomputer, power supply, IPS interface, signal transmitting and receiving device, propeller, motor, angular rate sensor, peripheral execution and feedback circuit, night light and foldable bracket. The new system was intended for application in the emergency rescue situations and met the requirements of modernized search and rescue actions. It had proven its features in helping rescue staff deal with the rescue situations in a faster, more effective and accurate way, which reduced the search and rescue cost and also provided significant references for improvements.

Key words: helicopters with six rotors; multi-functional search and rescue; single chip microcomputer; angular rate sensor

[中图分类号] R318.6 [文献标识码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.008

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0025-03

0 前言

无人飞行器多年来一直是各国研究的热点^[1-3]。在无人飞行器技术上, 除了传统的固定翼无人飞行器外, 多旋翼无人飞行器的应用也逐渐广泛, 尤其是小型多旋翼无人飞行器。小型多旋翼无人飞行器结构简单、操作灵活, 对起飞和降落场地的要求不高, 还可实现定点、定高、定时巡航, 对复杂地形条件有良好的适应性, 而这些特点正是固定翼无人飞行器的短板。

多旋翼飞行器的旋翼越多, 其稳定性和载重能力就越强。经过对不同旋翼飞行器性能的考察和实际应用的比较发现, 六轴飞行器既能满足较多场合的实际需求, 又能尽

可能地节省成本, 为此笔者特地制作了一台小型六轴飞行器。

现行的搜救系统主要由地面搜集队伍完成整个搜救过程, 存在效率低、时效性差等问题; 而直升机等飞行器的应用又存在各种限制, 实际使用情况并不良好。近几年来, 人们发现了小型飞行器并尝试将其应用到搜救系统中, 但一直没有太大的进展。本文主要讨论将小型飞行器运用到搜救系统的可能性^[4-5]。

1 六轴飞行器简介

目前的无线探测系统已经非常成熟。飞行器主要利用众多传感器如气压计、陀螺仪、超声波雷达、GPS 等来保证其飞行的稳定性。

普通飞行器主要由动力系统、控制系统和通信系统组

收稿日期: 2015-03-18

通讯作者: 张和华, 工程师。

作者邮箱: 384835353@qq.com

修回日期: 2015-04-10

成,可以担负一些基础任务。对普通飞行器进行升级和拓展,如加载拍摄系统、生命探测系统、图像识别系统和定位系统等就能实现具体的功能。目前市场上应用到具体领域或具有具体功能的飞行器比较少见,成批量生产和应用的飞行器更是寥寥无几,因此飞行器具体功能的实现尚有待开发。

2 控制系统组成与工作原理

多旋翼飞行器的核心是控制系统,六轴飞行器也不例外。本研究中,飞行器控制系统以 ATMEGA8535 单片机为核心,与执行操作的外围电路和传感器检测电路形成一个闭环控制系统。为了进一步提高飞行器的智能化和可操作性,本研究在其上安装了角速度传感器作为姿态传感器来获取其角度信号,以感知飞行器的当前状态,并将其反馈到单片机中,与目标状态进行比较,再融合其加速度传感器采集的信号一起完成姿态检测。飞行器姿态的控制是通过 PID 控制算法实现的,这一过程需要动力系统和通信系统的配合。

本研究设计的飞行器具有承载量大、飞行控制精确和可折叠等特点。首先,飞行器是六轴飞行器,一般来说飞行器的轴数越多,承载量越大,而现在的飞行器多数为四轴飞行器,六轴飞行器普遍较少。其次,飞行器的电源选用 6S10000 型号 10000 mA 电池,储存电量,续航时间长^[6]。第三,飞行器采用 GPS/北斗双定位系统,定位极其精确,可以做到经纬度定位、精确悬停、定轨巡航等,完全符合搜救系统对精密度的要求。最后,机架采用可折叠结构,解决了以往六轴飞行器机型大、不方便携带的短板。

本研究所设计的六轴飞行器结构示意图,见图 1。

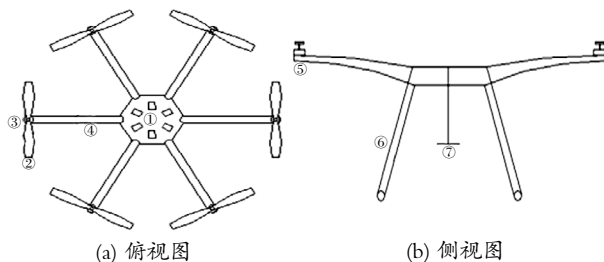


图1 六轴飞行器结构示意图

注：① 单片机、电源、IPS接口和信号发射和接收装置；
② 螺旋桨；③ 电机、角速度传感器；④ 外围执行和反馈电路；⑤ 夜航指示灯；⑥ 可折叠支架；⑦ 拓展功能接口（可携带高速摄像机、生命探测仪等）。

2.1 控制系统硬件及其结构

基于六轴飞行器的特殊结构和体积小、功耗低、重量轻等特点,飞行器的控制系统设计以单片机为核心,并在元器件的选择上尽量选用贴片封装的电阻、电容及其它元器件,使整机总体重量减轻,并尽可能采用功耗低的 CMOS 元器件,使总机的整体功耗降低。

控制系统结构框图,见图 2。控制人员通过控制端控

制整个系统,通过通信装置将信号传送到单片机。根据信号的不同,单片机对动力装置和功能装置进行控制。动力装置主要负责螺旋桨叶和调速器的控制。功能装置中配有生命探测仪、环境监测设备(高清摄像头、声音接收器和温湿度传感器等)、有毒物质检测仪、救灾物品和其它通用功能模块接口(可以接其他传感器、检测仪等)。

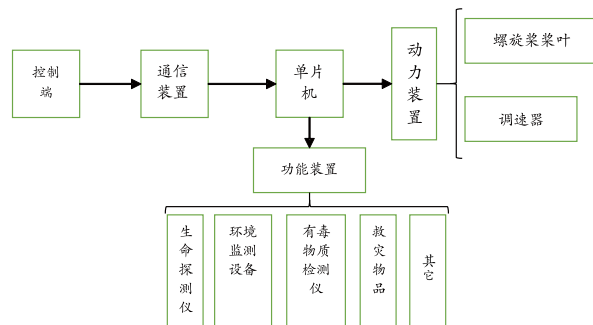


图2 控制系统结构框图

2.2 飞行控制过程的优势

现有的六轴飞行器控制过程的一般实现方法是单向通信,即由操作者控制飞行器的飞行。本研究设计的六轴飞行器实现了双向通信,即由控制端发出控制信号,终端执行后返回执行结果和相应的数据(误差、经纬度坐标、探测信号等),有助于使用者进一步下达操作指令。

六轴飞行器的飞行控制过程与其他飞行器有着不一样的特点^[7],它通过调节 6 个电机的转速来改变其螺旋桨速度,实现升力的变化,从而控制飞行器的姿态和位置。六轴飞行器采用 6 个固定倾角旋翼,它们与中心的距离相等。对角的一对电机产生形态的升力,可以使力矩达到平衡。6 个电机中,3 个逆时针旋转,3 个顺时针旋转,可以使飞行器平衡飞行时,竖直方向上的空气动力扭矩效应被抵消,从而保证六轴航向的稳定。

六轴飞行器旋翼结构示意图,见图 3。

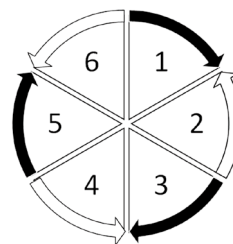


图3 六轴飞行器旋翼结构示意图

6 个电机被分为两组,其中 1、3、5 电机顺时针旋转,2、4、6 电机逆时针旋转。通过 6 个电机不同的转速组合可以实现飞行器的姿态变换,从而实现各种复杂运动。当 6 个电机同时增速(减速)时,可以实现飞行器的上下平移;当 6 个电机的升力之和等于飞行器总重时,可以保持悬停;保持旋翼 2、5 对机身的反扭矩等于旋翼 3、6 对机身的反扭矩,利用电机 2、3 与电机 5、6 控制的旋翼的升力之差使飞行器发生倾斜,可以实现飞行器的前后运动;当 1、3、

5 电机转速上升, 2、4、6 电机转速下降, 向左的反扭矩大于向右的反扭矩时, 飞行器便在反扭矩的作用下实现了向左的侧向运动, 向右的侧向运动同理。

2.3 飞行器的功能

该飞行器的最大特点在于通过搭载不同的搜救模块, 可以执行周围环境监测、生命探测、有毒物质检测和救灾物品投放等一系列任务。

(1) 周围环境监测。飞行器上搭载高清摄像头、声音接收器和温湿度计, 摄像头像素达 600 万, 主要拍摄物体的运动过程。飞行器飞行到目的地时, 通过高清摄像头、声音接收器和温湿度计, 可以使操控人员了解周围的环境。当飞行器靠近障碍物时, 会自动进行规避(通过单片机实现), 并通过语音提示操控人员, 避免飞行器损坏。

(2) 生命特征探测。飞行器可以到达救灾人员短时间内无法到达的区域, 通过打开搭载的生命探测仪进行近距离的生命特征探测, 然后将探测到的数据通过通信频道传输到后方救灾基地的计算机上, 使救灾信息中心可以快速精准地了解是否有人被困, 从而缩短营救时间。

(3) 有毒物质检测。飞行器的有毒物质检测功能为搜救人员提供了很大的便利, 如果灾区出现有毒气体, 搜救人员未配备防护面具, 这将会给搜救人员带来极其严重的伤害。飞行器配备基本的有毒气体检测器, 可以检测到可燃性气体和 H_2S 、 CO 、 HCN 、 SO_2 、 NH_3 、 HCl 、 Cl_2 和 H_2 等 10 多种有毒气体。

(4) 救灾物品投放。飞行器搭载基本的救灾物品, 如急救药品、急救用水等, 这些物品重量轻, 但在救灾环境下极其珍贵, 是受灾人员的救命物品。救灾物品投放主要通过飞行器上的救灾控制装置实现, 操作人员只需在远方操作区域点击投放按钮即可进行物品投放。

2.4 控制系统软件优化

六轴飞行器的飞行控制过程复杂, 为了提高飞行器的操作精度, 需要对不同环境、不同任务下的操作参数进行校正, 因此在操作系统上预留的 IPS 接口就体现出了其优势, 它能够显著增加飞行器的适应性。此外, 在执行指令的同时, 会伴随有同强度的信号传输, 为了实现精确控制, 需要对不同的信号进行隔离。

2.4.1 在线编程接口电路

该飞行器的平衡控制通过多次实验进行了修正改进, 其 ISP 接口电路为软件程序部分的修改提供了很大便利。控制系统的遥控器能够输出副翼通道、升降通道、油门通道、方向通道 4 个通道的 PWM 控制信号。

2.4.2 信号隔离电路

在飞行过程中, 飞行器电机的转动会产生较大的冲击电流和脉冲干扰。为了提高飞行控制系统的可靠性, 有必要对 ATMEGA8535 单片机输出的 PWM 信号进行隔离。隔

离电路采用 ADI 公司推出的基于 iCoupler 磁耦隔离技术的数字隔离器, 该隔离器采用高速 CMOS 工艺和芯片级的变压器技术, 在性能、功耗、体积等各方面都聚具有光电隔离器件无法比拟的优势。

3 性能测试

对组装完成的六轴飞行器进行了性能测试, 测试结果表明: 该飞行器能够按照操作要求完成规定动作, 实现了设计目标。

在此列举一个实例, 目的是要求飞行器向上攀升 50 m 悬停。操作者使用手中的控制器, 通过飞行控制杆发出向上攀升的指令; 指令通过通信频道传到飞行器的接收端, 经过信号处理后, 飞行器的 6 个动力发动机进行转动以执行指令, 并实时传回信号, 辅助操作者操作; 飞行器在到达预定位置(通过操作者手中的操作终端可以确定飞行的位置)后, 即执行悬停任务。

4 结论

本研究所设计的飞行器主要在控制系统方面进行了改进, 将飞行器的特点与搜救功能有效地结合了起来。飞行器还搭载了 GPS 模块, 如果意外离开了遥控范围, 飞行器会按照预先设定的 GPS 定位点自动返航; 且能够利用 GPS 坐标和高度信息设定一系列路径点, 进而按照路径点自动巡航; 电池电压过低时则会自动紧急降落等, 这些功能使得飞行器更加智能化^[8-9]。

现有的飞行器技术已经非常成熟, 完全可以根据需要进行组装和改进, 小型飞行器因其方便快捷、时效性强的特点必然会在搜救方面得到更好的应用^[10]。相信日后在探查检测、识别取证、远程交流等方面都能看到小型飞行器的身影。

[参考文献]

- [1] 王冬来, 吕强, 王珂珂. 基于非线性指数趋近律的飞行器纵向姿态控制[J]. 计算机工程与设计, 2012, 33(10): 4038-4040.
- [2] 王冬来, 吕强, 刘峰. 基于 L1 神经网络自适应算法的飞行器姿态控制[J]. 计算机工程与设计, 2012, 33(12): 4758-4761.
- [3] 高应杰, 陈鼎新, 李荣明. 小型四旋翼无人飞行器控制算法研究[J]. 计算机与现代化, 2011, (10): 4-7.
- [4] 刘羽峰, 宁媛. 六轴旋翼碟形飞行器控制系统软件设计及仿真研究[J]. 计算机测量与控制, 2011, 19(5): 1208-1211.
- [5] 王毅琳. 直升机模拟训练平台的构建与应用[J]. 中国医疗设备, 2015, 30(3): 24-26.
- [6] 方美发, 李龙棋, 唐晓腾. 一种四旋翼飞行器样机的制作[J]. 闽江学院学报, 2014, (2): 59-66.

下转第 68 页

微型智能手术照明摄像机的研制

Development of a Micro Intelligent Surgery Lighting Camera

汤博¹, 吕毅^{1,2}, 刘学民^{1,2},
李建辉^{1,3}, 严小鹏^{1,2}, 徐向华^{1,2},
马锋¹, 史爱华¹

1.西安交通大学 先进外科技术与工程
研究所, 陕西 西安 710061; 2.西安
交通大学第一附属医院 肝胆外科, 陕
西 西安 710061; 3.陕西省人民医院
肿瘤外科, 陕西 西安 710068

TANG Bo¹, LV Yi^{1,2},
LIU Xue-min^{1,2}, LI Jian-hui^{1,3},
YAN Xiao-peng^{1,2},
XU Xiang-hua^{1,2}, MA Feng¹,
SHI Ai-hua¹

1.Research Institute of Advanced Surgical
Technology and Engineering, Xi'an
Jiaotong University, Xi'an Shaanxi 710061,
China; 2.Department of Hepatobiliary
Surgery, the First Affiliated Hospital
of Xi'an Jiaotong University, Xi'an
Shaanxi 710061, China; 3.Department of
Oncological Surgery, Shaanxi Provincial
People's Hospital, Xi'an Shaanxi
710068, China

[摘要] 本文研制了一种微型智能手术照明摄像机, 该摄像机主要由U型卡扣固定单元、可定型柔性臂单元、智能照明摄像单元组成, 可用环氧乙烷消毒, 能够应用于无菌环境。该摄像机通过U型卡扣固定于手术床上, 当术中需要记录手术过程时, 可通过其可定型柔性臂调节智能照明摄像单元的角度, 从而使智能摄像单元能够按照医师的要求进行录像、拍照、补光。

[关键词] 手术记录系统; 智能摄像机; U型卡扣; 可定型柔性臂

Abstract: The information of intro-operative pictures and texts has great significance in innovation of disease diagnosis and treatment techniques, the progress of young surgeons, the patients' understanding of treatment process and solutions for medical disputes. In view of the disadvantages of the camera in the current surgery recording system, a micro intelligent surgery lighting camera is developed in this paper, which consists of a U-shape snap-fit unit, flexible arm and intelligent camera system. It can be disinfected with medical ethylene oxide and applied to the sterile environment. With fixation of the U-shape snap-fit unit on the operating table, its flexible arm can be randomly adjusted to different angles according to the requirement of the surgeon. As a consequence, the intelligent camera system can record videos, take pictures and supplement light intro-operatively.

Key words: surgery recording systems; intelligent cameras; U-shape snap-fit unit; flexible arm

[中图分类号] TH789 [文献标识码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.009

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0028-02

0 前言

手术是外科诊治的重要手段, 记录并保存术中图文资料对疾病诊疗技术的革新、年轻医师的成长、患者对诊疗过程的了解以及医疗纠纷的解决具有重要意义。随着医学科技和电子信息化的发展, 外科技术已经有了长足的进步, 但手术过程中的视频采集仍不尽如人意。

目前, 国内外有关术中图像记录系统的研究主要围绕传统手术记录系统的优化, 突破性的技术或设备报道较少。传统手术记录系统的摄像装置多为通用型设备, 大致分为头戴式、手持式、固定式等, 面对复杂的手术过程, 在术中记录过程中存在如下问题^[1-2]: ①头戴式装置固定于术者头部完

成图像采集, 但在紧张的手术操作过程中, 术者的精力集中于细微的操作中, 很难保证所采集手术画面的质量; ②手持式由助手手持完成图像采集, 而长时间的手术会加大助手固定摄像头的难度, 同时会额外增加手术参与者, 使手术台变得拥挤; ③现有固定式装置主要是进行外围拍摄, 在进行复杂手术特别是深部手术时, 摄像机只能远距离拍摄, 通过调节摄像头的焦距以拍摄好局部操作的技术细节十分困难; 且因为手术操作的需要, 术者会不时地变换体位, 拍摄镜头很容易被遮挡住, 从而影响拍摄效果; ④手术台是无菌环境, 上述设备多不能进行无菌操作, 这使得外科手术过程中术者多不能按照自己的意愿进行术中图像资料的采集^[3-6]。因此, 开发一种便捷、高清、可进行无菌操作的手术记录装置显得尤为重要。针对当前手术记录系统摄像装置的不足, 本文研制了一种微型智能手术照明摄像机, 报道如下。

收稿日期: 2015-04-14

基金项目: 国家自然科学基金科学仪器专项 (81127005)。

通讯作者: 吕毅, 教授。

通讯作者邮箱: luyi169@126.com

1 微型智能手术照明摄像机的设计方案

针对当前手术记录系统摄像装置的不足,结合前期对手术照明摄像系统的研究,笔者设计了一种术者可直接操作的微型智能手术照明摄像机。该装置主要由U型卡扣固定单元、可定型柔性臂单元、智能照明摄像单元3个核心部分组成,其中智能照明摄像单元置于可定型柔性臂单元的前端,可定型柔性臂单元通过U型卡扣固定单元固定于手术台上,通过外力调整柔性臂单元的拍摄角度,从而捕获优质的手术画面。微型智能手术照明摄像机操作简单、便于携带,且可以进行环氧乙烷消毒,术者在手术过程中可根据需要自行调节拍摄角度及焦距,实现细微化、精准化的拍摄工作。

2 微型智能手术照明摄像机的构成

该摄像机主要包括U型卡扣固定单元、可定型柔性臂单元、智能照明摄像单元,基本结构见图1。

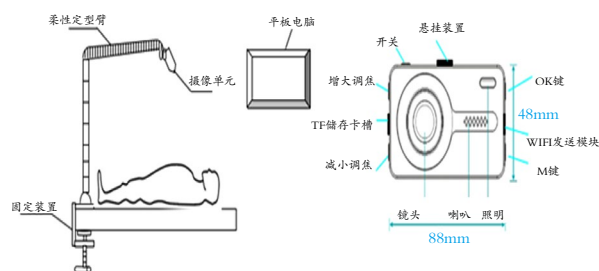


图1 微型智能手术照明摄像机的基本结构图

2.1 U型卡扣固定单元

U型卡扣固定单元由主臂与U型卡扣构成,通过U型卡扣固定于手术台上,通过主臂支撑整个装置。该单元选用不锈钢材质加工而成,不锈钢以其价格适宜、硬度强、材料来源广、易加工等诸多优点而被广泛应用于医用器械当中。

2.2 可定型柔性臂单元

可定型柔性臂单元由承载臂与悬挂装置构成。承载臂为长度500~800 mm的不锈钢金属定形蛇皮管,内径4.5 mm、外径15~17 mm,通过外力可以改变弯曲角度。悬挂装置位于承载臂前端,用于固定智能照明摄像单元,悬挂装置可进行360°旋转。通过调节承载臂的弯曲角度以及悬挂装置的旋转角度,可使智能照明摄像单元获得良好的视野。

2.3 智能照明摄像单元

智能照明摄像单元由视频采集模块与处理器模块构成。视频采集模块采用紫色滤镜镜头模组(A级玻璃材质),可组合实现最大 $176^{\circ} \pm 20^{\circ}$ 广角,具有良好的摩尔纹,恒定大光圈为f1.6。处理器模块采用独创的WDR高动态渲染,处理器采用Nt96650芯片,内存DDR3.1 Gb,并采用高度压缩数字视频编解码器H.264,录像时分辨率最高可达Full HD 1080P,最高像素达1600万像素,可提供30帧/s的超

高清画质。

2.4 手术视频的后期制作

手术视频后期制作通过惠普工作站(HP-Z800X5650A 16G\2T\Quadro5000),使用Corel VideoStudio、Adobe After Effect软件编辑完成,必要时可采用通过Autodesk Maya软件制作的三维动画进行术前演示。手术视频一般分为4部分:片头、片名、手术操作视频和结尾。可采用专业非线性编辑软件对画面进行标注,突出显示关键步骤,还可以通过局部放大、慢放等特效,更清晰地将手术操作步骤突显出来,并且能够在片头增加病人的影像素材,使观看者可以熟知病人的病情^[7-9]。另外,还能够对手术视频进行配音和文字解说,进一步讲解和阐述手术的关键步骤及技巧,真正做到形象直观、通俗易懂。

3 实际应用

手术开始前,先将整个装置进行环氧乙烷消毒处理,而后根据患者手术部位通过U型卡扣固定单元将摄像机固定于手术台上,通过调节可定型柔性臂单元,使智能照明摄像单元对准拍摄部位,通过调节变焦,使拍摄达到最佳状态,从而获得满意的图像质量。

摄像机背部搭载2.7英寸LCD屏幕,术者可以灵活旋转装置,准确捕捉有价值的画面。存储卡最大支持32 GB的海量存储空间,图片文件格式为JPG,录像文件格式为MOV;同时配有WIFI发送装置,可实时传输术中画面,方便交流与讨论。此外,摄像机支持录像时间的同步显示,有助于后期的手术资料的查找。

以右半肝肝癌切除为例,采用该摄像机记录的手术画面见图2。该摄像机拍摄角度全面,画面清晰,实现了预期设计目标。

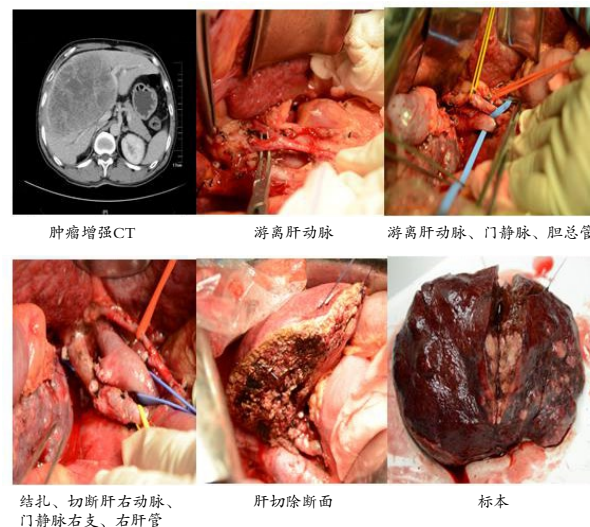


图2 微型智能手术照明摄像机记录的手术画面

下转第35页

基于Eclipse RCP技术的0.5T磁共振成像仪控制和数据处理软件系统开发

Development of a 0.5T MRI Scanner Control and Data Processing Software Based on Eclipse RCP

陈东山, 陈志伟

厦门大学 电子科学系 福建省等离子体与磁共振研究重点实验室, 福建 厦门 361005

CHEN Dong-shan,

CHEN Zhi-wei

Department of Electronic Science, Fujian

Key Laboratory of Plasma and Magnetic Resonance, Xiamen University, Xiamen

Fujian 361005, China

[摘要] 磁共振成像是临床医学最重要的诊断工具之一。本文介绍了基于Eclipse RCP技术开发的、可用于我国自主研制的0.5T磁共振成像仪的控制和数据处理的软件系统的研制过程。该系统采用Java语言编写, 实现了对磁共振成像仪的控制, 支持图形界面的脉冲序列设计, 并提供了基本的DICOM图像处理功能, 具有良好的用户体验和极强的可扩展性。

[关键词] MRI; Eclipse RCP; DICOM; 图像处理; 脉冲序列设计

Abstract: MRI (Magnetic Resonance Imaging) technology is currently one of the most important tool for clinical diagnosis. In this paper, a 0.5T MRI scanner control and data processing software was developed based on Eclipse RCP. Written in Java, the software provides a good user experience and has strong expandability. It implements the control of the MRI instruments, supports the design of pulse sequence based on GUI and also provides powerful data processing functions.

Key words: magnetic resonance imaging; eclipse RCP; DICOM; imaging processing; pulse sequence design

[中图分类号] R445; TP391.7 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.010

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0030-03

0 前言

磁共振成像 (Magnetic Resonance Imaging, MRI) 技术是临床医学最重要的诊断工具之一。除此之外, 它还在物理、化学、生物等多个学科显示出了广阔的应用前景^[1]。近几年来, 我国的磁共振设备进口量有所下降, 然而在低场磁共振成像仪的市场上, 国产产品大多数还是依靠国外技术, 存在成像时间较长、图像质量较差等问题, 与国外同类产品具有一定差距^[2]。在软件方面, 国产产品也普遍存在界面不友好、用户体验差、可扩展性差等问题。

Eclipse RCP 技术作为 Java 桌面应用程序开发的优秀代表, 近年来越来越受到业界的青睐。本研究承担了中科院装备研制项目“0.5T 磁共振关节成像仪的研制”的部分工作, 负责开发与成像仪配套的控制和图像处理软件系统。

收稿日期: 2015-04-01

基金项目: 国家自然科学基金项目资助 (81101037)。

通讯作者: 陈志伟, 副教授。

通讯作者邮箱: chen_zhiwei@xmu.edu.cn

1 Eclipse RCP技术简介

基于开放服务网关规范 (Open Services Gateway Initiative, OSGi) 构建的 Eclipse RCP 技术近年来得到了十分广泛的应用。其插件体系内置更新机制与标准化组件模型, 可扩展性强, 使得通过 Java 开发桌面程序变得高效快捷。

1.1 Eclipse插件体系结构

Eclipse 插件是为系统提供功能的代码或数据的结构化包, 可以以代码库 (带有公共应用程序接口的 Java 类)、平台扩展甚至文档的形式来提供功能^[2]。Eclipse 平台自身就是基于插件体系的。每一个插件都可以使用其他插件提供的服务, 也能够为其他插件提供服务。

在 Eclipse 中是以插件的方式来添加需要的功能, 需要尽量减少插件之间的依赖关系, Eclipse 平台提供了扩展点机制来实现这个目标。当开发者需要扩展当前插件的功能时, 并不需要了解当前插件的内部实现方式, 只需按照扩展点声明的约定进行一些简单的配置即可实现功能上的扩

展,通过扩展点将功能的定义与具体实现分离开来,在设计上变得更加的松耦合。

1.2 OSGi技术介绍

OSGi 即开放服务网关协议,是基于 Java 的服务平台规范。其本质是将 Java 面向对象的开发转化为面向组件和服务的开发,OSGi 技术允许应用程序提供更小的、可重复使用的和可协作的组件进行构建^[3-4]。这些组件能够组装到应用程序中,并动态地进行安装、激活、取消激活、更新和卸载。

Eclipse 实现了一个 OSGi 开源框架,即 Equinox^[4]。Equinox 利用 OSGi 框架提供的对应用动态扩展的支持^[5],实现了通过插件的添加来进行动态扩展,通过插件的删除来移除不需要的功能,以及通过更新插件来动态改变已有的部分功能。

由于采用 OSGi 框架,Eclipse 平台在启动时,并不加载所有的插件,而仅启动主程序,采用惰性加载的策略,仅保存安装到平台中的插件的引用信息,以实现按需有效的加载^[5]。

2 软件设计

2.1 软件需求分析

软件系统需实现如下功能:控制成像仪进行采集图像的操作;提供成像仪当前的状态信息;自定义脉冲序列并将设计结果保存下来;对采集到的数据进行处理并显示;提供用户操作权限的认证和管理,确保系统的安全运行;按各模块要求完成插件化,实现即插即用的功能,并具有良好的可扩展性。

2.2 软件设计方案

根据跨平台、可扩展性、安全性、易用性、插件化的设计原则,软件采用 Eclipse RCP 技术来开发,使用 H2 数据库来存储相关的信息。H2 是一个用 Java 开发的嵌入式数据库,可随应用程序一起打包发布,应用非常方便。

在开发 RCP 应用系统时,可以将一组业务功能相关的视图放置在同一个透视图下,透视图定义了工作台上一组视图和编辑区的初始布局,是为了完成一个特定的任务而组合在一起的多个视图和编辑区^[6]。根据这个思想,将整个软件分为脉冲序列设计、仪器控制和数据处理 3 个透视图,分别对应脉冲序列设计模块、仪器模块和数据处理与显示模块。整个软件系统的组成框图,见图 1。其中,基本应用模块是整个软件系统的主程序,负责系统内模块的交互及系统外其他模块之间的交互。其他几个模块采用插件的形式,做到真正的即插即用、即拔即移。

基本应用模块提供整个软件系统的基本框架,是整个软件的主程序入口。仪器的当前状态信息在应用程序下方的

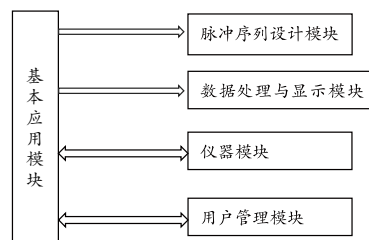


图1 软件系统整体组成框图

状态栏中显示,显示的信息包括当前登录账号名称、当前磁体温度、软件是否与成像仪已建立连接、当前成像仪是否可用等。用户管理模块负责用户权限的认证和管理,从该模块输入的登录信息需发送给基本应用模块。仪器模块负责控制成像仪进行图像采集操作,并将采集到的图像数据发送给基本应用模块,由数据处理与显示模块进行数据处理。脉冲序列设计模块负责完成脉冲序列设计,并将结果以 XML 格式保存下来,供仪器模块调用。数据处理与显示模块负责对 DICOM 图像进行显示,对图像进行亮暗对比度调节、平移变换、放大缩小、旋转、镜像等操作^[7],还可将图像以 DICOM、JPEG、PNG、BMP、GIF 等格式保存。

(1) 仪器模块。仪器模块的工作流程是:读取设计好的脉冲序列文件并解析出对应的节点信息,转换成需要发送的时序模板;提供面板供用户配置时序参数,在用户选择好参数之后,按照一定规则将时序模板发送给仪器;接收仪器采集到的原始数据,使用相应的图像重建算法将数据转换成标准的 DICOM 图像,并将其发送给数据处理与显示模块。

(2) 脉冲序列设计模块。所有的 MRI 实验都是通过一系列的指令来完成的,这些指令就叫做脉冲序列。脉冲序列有着十分重要的作用,它控制着脉冲发射的时刻、持续时间、脉冲的频率、相邻脉冲的时间间隔等重要信息。脉冲序列设计的好坏直接影响着实验结果,脉冲序列模块应具有界面简洁、可提供图形化的编辑功能、操作简单、对用户友好等特点。

脉冲序列设计模块需要实现图形化的编辑,故采用图形化的模型框架(Graphical Modeling Framework, GMF)技术来实现。GMF 是一个 Eclipse 建模项目的子项目,它结合了 Eclipse 建模框架和图形编辑框架,为基于模型的可视化图形化编辑器的开发提供了一个功能强大的框架^[8]。

(3) 数据处理与显示模块。成像仪采集到的图像以标准 DICOM 格式保存, DICOM 是美国放射学会和美国电器制造商协会组织制定的用于医学图像存储与通信的国际标准^[9]。

数据处理与显示模块负责处理从成像仪采集到或从别处导入的 DICOM 图像,并提供图像显示的功能;同时为了方便用户查看图像,还提供了放大缩小、亮暗对比度调节、平移变换、旋转、镜像等基本图像后处理功能;另外,该模

块采用开源工具包 dcm4che 来实现对 DICOM 数据的读取^[10], 采用 Draw2D 技术来绘制图像。

(4) 用户管理模块。用户管理模块负责为软件系统提供一个良好的用户权限认证和管理机制。该模块主要由用户登录、用户管理和退出登录 3 部分组成。用户登录部分提供登录对话框供用户输入账户信息, 查询数据库获得用户对应的权限等级, 将信息发送给基本应用模块进行动态加载用户对应权限的功能等; 用户管理部分提供管理软件系统的功能, 包括添加用户、修改密码以及删除用户等; 退出登录部分供用户退出登录。

3 软件测试

3.1 采样操作

在自主研制的 0.5T 成像仪上进行图像采集实验, 采样界面图, 见图 2。实验模型是水模, 采样面是横断面。

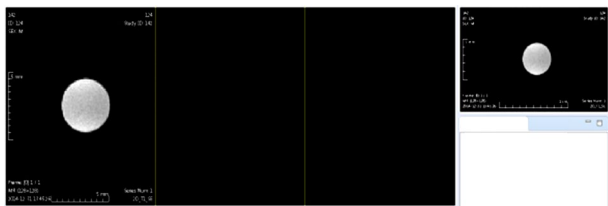


图2 采样界面图

3.2 脉冲序列设计

设计的脉冲序列的图形化界面图, 见图 3。软件提供了脉冲序列编辑面板、脉冲元素面板、元素属性视图 3 部分, 用户可据此来设计所需的脉冲序列。此外, 系统中有一些常用的脉冲序列文件, 用户可以选择其中的任一文件来直接读取数据进行实验; 也可以在此序列的基础上, 对原有序列进行修改, 以设计出各种想要的脉冲序列。

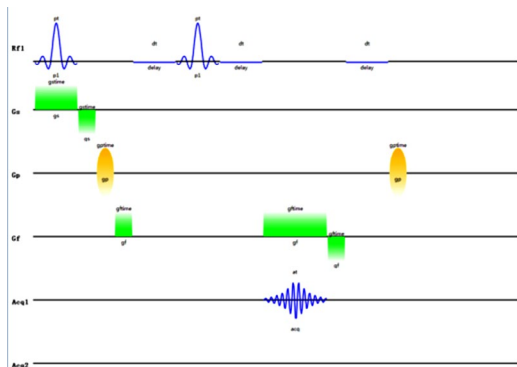


图3 脉冲序列的图形化界面图

3.3 数据显示与处理

软件能够导入标准的 DICOM 图像, 读取并显示其中的病人信息, 可以对 DICOM 图像进行亮暗对比度调节、平移变换、缩放、旋转、镜像等操作。支持将图像以 DICOM、JPEG、PNG、BMP、GIF 格式保存。DICOM 图像处理界面图, 见图 4。



图4 DICOM图像处理界面图

4 结论

磁共振成像仪中, 与其配套的软件是很重要的部分, 软件对用户不够友好或界面不美观, 会极大地影响整体产品的效果。本研究基于 Eclipse RCP 技术开发了与 0.5T 磁共振成像仪配套的控制和数据处理软件系统。测试验证结果表明, 该系统工作稳定, 达到了预期的控制仪器进行图像采集操作的目的。此外, 该系统还针对不同用户建立了相应的权限控制, 确保软件的安全性; 具备较强大的数据处理功能, 能够对标准 DICOM 图像数据进行读写与存储操作, 并能正确地读取与显示 DICOM 图像; 便于维护, 具有良好的可扩展性, 有待进一步开发并向临床推广。

[参考文献]

- [1] 曲音. 核磁共振行业发展简析[J]. 中国医疗器械信息, 2014, (1): 36-39.
- [2] 谷钰, 杨艳斌, 王泽生. Eclipse 插件体系结构的研究[J]. 电脑知识与技术, 2009, 5(31): 8706-8708.
- [3] 王晓鹏, 王纯. 基于 OSGi 和 RCP 的融合通信客户端的设计与实现[J]. 电信科学, 2010, 26(8): 35-41.
- [4] McAffer J, VanderLei P, Archer S. OSGi 与 Equinox: 创建高度模块化的 Java 系统[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2014.
- [5] 赵军. 基于 OSGi 的轻量级动态化系统研究[J]. 现代计算机(专业版), 2009, (12): 115-119.
- [6] 陆阳. Eclipse RCP 与 Spring OSGi 技术详解与最佳实践[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [7] 朱启标, 陈素华, 黑亚莉. 基于 Delphi 的 DICOM 图像显示系统的设计与实现[J]. 中国医疗设备, 2012, 27(7): 33-35.
- [8] 贺建军, 雷金辉. 一种基于 GMF 技术的工作流程图编辑器[J]. 计算机时代, 2008, (12): 1-2.
- [9] 方勇, 刘向峰, 罗玉文. 基于 DICOM 3.0 标准构建放射治疗数字系统[J]. 中国医疗设备, 2011, 26(7): 51-52.
- [10] 范宏伟. 医学影像 DICOM 格式测试方法探讨[J]. 健康必读(中旬刊), 2013, 12(3): 112.

无创呼吸机湿化器液体防回流装置的设计

Design of a Non-Invasive Ventilator Humidifier Liquid Backflow Prevention Device

赵蕾¹, 李鑫²

1.徐州医学院附属医院, 江苏 徐州 221002; 2.江苏省人民医院 采购中心, 江苏 南京 210029

ZHAO Lei¹, LI Xin²

1.The Affiliated Hospital of Xuzhou Medical College, Xuzhou Jiangsu 221002, China; 2.Procurement Center, Jiangsu Province Hospital, Nanjing Jiangsu 210029, China

[摘要] 本文阐述了一种无创呼吸机湿化器液体防回流装置的研制过程, 该装置主要由不锈钢支座、夹紧装置、液位检测及换向阀控制装置组成, 采用光电开关和液位计监测湿化器液面倾斜程度, 根据检测结果用换向阀控制回路通断, 防止湿化器内的液体反流至呼吸机。该装置无需改动现有湿化器即可防止其中的水倒流回呼吸机, 同时能与多种呼吸机配套使用, 安全可靠、成本较低, 值得推广应用。

[关键词] 无创呼吸机; 湿化器; 防回流; 夹紧装置; 换向阀

Abstract: This paper presents research and development of a non-invasive ventilator humidifier liquid backflow prevention device, which is mainly composed of a stainless steel seat, a clamping device, a liquid level detecting and reversing valve control device. A photoelectric switch and a liquid level meter are adapted to monitor the inclination degree of the humidification liquid level. Then, the connection/disconnection of the circuit is controlled by the reversing valve control device according to the detection results so as to prevent the liquid inside the humidifier from flowing back to the ventilator. The device demonstrates its safe, reliable and cost-effective features in preventing liquid backflow in the humidifier without any changes to the current humidifier, which can be used together with multiple ventilators and deserve wider application and promotion.

Key words: non-invasive ventilator; humidifier; backflow prevention; clamping device; reversing valve

[中图分类号] R472.9 [文献标志] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.011

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0033-03

0 前言

呼吸机是一种能代替、控制或改变人的正常生理呼吸, 增加肺通气量, 改善呼吸功能, 减轻呼吸功消耗, 节约心脏储备能力的装置, 是医院关键环节的重点设备^[1]。无创呼吸机通过面罩与患者连接, 为了增加空气湿度, 为病人带来舒适感, 呼吸机产生的氧气通过管道进入加湿器内, 氧气在加湿器内与水蒸气混合, 使干燥的空气变湿润, 湿润的空气沿着管路进入患者鼻腔^[2-4]。医务人员在使用中若操作不当, 会引起湿化器内的水倒流进入呼吸机, 不仅会造成设备的损坏, 也给病患带来窒息的危险^[5]。目前国外品牌只有高端呼吸机集成防回流装置, 而且价格昂贵, 国内

多数医院采用的呼吸机仍是主机与湿化器分离, 医护人员在搬运和抢救患者时, 一旦操作失误造成湿化器中的水倒流回呼吸机, 轻则呼吸机主板烧毁, 重则危及患者生命^[6-7]。本研究提出了一种简单、安全、易操作的湿化器防倒流装置, 该装置无需改动现有湿化器即可防止湿化器中水倒流回呼吸机, 同时能与多种呼吸机配套使用, 安全可靠、成本较低, 值得推广应用。

1 防回流装置

1.1 结构组成

本研究设计了一种无创呼吸机湿化器液体防回流装置, 该装置由不锈钢支座、夹紧装置、液位检测及换向阀等组成, 见图1。支座用于放置呼吸机和湿化器, 夹紧装置用来固

收稿日期: 2014-11-04

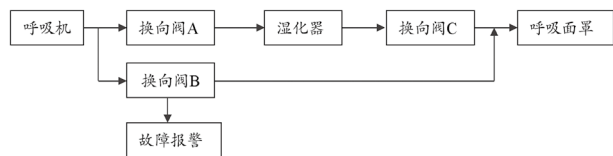
修回日期: 2015-03-03

通讯作者: 李鑫, 高级工程师。

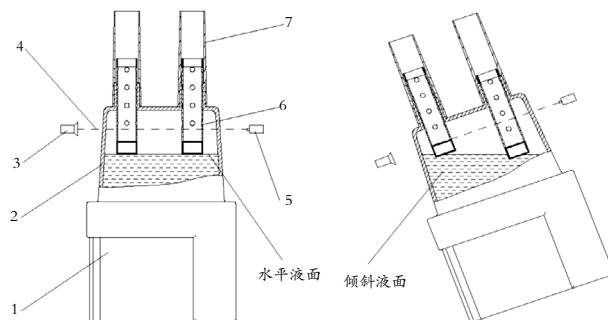
通讯作者邮箱: 515600456@qq.com

注: 1: 呼吸机; 2: 定位板; 3: 夹紧装置; 4: 硬质辅助管; 5: 浮标; 6: 湿化器; 7、10、14、16: 管路; 8、11: 三通; 9、12、13: 换向阀A、B、C; 15: 支座。

防回流装置主要由供氧主气路和备用气路组成,其工作流程见图 2。呼吸机产生的氧气经管路、三通、换向阀、硬质辅助管和浮标进入湿化器内,浮标圆柱侧面有孔,允许气体通过,与加热的水蒸气混合成湿润的氧气,再经过另一个浮标和硬质辅助管从管路、换向阀、三通送至呼吸面罩供患者呼吸^[8]。若湿化器内的水无倒流,湿润的空气和氧气正常进入呼吸面罩端;一旦湿化器水位倾斜过大,主气路的换向阀 13 和换向阀 12 立即切断管道,防止水倒流,此时换向阀 12 导通,备用气路开启并同时报警,呼吸机输出的氧气不再经过湿化器,而是直接输送至呼吸面罩,保证患者在短时间内能够依靠氧气维持呼吸并提醒医护人员进行紧急处理。

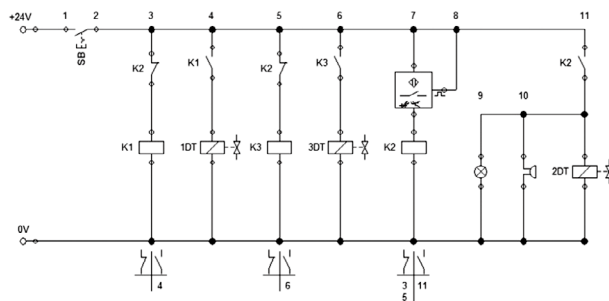


湿化器液面检测装置的工作原理是在湿化器的通气口内加装浮标,浮标受到水的浮力作用随湿化器内液面变化上下浮动,与回路连接软管的摩擦力增大,加装的硬质辅助管是用来防止弯曲的气管对浮标产生影响^[9-11]。通过固定在支座上的光电发射器发射信号,探测浮标的具体位置。当液面处于正常位置时,接受器能收到发射器信号,换向阀不工作,主回路处于导通状态,备用回路关闭;当探测到液面(浮标位置)倾斜过大时,接受器无法收到发射器信号,主回路2个电磁阀关闭,备用回路电磁阀打开,从而切断管路,保证液体不会倒流(图3)。整个浮标的长度为80 mm,浮标靠近加湿器底部20 mm和顶部10 mm距离内为不透光区域,剩余50 mm的中间区域为透光区。



注: 1: 湿化器 (包括加湿器); 2: 透明容器; 3: 接收器;
4: 光线; 5: 发射器; 6: 浮标; 7: 硬质辅助管。

控制回路需要解决主气路断开和备有气路启用的同步问题,还要考虑报警电路的接通问题^[12-13]。本研究选用3个二位二通电磁换向阀,且均为常闭型。在医护人员操作设备以前,换向阀均处于关闭状态,当医护人员启用设备时,主气路2个换向阀通电,保证氧气经由主气路通过加湿器加湿后进入患者呼吸端,备有气路换向阀处于断电关闭状态;当呼吸机与加湿器处于非正常工作状态时,主气路2个换向阀断电关闭,备用气路换向阀通电开启并报警,短时间内维持患者呼吸,控制回路见图4。



34 中国医疗设备 2015年第30卷 07期 VOL.30No.07

2.3 气控回路

供气回路原理图见图5。呼吸机、湿化器、电磁换向阀和面罩通过气管连接,在未通电状态下,3个电磁换向阀的1DT、2DT、3DT均不通电,气路不通,湿化器的进口B和出口C两端均与主气路断开,湿化器内的液体既不能流入呼吸机端,也不能流入病人呼吸端,从而保证在设备在断电状态下的安全性和可靠性。

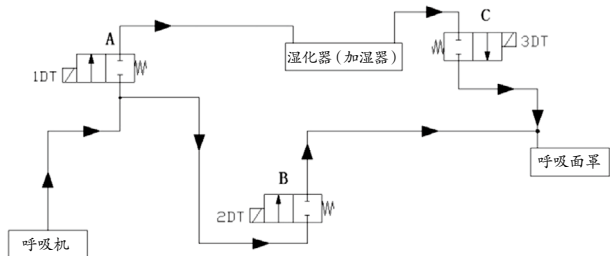


图5 供气回路原理图

3 结论

本研究以我院使用的呼吸机、湿化器为研究对象,提出了一种简单、易操作的湿化器防倒流装置,具有以下特点:①改动后的湿化器与呼吸机配套使用,湿化器内的液体(使用或不使用)不会倒流入呼吸机;②仅在湿化器上安装防倒流装置即可,简单易行、改动成本小;③可与不同型号呼吸机配套使用,适用性强、成本低。

[参考文献]

- [1] 陈丽丽,李红.机械通气系统不同阶段效能影响因素研究进展[J].护理学杂志,2011,26(3):92-94.
- [2] 邹青.机械制造技术基础课程设计指导教程[M].北京:机械工业出版社,2010.
- [3] 哈尔滨工业大学理论力学教研室.理论力学[M].第六版.北京:高等教育出版社,2008.
- [4] 于骏一,邹青.机械制造技术基础[M].第2版.北京:机械工业出版社,2010.
- [5] 刘玉英.呼吸机应用不规范原因分析及护理措施[J].全科护理,2010,8(30):2794-2795.
- [6] 丰继华,李文娟,张榆锋.呼吸机控制策略与工作模式[J].仪器仪表学报,2006,27(z1):515-517.
- [7] 杨培元,朱福元.液压系统设计简明手册[M].北京:机械工业出版社,1999.
- [8] 万启超,魏田和.Pro/ENGINEER Wildfire 3.0结构、热、运动分析基础与典型范例[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [9] 刘鸿文.材料力学[M].第4版.北京:高等教育出版社,2004:33.
- [10] 张轩,黄薇.工程图学基础[M].北京:机械工业出版社,2004.
- [11] 管殿柱.AutoCAD2005机械制图[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [12] 机械设计手册编委会.机械设计手册[M].新版第2卷.北京:机械工业出版社,2004.
- [13] 金鑫,许鸣,章玲,等.呼吸机质量控制结果及讨论[J].中国医疗设备,2013,28(9):56-58.

上接第29页

4 结论

微型智能手术照明摄像机应用于临床具有以下优势:①手术教学方面:通过录制手术视频可形象直观地呈现手术操作过程,能够帮助学生深入了解医学知识,不断熟悉规范性操作;并且能够提升学生的学习兴趣 and 积极性,使教学效果得到显著提升^[10-11];②医患沟通方面:信息不对称是阻碍医患有效沟通的障碍,面对现代社会的“学习型患者”来说,高清的手术视频资料可以作为足够的证据来甄别,便于权威机构迅速对医疗事故进行鉴定。

[参考文献]

- [1] 王冬梅,殷艳.论多媒体在临床医学教学中的利弊[J].中国高等医学教育,2011,(6):78,110.
- [2] 赵义军,耿小平.手术视频的制作及其在外科教学中的应用[J].中国现代医药杂志,2014,16(4):95-96.
- [3] 郭爱军,汪圣毅.多媒体技术在普外科教学中的应用体会[J].中

国现代医药杂志,2011,13(10):114.

- [4] Studdert DM,Thomas EJ,Zbar BIW,et al.Can the United States afford a“no-fault”system of compensation for medical injury? Law Contemp Probl,1997,60:1-34.
- [5] 武延广,韩琳,赵继培.高清手术视频数字化教学与科研系统[J].数字技术与应用,2012,(6):87-88.
- [6] 史朴军,谢泽桥,郭文涛,等.数字化百级层流复合手术室的设计与建设[J].中国医疗设备,2014,29(10):84-86.
- [7] 宋思民,潘兆岳.现代数字化手术室的关键技术[J].世界医疗器械,2010,16(3):110-113.
- [8] 张强,谢文,王国宏.临床工程部门在数字化手术室建设中应关注的问题[J].中国医学装备,2008,5(1):31-33.
- [9] 张博.手术示教系统的细节设计[J].中国医疗设备,2009,24(3):61-62.
- [10] 马少华,蔡伟东,郭伟.手术室示教系统的数字化改造[J].中国医学装备,2010,7(4):7-11.
- [11] 张益钊.浅谈数字化手术室示教管理系统设计和建设[J].中国医院建筑与装备,2008,9(7):20-27.

多层螺旋CT小肠造影与肠胶囊内镜联合应用对小肠常见肿瘤的术前评估价值

Effectiveness of Combination of MSCTE and BCE in Pre-Operative Assessment of SITs

王东旭, 丁国旭, 张天宇,
李卉, 陆胜楠, 冯立民, 杨滇
齐齐哈尔医学院附属第二医院 影像
科, 黑龙江 齐齐哈尔 161006

WANG Dong-xu, DING Guo-xu,
ZHANG Tian-yu, LI Hui,
LU Sheng-nan, FENG Li-min,
YANG Dian
Department of Medical Imaging,
the Second Affiliated Hospital of
Qiqihar Medical University, Qiqihar
Heilongjiang 161006, China

[摘要] 目的 探讨多层螺旋CT小肠造影(MSCTE)与肠胶囊内镜(BCE)单独及联合应用对常见小肠肿瘤的术前评估价值。方法 回顾性分析66例小肠肿瘤患者的MSCTE及BCE检查资料,对比分析MSCTE、BCE单独及联合诊断对小肠肿瘤的检出率及病灶大小的符合度。结果 MSCTE与BCE联合诊断对小肠肿瘤的检出率明显高于单独一种检查手段($P<0.05$);对MSCTE、BCE及联合诊断的病灶大小测值与病理测值进行相关分析, r 值分别为0.98、0.966、0.995。结论 MSCTE与BCE联合应用能提高小肠肿瘤的检出率及术前评估的准确性。

[关键词] 小肠肿瘤; 多层螺旋CT小肠造影; 肠胶囊内镜

Abstract: Objective To investigate the effectiveness of combination of MSCTE (Multi-Slice Spiral Computerized Tomography Enterography) and BCE (Bowel Capsule Endoscopy) as well as separate application of BCE and MSCTE in pre-operative assessment of SITs (Tumors of Small Intestine). Methods MSCTE and BCE imaging data of sixty-six SIT patients were analyzed retrospectively so as to compare the consistency in detection rates and lesion sizes between MSCTE, BCE and the combination of MSCTE and BCE. Results Combination of MSCTE and BCE demonstrated its overwhelming advantages in the detection rate of SITs over separate application of MSCTE and BCE ($P<0.05$). The consistency in lesion sizes and pathological measurements obtained by MSCTE, BCE and combination of both technologies was analyzed ($r=0.98, 0.966, 0.995$). Conclusion Combination of MSCTE and BCE could improve the detection rate of SITs and the accuracy of pre-operative assessment.

Key words: tumors of small intestine; multi-slice spiral CT enterography; bowel capsule endoscopy

[中图分类号] R735.3; R814.42 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.012

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0036-04

小肠腺癌、间质瘤、淋巴瘤为小肠常见肿瘤,由于小肠冗长,行径重叠^[1],临床对小肠肿瘤的诊断较为困难。随着多层螺旋CT的发展,口服大剂量2.5%等渗甘露醇溶液进行多层螺旋CT小肠造影(Multi-slice Spiral Computed Tomography Enteroclysis, MSCTE)广泛应用于临床,大剂量2.5%等渗甘露醇溶液能充分充盈小肠,然后行CT平扫及增强扫描,可清楚显示小肠腔、壁、淋巴结及毗邻器官。肠胶囊内镜(Bowel Capsule Endoscopy, BCE)检查可显示

小肠粘膜变化及肠腔内改变,且患者易吞服无痛苦,是小肠疾病的理想检查手段。本文探讨了MSCTE、BCE单独及联合应用对小肠肿瘤的检出率以及病灶大小定量测值的准确性,旨在为术前评估提供重要依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2011年1月~2014年6月我院收治66例小肠肿瘤患者,其中男38例,女28例,年龄28~81岁,平均49.3岁,病程6d~3年。主要临床症状为腹部包块、消化道出血、腹痛、

收稿日期: 2015-01-22 修回日期: 2015-04-14
基金项目: 齐齐哈尔医学院教育科学研究项目(JY20141067)。
通讯作者: 丁国旭, 主任医师, 教授, 放射学及介入诊疗学专家。
作者邮箱: wangdongxu19840312@163.com

腹胀等。术前均进行 MSCTE 及 BCE 检查, 所有病例均经术后病理证实。

1.2 方法

1.2.1 MSCTE 检查

患者行 MSCTE 检查前一日无渣饮食, 当晚口服 20% 甘露醇 250 mL, 多饮水预防脱水, 排净固体粪便。扫描前每隔 0.5 h 饮 2.5% 等渗甘露醇 500 mL, 共饮 3 次 (肠梗阻患者除外), 随后肌注山莨菪碱 20 mg 抑制肠管蠕动 (青光眼、前列腺肥大等患者除外)。采用东芝 Aquilion 64 层螺旋 CT, 从剑突下缘扫描至耻骨联合下缘, 平扫后行动脉期及门静脉期扫描。造影剂选择碘普罗胺注射液 (优维显 370) 65~80 mL, 采用 CT 单筒高压注射器, 经肘部表浅静脉注入, 流速 3~3.5 mL/s。使用人工智能软件监测腹主动脉, 触发阈值 120 Hu, 兴趣区大小 100 mm², 完成动脉期扫描后, 间隔约 30~40 s 后启动扫描程序, 完成门脉期扫描。扫描参数: 管电压 110 kV, 管电流与曝光时间的乘积 220 mAs, 平扫时相 200~250 mAs, 增强时相 300~350 mAs; 机器转速 0.38 s/转, 准直 1.2 mm, 螺距 0.75, 层厚及层距均为 5 mm, 重建间隔 1.0 mm, 扫描时间约 6~7 s, 矩阵 512 × 512~1024 × 1024。重建方式: iDose4Leve14, 重建视野: 250 mm × 250 mm~350 mm × 350 mm, Z 轴范围: 250~500 mm。将所得数据传送至计算机工作站进行多平面重建 (Multiplanar Reformation, MPR) 和最大密度投影 (Maximum Intensity Projection, MIP)。

1.2.2 BCE 检查

患者行 BCE 检查前一日无渣饮食, 当晚口服 20% 甘露醇 250 mL, 多饮水, 及时排便。采用重庆金山科技集团 OMOM 胶囊内镜系统进行检查。患者口服胶囊, 首先将胶囊采集的图像信号传至身上的接收器, 然后将接收器获得的图像传至影像工作站进行处理。

1.3 统计学处理

由 2 名放射科及内镜室主治医师以上职称的医生进行阅片, 测量病灶大小, 并与术后病理测值进行对照, 采用 SPSS 13.0 软件对数据进行处理, 病灶检出率的比较采用 χ^2 检验, 将病灶测值与病理测值进行相关性分析, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病灶检出率

不同扫描序列对病灶检出率的比较, 见表 1。

66 例患者中, MSCTE、BCE 及二者联合分别检出 55 例、53 例、64 例, 检出率分别为 83.33%、80.30%、96.97%。MSCTE 对小肠肿瘤的检出率略高于 BCE ($\chi^2_{0.05,1}=0.20$, $P=0.82 > 0.05$), 差异无统计学意义; MSCTE 与 BCE 联合应

用小肠肿瘤的检出率明显高于 MSCTE、BCE 单独一种检查 ($\chi^2_{0.05,1}=6.91$, $P=0.02 < 0.05$, $\chi^2_{0.05,1}=9.1$, $P=0.01 < 0.05$), 差异有统计学意义。

32 例小肠腺癌中, MSCTE、BCE 及二者联合分别检出 28 例、31 例、31 例, 检出率分别为 87.50%、96.88%、96.88%。BCE 对小肠腺癌的检出率明显高于 MSCTE ($\chi^2_{0.05,1}=1.95$, $P=0.36 > 0.05$), 差异无统计学意义。MSCTE 与 BCE 联合应用对小肠腺癌的检出率高于 MSCTE ($\chi^2_{0.05,1}=1.95$, $P=0.36 > 0.05$), 差异无统计学意义; 等于 BCE 检查, 无差异。

21 例小肠间质瘤患者中, MSCTE、BCE 及二者联合分别检出 20 例、10 例、21 例, 检出率分别为 95.24%、47.62%、100%。MSCTE 对小肠间质瘤的检出率明显高于 BCE ($\chi^2_{0.05,1}=11.67$, $P=0.00 < 0.05$), 差异有统计学意义。MSCTE 与 BCE 联合对小肠间质瘤的检出率明显高于 BCE ($\chi^2_{0.05,1}=14.9$, $P=0.00 < 0.05$), 差异有统计学意义; 略高于 MSCTE ($\chi^2_{0.05,1}=1.02$, $P=1 > 0.05$), 差异无统计学意义。

13 例小肠淋巴瘤患者中, MSCTE、BCE 及二者联合分别检出 7 例、12 例、12 例, 检出率分别为 53.85%、92.31%、92.31%。BCE 对小肠淋巴瘤的检出率高于 MSCTE ($\chi^2_{0.05,1}=4.89$, $P=0.07 > 0.05$), 差异无统计学意义。MSCTE 与 BCE 联合应用对小肠淋巴瘤的检出率高于 MSCTE ($\chi^2_{0.05,1}=4.89$, $P=0.07 > 0.05$), 差异无统计学意义; 等于 BCE 检查, 无差异。

表1 不同扫描序列对病灶检出率的比较

检出方法	病灶检出率	病理结果		
		腺癌	间质瘤	淋巴瘤
MSCTE	83.33% (55/66)	87.50% (28/32)	95.24% (20/21)	53.85% (7/13)
BCE	80.30% (53/66)	96.88% (31/32)	47.62% (10/21)	92.31% (12/13)
MSCTE与BCE联合	96.97% (64/66)	96.88% (31/32)	100% (21/21)	92.31% (12/13)

32 例小肠腺癌患者, MSCTE 漏诊 4 例, 其中 3 例被 BCE 检出; 21 例小肠间质瘤患者, BCE 漏诊 11 例, 全部被 MSCTE 检出; 13 例小肠淋巴瘤患者, MSCTE 漏诊 6 例, 5 例被 BCE 检出。患者的 MSCTE 及 BCE 检查图像, 见图 1。

2.2 MSCTE、BCE 及二者联用对病灶大小的测值与病理测值比较

同时被 MSCTE、BCE 检出的病灶有 43 例, 病灶大小的术后病理测值为 (4.95 ± 1.96) cm, MSCTE 测值为 (5.78 ± 2.11) cm, BCE 测值为 (3.82 ± 1.94) cm, MSCTE 联合 BCE 测值为 (4.80 ± 1.98) cm。MSCTE、BCE 及联合诊断的测值与病理测值的相关系数 r 分别为 0.98、0.966、0.995, $P=0.00 < 0.05$ (图 2)。

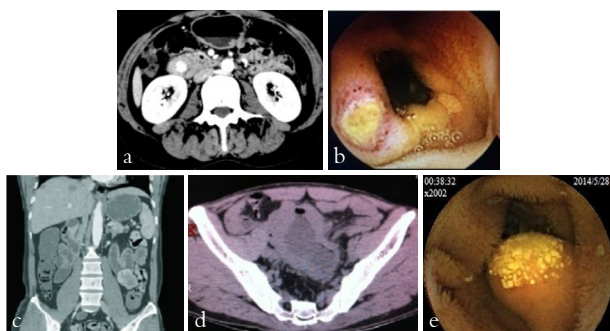


图1 患者的MSCTE及BCE检查图像

注: a.男, 46岁, 病理为腺癌, MSCTE示小肠壁见类圆形均匀强化结节影; b.男, 60岁, 病理为小肠腺癌, MSCTE漏诊, BCE示类圆形溃疡灶, 周边黏膜充血水肿发红, 表面薄白苔; c.女, 52岁, 病理为小肠间质瘤, BCE漏诊, MSCTE冠状位示小肠壁见不规则形边缘强化肿块影, 密度均匀; d.男, 58岁, 病理为小肠淋巴瘤, MSCTE平扫示小肠壁不均匀增厚, 肠腔明显扩张、积液; e.男, 72岁, 病理为小肠淋巴瘤, MSCTE漏诊, BCE示小肠息肉样隆起突入腔内, 表面淋巴管扩张, 肠腔略窄。

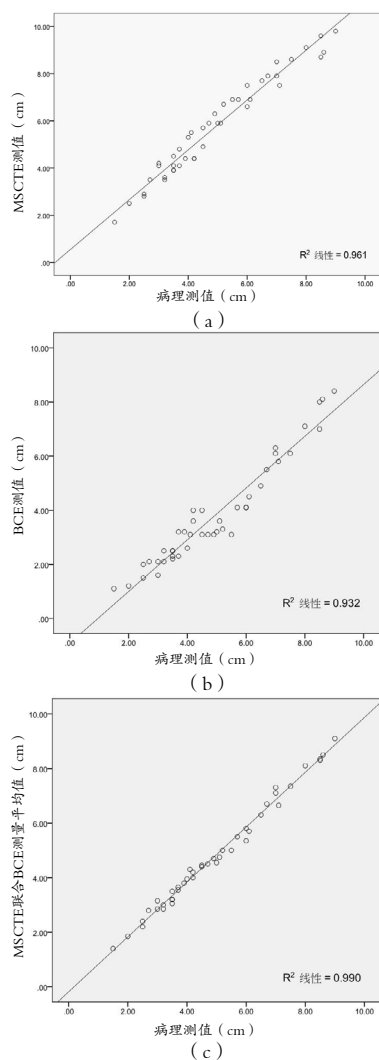


图2 MSCTE、BCE及联合诊断的病灶大小测值与病理测值的相关性

注: (a)示MSCTE与病理测值的相关性, (b)示BCE与病理测值的相关性, (c)示联合诊断与病理测值的相关性。

3 讨论

3.1 MSCTE、BCE对小肠肿瘤的术前评估价值

小肠腺癌常起源于黏膜内并向肠腔内生长, BCE 较易观察到肠腔内的变化, 因此可避免漏诊^[2]。本研究中共 32 例小肠腺癌, BCE 检查漏诊 1 例 (因肿瘤过小); MSCTE 检查漏诊 4 例, 其中 3 例被 BCE 检出 (BCE 检查时发现较小的溃疡, 周围黏膜充血水肿)。MSCTE 检查显示 12 例腺癌患者肠系膜或腹膜淋巴结肿大, 3 例腺癌患者伴有腹水形成, 可为临床肿瘤分期、预后判定提供重要信息。

小肠间质瘤多起源于小肠固有肌层^[3], 因外肌层常常受累而呈外生性生长^[4], BCE 镜下无明显改变, 容易漏诊。而间质瘤血供丰富^[5], 易被 MSCTE 强化时发现, 所以 MSCTE 为首选检查方法, 但 BCE 易发现向腔内生长的小间质瘤。本研究中共 21 例小肠小间质瘤, BCE 检查漏诊 11 例, 其中 8 例患者 MSCTE 示肿块向肠腔外生长, 不同程度强化; 2 例患者 MSCTE 示肠壁略增厚, 增强后动脉期呈相对明显强化的类圆形小肿块。MSCTE 检查漏诊 1 例 (因肿瘤累及黏膜下层向腔内突起), 但 BCE 检查显示表面光滑蕈样肿块覆着小血管, 质地中等。MSCTE 增强扫描后采用 MIP 技术进行图像后处理, 可清晰显示肿瘤及血管情况, 为术前提供肿瘤血供信息。

小肠淋巴瘤常发生于回肠远端, 可能与回肠远端淋巴组织丰富有关^[6], 而进行 MSCTE 检查时回肠远端对比剂充盈不良, 这是 MSCTE 对淋巴瘤检出率低的主要原因^[7]。本研究中共 13 例小肠淋巴瘤, MSCTE 检查漏诊 6 例, 其中 5 例患者 BCE 示回肠远端小息肉样新生物, 质地中等、表面不光整。MSCTE 扫描后可通过 MPR 等图像后处理技术^[8], 整体显示淋巴瘤的病变范围及肠腔整体情况。

3.2 MSCTE、BCE互补不足

MSCTE 与 BCE 互有侧重^[9], 互补不足, 二者联合可更好地显示小肠肿瘤。对临床触诊下腹部有肿块或者考虑回肠远端病变的患者应首选 BCE。怀疑肿瘤与周围组织形成粘连或浸润的患者应首选 MSCTE, 本研究中有 4 例患者有上述表现, 因术前充分准备, 手术切口选择正确使得手术进行顺利, 预后较好。对于年龄较大, 腹部未触及明显肿块, 且腹痛、腹胀加重的患者, 以及因肿瘤沿肠壁浸润性生长而未形成明显肿块或水肿明显掩盖小肿块的患者, 需采用 MSCTE、BCE 联合检查, 本研究中有 5 例患者有上述表现, 通过 MSCTE、BCE 联合诊断, 确诊为小肠肿瘤。

MSCTE 对小肠肠壁及突向肠腔之外肿瘤的显示优于 BCE, 而 BCE 对小肠粘膜肿瘤、向肠腔内生长肿瘤及溃疡的显示优于 MSCTE。MSCTE 可立体显示病变与周围的毗邻关系、肿瘤血供情况、有无淋巴结转移、腹水形成等, 弥补了 BCE 的不足; 而 BCE 可直观、清晰地显示小肠黏膜

病变,尤其对轻微黏膜病变的早期发现很有帮助。

3.3 MSCTE、BCE对病灶大小的测量

术前对小肠肿瘤病灶大小及范围的准确评价是制定手术方案的重要依据^[10]。MSCTE、BCE及联合诊断所测病灶大小与病理测值呈正相关,二者联合诊断最接近病理测值($r_{\text{联合}} > r_{\text{MSCTE}} > r_{\text{BCE}}$)。BCE测值较病理测值偏小,主要有以下几方面原因^[11]:①检查时内镜医生不能完全精准地观察到病灶的最大径;②一个镜下视野不能显示完整的病灶;③受设备的精准性、医生估测方法的影响。MSCTE测值较病理测值偏大,主要有以下几方面原因^[12-13]:①CT的容积效应;②肿瘤边缘模糊、可见长短不一的毛刺征,导致测值偏大。病理测值的结果不准确,可因手术时切除的小肠肿瘤并非完整,或者因术后小肠肿瘤标本的处理方法不同而产生^[13],但病理测值结果对MSCTE、BCE的影响是一致的,因此可认为不会对结果产生偏倚。MSCTE、BCE联合诊断计算出的平均值更接近小肠肿瘤的病理值,可为临床术前肿瘤分期^[14]、手术方式选择、预后评估^[15]提供更为精准的数值。

综上所述, MSCTE、BCE二者联合可以更好地显示小肠肿瘤的大小,提高小肠肿瘤的检出率,为术前评估提供重要依据。

[参考文献]

- [1] 隋言宾,公佩友.口服法多层螺旋CT小肠造影在小肠疾病诊断中的临床价值[J].临床放射学杂志,2013,32(3):447-450.
- [2] Zhong J, Ma T, Zhang C, et al. A retrospective study of the application on double-balloon enteroscopy in 378 patients with suspected small-bowel diseases[J]. Endoscopy, 2007, 39(3): 208-215.

- [3] 谭狄辉.胃肠道间质瘤的影像学表现研究[J].医学信息,2014,(6):115.
- [4] 杨波,毛高平,宁守斌,等.双气囊小肠镜对小肠间质瘤的诊断价值[J].世界华人消化杂志,2014,22(22):3335-3339.
- [5] 苗林,韩利利.螺旋CT对胃肠道间质瘤的诊断探讨[J].现代医用影像学,2014,23(4):427-428.
- [6] 汪勇,葛锋铭,周作斌.多层螺旋CT诊断肠道淋巴瘤8例[J].中国医药科学,2014,(9):135-137,146.
- [7] 周建伟,潘杰,侯俊良.多层螺旋CT小肠造影与双气囊小肠镜在不明原因腹痛诊断中的价值[J].实用医学杂志,2012,28(22):3758-3761.
- [8] 易文中,李维金,黄茂勇.结肠造影CT扫描对大肠肿瘤性病变的应用评价[J].实用放射学杂志,2007,23(10):1347-1358.
- [9] 王赫,王丽波.胶囊内镜在老年人中消化道出血中的应用[J].中国老年学杂志,2011,31(24):4968-4969.
- [10] 陈跃宇,朱堃,苏进根.肠镜联合CT检查在大肠癌术前评估中的意义[J].上海医学,2002,25(10):626-627.
- [11] 李颖文,柴汝昌,苏云杉,等.口服甘露醇多层螺旋CT小肠造影的临床应用[J].中国医学影像学杂志,2007,15(5):375-377.
- [12] 赵雪松,缪飞,杨燕萍,等.CT能谱成像在小肠间质瘤和淋巴瘤鉴别诊断中的应用价值[J].中国医学计算机成像杂志,2013,19(1):38-42.
- [13] 刘恺,文戈,邓燕佳,等.胃类癌动态增强CT表现与病理学对照研究[J].临床放射学杂志,2012,31(6):829-832.
- [14] Wildermuth S, Leschka S, Alkadhi H, et al. Multislice CT in the pre and post interventional evaluation of mesenteric perfusion[J]. Eur Radiology, 2005, 15:1203.
- [15] 王牧,杨春霞,王书智,等.多排螺旋CT对胃肠道间质瘤的诊断价值[J].中国医疗设备,2013,28(11):158-162.

上接第42页

态容积扫描可准确而直观地诊断烟雾病,为临床诊断提供形态学与功能学等多方面的信息。

[参考文献]

- [1] Yashimoto T, Houkin K, Takahashi A, et al. Angiogenic factors in Moyamoyadisease[J]. Stroke, 1996, 27(12):2160-2165.
- [2] Hartkamp MJ, van der Grond J, van Everdingen KJ, et al. Circle of willis collateral flow investigated by magnetic resonance angiography[J]. Stroke, 1999, 30(12):2671-2678.
- [3] 徐青松,夏有生,师毅冰,等.320排动态容积CT全脑灌注成像在颅脑病变诊断中的应用价值[J].中国医疗设备,2014,29(11):166-168.

- [4] Derdeyn CP, Videen TO, Yundt KD, et al. Variability of cerebral blood volume and oxygen extraction: stages of cerebral haemodynamic impairment revisited[J]. Brain, 2002, 125(Pt3):595-607.
- [5] Derdeyn CP, Grubb RL Jr, Powers WJ. Cerebral hemodynamic impairment: methods of measurement and association with stroke risk[J]. Neurology, 1999, 53(2):251-259.
- [6] 潘交海,潘宇宁.一站式头颅容积CT扫描在烟雾病诊断中的应用价值[J].实用放射学杂志,2014,30(1):26-29.
- [7] 邢士军,陈文华,王祁,等.320排动态减影CT血管成像在烟雾病诊断中的价值[J].中国CT和MRI杂志,2013,11(6):11-13.
- [8] 陈友三,陈信坚,邹佳妮,等.320层CT动态容积扫描对烟雾病侧支循环的评价[J].医学影像学杂志,2012,22(11):1799-1802.

256层螺旋CT动态容积扫描在烟雾病诊断中的应用价值

Application Value of 256-Slice Spiral Dynamic Volume CT in Diagnosis of Moyamoya Disease

高青^a, 崔慧^a, 贾慧娟^a,
史朴军^b, 高伟^c
聊城市人民医院 a.CT室; b.设备科;
c.检验科, 山东 聊城 252000

GAO Qing^a, CUI Hui^a,
JIA Hui-juan^a, SHI Pu-jun^b,
GAO Wei^c
a.CT Room; b.Department of Equipment;
c.Department of Laboratory, Liaocheng
People's Hospital, Liaocheng Shandong
252000

[摘要] 目的 探讨256层螺旋CT动态容积扫描在烟雾病诊断中的应用价值。方法 选取23例烟雾病患者(烟雾病组)和18例血管无异常的志愿者(对照组), 均对其行256层螺旋CT动态容积扫描, 将动脉达峰序列作为原始图像, 进行容积再现(VR)、最大密度投影(MIP)等后处理。将原始数据导入灌注分析软件, 得到脑血容量(CBV)、脑血流量(CBF)、平均通过时间(MTT)、达峰时间(TTP), 比较大脑前、中、后动脉分布区的CT灌注参数, 并进行统计分析。结果 与对照组比较, 烟雾病患者大脑前、中动脉分布区TTP、MTT延长, CBV增高, 差异有统计学意义($P<0.01$), CBF比较差异无统计学意义($P>0.05$); 两组患者大脑后动脉分布区的脑CT灌注参数比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 256层螺旋CT动态容积扫描能很好地显示病变血管部位、狭窄程度及颅底异常血管网改变, 对烟雾病诊断有重要的指导意义。

[关键词] 多层螺旋CT; 动态容积扫描; 烟雾病

Abstract: Objective To explore the application value of 256-slice spiral DVCT (Dynamic Volume Computerized Tomography) in diagnosis of MMD (Moyamoya Disease). Methods Altogether 23 cases of MMD patients (MMD Group) and 18 healthy volunteers (Control Group) were selected and scanned by 256-slice spiral DVCT. The arterial peak sequence was taken as the original image and then processed with adoption of multiple techniques including VR (Volume Rendering) and MIP (Maximum Intensity Projection). With input of the original images into the perfusion analysis software, CBV (Cerebral Blood Volume), CBF (Cerebral Blood Flow), MTT (Mean Transit Time) and TTP (Time to Peak) values were acquired. And comparisons and statistical analysis were made between CT perfusion parameters of the distribution areas in ACA (Anterior Cerebral Arteries), MCA (Middle Cerebral Arteries) and PCA (Posterior Cerebral Arteries). Results In contrast with Control Group, patients in MMD Group showed longer TTP and MTT as well as larger CBV of the distribution areas in ACA and MCA with statistically significant differences ($P<0.01$); while, the CBF in ACA and MCA as well as the cerebral CT perfusion parameters in PCA between two groups had no statistical differences ($P>0.05$). Conclusion The 256-slice spiral DVCT revealed its advantages in successful display of the locations of vascular lesions, the degree of stenosis and changes of the abnormal sub-cranial vascular network, which provided significant guidance for diagnosis of MMD.

Key words: multi-slice spiral CT; dynamic volume scanning; moyamoya diseases

[中图分类号] R743; R814.4 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.013

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0040-03

烟雾病(Moyamoya Disease, MMD), 又称脑底异常血管网症, 是一种慢性进行性颅底动脉血管闭塞性疾病, 以

收稿日期: 2015-01-19
作者邮箱: congcong1126@163.com

修回日期: 2015-05-27

颈内动脉颅内段、大脑前动脉及大脑中动脉起始部狭窄或闭塞, 伴脑底部 willis 环周围烟雾状毛细血管网形成为特征, 因其在脑血管造影片上形似喷出的烟雾, 故称其为烟

雾病。有研究表明,多层螺旋CT(MSCT)动态容积扫描可通过注射一次造影剂,同时获得脑动脉及全脑灌注图像,不仅可大幅度降低辐射剂量,而且还可以对患者的脑血管情况进行综合评价。本研究对23例烟雾病患者及18例血管无异常的志愿者进行MSCT动态容积扫描,旨在探讨MSCT动态容积扫描在烟雾病诊断中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择2012年1月~2014年1月于我院确诊的23例烟雾病患者作为烟雾病组,其中男9例,女14例;年龄15~52岁,平均 (35.5 ± 13.2) 岁。短暂性脑缺血发作11例,脑出血7例(其中脑室出血3例),无症状5例。选取标准:①排除合并糖尿病或甲状腺、心血管、肾脏、肝脏等疾病;②心率55~91 bpm,平均 (66 ± 7) bpm;③身高150~185 cm,平均 (163 ± 8) cm;④体重53~82 kg,平均 (65 ± 11) kg,体重指数(Body Mass Index, BMI)为 $(18.5 \sim 25)$ kg/m²。

按上述标准选择18例同期脑血管无异常的志愿者作为对照组,其中男8例,女10例;年龄27~52岁,平均 (39.5 ± 12.1) 岁。无临床症状11例,头痛、头晕7例。本研究通过医院伦理委员会批准,患者及志愿者均被告之并签署知情同意书。

1.2 仪器与方法

采用Philips 256层螺旋CT进行脑CT灌注成像(CT Perfusion, CTP),扫描范围从颅底至颅顶,扫描前去除头部异物,嘱患者扫描时勿动,经肘静脉注入50 mL碘普罗胺(370 mgI/mL),注射速率5 mL/s,对比剂注射后5 s开始第一次扫描,对比剂注射后6 s进行第2次扫描,间隔时间为1 s,共扫描15次,然后以20 mL生理盐水冲洗。扫描一次覆盖范围16 cm,单圈旋转时间为0.4 s,管电压80 kV,管电流125 mA,准直 64×1.25 mm,层厚5 mm,层间距5 mm。

1.3 图像后处理

将采集的容积数据传输至EBW后处理工作站,在所得容积数据中选择一组动脉达峰数据重建出容积再现(Volume Rendering, VR)、最大密度投影(Maximum Intensity Projection, MIP)图像,观察血管外观。并利用灌注分析软件进行脑灌注图像的处理,得到所扫的每个层面的脑血容量(Cerebral Blood Volume, CBV)、脑血流量(Cerebral Blood Flow, CBF)、平均通过时间(Mean Transit Time, MTT)、对比剂达峰时间(Time to Peak, TTP)。

1.4 统计学方法

采用SPSS 17.0软件进行统计分析,计量资料以均值 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验,以 $P < 0.05$ 为

差异有统计学意义。

2 结果

2.1 脑CT血管成像表现

VR、MIP图像可显示病变血管部位、狭窄程度、颅底异常血管网及侧支血管等(图1~2)。23例烟雾病患者的动态容积扫描图像情况如下:

(1)狭窄、闭塞:所有患者均可清晰显示发生狭窄、闭塞的血管,其中双侧颈内动脉颅内段狭窄、闭塞18例,发生狭窄的位置位于C1或C2段,多同时伴大脑前动脉及大脑中动脉狭窄、闭塞;单侧颈内动脉狭窄、闭塞4例,发生狭窄的位置位于C1或C2段,均伴有大脑中动脉M1狭窄、闭塞,伴或不伴有大脑前动脉近端狭窄;单侧大脑中动脉近端狭窄1例。

(2)脑底部异常增生血管网:所有患者均可显示脑底部动脉环周围有密集成束的不规则小血管网,多分布在发生狭窄、闭塞的大血管周围。

(3)软脑膜侧支循环:10例患者在大脑后动脉与大脑前动脉之间、大脑后动脉与大脑中动脉之间的终末支有广泛的软脑膜侧支循环形成,双侧椎动脉颅内段及基底动脉代偿性增粗,另外2例患者颈外动脉形成侧支供血。

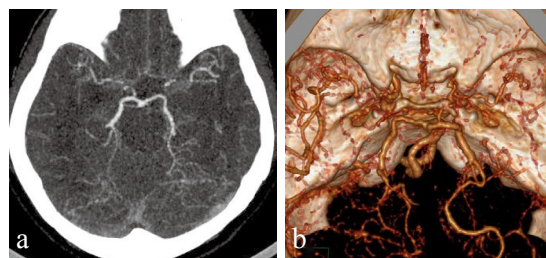


图1 MIP及VR图像

注:a.MIP图像,b.VR图像,MIP及VR图像显示双侧颈内动脉末端以及大脑前、中动脉近端明显狭窄,伴脑底部异常血管网形成。

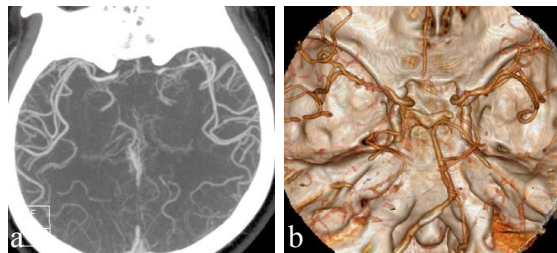


图2 MIP及VR图像

注:a.MIP图像,b.VR图像,MIP及VR图像显示左侧大脑中动脉及大脑前动脉近端不同程度狭窄,伴脑底部异常血管网形成。

2.2 脑CTP参数分析

与对照组比较,烟雾病组大脑前、中动脉分布区CBV增大、TTP及MTT延长,差异有统计学意义($P < 0.01$),但

CBF 比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)；大脑后动脉分布区两组 CBF、CBV、MTT、TTP 比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)，见表 1。烟雾病组患者的脑灌注图像，见图 3。

表1 两组患者大脑前、中、后动脉分布区脑CT灌注参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	CBF[mL/(min·100g)]	CBV(mL/100g)	MTT (s)	TTP (s)
对照组(18例)				
ACA	25.66 ± 4.54	2.92 ± 0.72	5.45 ± 0.99	24.83 ± 4.07
MCA	97.74 ± 7.91	6.08 ± 0.56	3.83 ± 0.83	25.83 ± 2.34
PCA	25.77 ± 3.52	2.77 ± 0.53	6.28 ± 0.69	25.33 ± 4.06
烟雾病组(23例)				
ACA	26.30 ± 5.28	8.46 ± 0.91	6.89 ± 0.43	30.27 ± 5.02
MCA	99.61 ± 10.82	8.06 ± 1.05	6.34 ± 1.01	32.06 ± 2.55
PCA	26.39 ± 3.87	2.88 ± 0.46	6.18 ± 0.66	26.44 ± 4.11

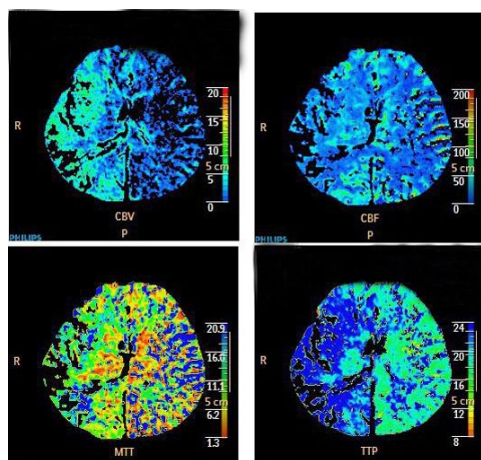


图3 脑灌注图像

注：烟雾病组（单侧发病），病变侧和健侧的CBV与TTP对比可见显著差异，病变侧和健侧的CBF与MTT对比未见明显差异。

3 讨论

1967年，Suzuki教授首次使用了烟雾病的概念，为基底动脉环的自发性阻塞性疾病，可能与家族遗传、感染、自身免疫性疾病有关^[1-2]。MMD在全世界各国均有发现，但其发病存在显著的地区及种族差异，亚洲地区是本病集中区域，日本的发病率最高，其次为韩国及中国，欧美发病率较低，这提示着遗传因素在其发病过程中起着非常重要的作用。MMD多认为是继发于某种病因所致的双侧颈内动脉颅内段、大脑前动脉、大脑中动脉近端狭窄或闭塞后大脑底部侧支血管逐渐代偿，从而形成丰富密集的、不规则的细小侧支循环网。以往诊断烟雾病主要依靠脑血管造影（Digital Subtraction Angiography, DSA），但急性期患者症状危重，不适合DSA检查，而且DSA属于有创检查，存在并发症的危险。磁共振血管成像（Magnetic Resonance Angiography, MRA）可显示

烟雾病受累动脉的异常改变，但对远端分支和侧支血管的显示欠佳。多层螺旋CT具有覆盖范围大、成像速度快、操作简单、无创伤等优点，以往常规脑灌注成像由于扫描覆盖范围的限制，对于扫描覆盖范围以外的病变容易漏诊，难以显示全脑血流动力学信息，随着CT技术的不断进展，全脑灌注再次成为临床及学术上关注的热点^[3]。常规模式下进行脑灌注主要以观察willis环为主，难以覆盖全脑，对脑干、小脑、半卵圆中心及额顶叶皮层难以显示。256层螺旋CT可以实现大范围动态容积扫描，能够得到从颅底至颅顶的全脑灌注、脑动脉、脑静脉图像，简化了扫描过程，缩短了患者的检查时间，从而可对病情进行综合评价。

本研究采用VR、MIP技术，可清晰显示颈内动脉颅内段、大脑前动脉及大脑中动脉起始处的病变。VR重建图像具有较强的立体感，通过旋转可显示观察病灶的最佳位置，由于软脑膜动脉侧支循环紧贴颅骨，可以通过多角度旋转清晰地显示侧支血管的来源，但VR不能清晰显示脑底部细小侧支循环。MIP重建图像可作为VR的补充，通过改变阈值来显示不同结构状态，对脑底部细小侧支循环网以及侧支血管内的微小动脉瘤均能清晰显示。

烟雾病的临床表现多样，部分患者临床症状隐匿、不典型，多数患者在发病早期均未得到及时治疗，致使病情进展，可出现短暂性脑缺血发作、脑梗死、脑出血等并发症，其发病形式（梗死或出血）与血流动力学改变有密切联系。典型烟雾病的血流改变表现为：脑血流量降低、氧代谢率不变、氧摄取率亢进、脑血容量增加，平均通过时间延长。烟雾病患者的颈动脉闭塞，可导致远端颅内血管灌注压下降，当侧支循环失代偿时，脑血管自动调节机制发挥作用，使得血管扩张、局部脑血容量（regional Cerebral Blood Volume, rCBV）增加，从而维持局部脑血流量（regional Cerebral Blood Flow, rCBF）正常；随着脑灌注压进一步下降，脑血管自动调节机制失代偿，rCBF下降，脑代谢储备开始发挥重要作用，脑组织氧摄取分数（Oxygen Extraction Fraction, OEF）进行性升高以维持正常脑代谢，当OEF升高不足以维持正常脑氧代谢率（Cerebral Oxygen Metabolic Rate, CMRO）时，脑组织将出现不可逆的改变，发生梗死^[4-5]。在慢性病程进展中，患者血管狭窄或闭塞，受累血管周围出现细小的侧支循环网，在侧支循环密集区域可呈现高灌注，CBV增高，但TTP延长，在侧支循环网缺乏的区域呈现为低灌注^[6-8]。本研究中，与对照组比较，烟雾病组大脑前动脉和中动脉供血分布区CBV增高、TTP及MTT延长、CBF无明显变化。两组患者大脑后动脉供血分布区CTP参数的比较无统计学意义。说明烟雾病是一种主要累及颈内动脉系统的疾病，椎-基底动脉系统基本不受影响。

烟雾病的致残率和病死率较高，其早期诊断和恰当治疗对于改善患者生活质量和预后尤为重要。脑CTP结合动

下转第39页

腱鞘巨细胞瘤的MRI诊断要点分析

Analysis of the Effectiveness of MRI in Diagnosis of Giant Cell Tumor of Tendon Sheath

周新韩, 徐志锋, 贺小红,
吴红霞, 周嫦英

佛山市第一人民医院 MR室, 广东
佛山 528000

ZHOU Xin-han, XU Zhi-feng,
HE Xiao-hong, WU Hong-xia,
ZHOU Chang-ying

Department of MR, The First People's
Hospital of Foshan, Foshan Guangdong
528000, China

[摘要] 目的 探讨MRI在诊断腱鞘巨细胞瘤(GCTTS)中的应用价值。方法 回顾性分析19例经手术和病理证实的腱鞘巨细胞瘤患者的病例资料。所有患者均行MRI平扫(其中17例行增强扫描),分析其临床特征、发病部位和MRI特征。**结果** 所有GCTTS均发生于肌腱旁或包绕肌腱生长(局限型12例,弥漫型7例),其中手部4例、足部1例、膝关节5例和踝关节9例。膝关节和踝关节GCTTS分别好发于髌骨和距骨周围。MRI示所有的GCTTS均见纤维包膜结构,与骨骼肌信号对比,7例表现为T1WI等信号、T2WI稍高信号,4例T1WI和T2WI上均呈等信号,1例T1WI和T2WI上呈稍高信号,余7例T1WI和T2WI上呈混杂信号,其中5例可见T1WI和T2WI特征性双低信号。GCTTS增强扫描,10例呈中度强化,7例呈均匀或不均匀性明显强化。**结论** GCTTS具有特定的发病部位,以局限型多见;病灶周缘纤维包膜,MRI信号多样,T1WI和T2WI双向低信号为其较特异性征象,对其诊断具有重要价值。

[关键词] 腱鞘巨细胞瘤;磁共振成像;增强扫描

Abstract: Objective To analyze the effectiveness of MRI in diagnosis of GCTTS (Giant Cell Tumor of Tendon Sheath). Methods Clinical data of 19 surgically-and-pathologically-confirmed GCTTS cases were retrospectively analyzed. All the patients underwent plain MRI examinations to analyze their clinical features, lesion locations and MRI features, among which 17 cases received the enhanced MRI scanning. Results Lesions were revealed beside or around the tendon sheath in all the cases, among which there were 12 cases with focal lesions and 7 cases with diffusion lesions. Of all the cases, lesions were located in the finger in 4 cases, the foot in 1 case, the knee in 5 cases and the ankle in 9 cases. For the GCTTS cases with lesions in the knee and ankle, most of the lesions appeared around the patella and astragalus respectively. MRI showed that all the lesions were embraced by fibrous capsule. Compared with skeletal muscle signals, 7 cases presented iso-intensity on T1WI, and slight hyper-intensity on T2WI, 4 cases presented iso-intensity on T1WI and T2WI, 1 case presented slight hyper-intensity on T1WI and T2WI, and the remaining 7 cases presented mixed signals on T1WI and T2WI. Additionally, the hypo-intensity on T1WI and T2WI were observed in 5 cases. For enhanced MRI, 10 cases showed moderate enhancement, and 7 cases showed obviously homogeneous or local enhancement. Conclusion GCTTS were seen in specific locations and especially presented as focal lesions. The lesions were usually embraced by fibrous capsule with diversified MRI signals. Low signals on T1WI and T2WI were the specific signs, which provided important references for diagnosis of patients with GCTTS.

Key words: giant cell tumor of tendon sheath; magnetic resonance imaging; enhanced scanning

[中图分类号] R445.2; R738.2 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.014

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0043-04

腱鞘巨细胞瘤(Giant Cell Tumor of the Tendon Sheath, GCTTS)是由Jaffe等人于1941年首先报道的一种起源于关节、滑囊和腱鞘滑膜的良性病变,以往一直将其视为炎

性增殖性病变,直至2002年WHO软组织肿瘤最新分类将其列入纤维组织细胞性肿瘤^[1]。GCTTS虽被视为良性肿瘤,但是部分病灶仍具有低度恶性生物学行为,可累及邻近的骨质、肌腱及软组织^[2]。目前国内外文献中,关于GCTTS的MRI特征性表现的研究仍不多见。本研究收集了19例

收稿日期: 2014-12-11
通讯作者: 贺小红, 副主任技师。
通讯作者邮箱: xumo11@126.com

GCTTS 患者的病例资料, 回顾性分析其 MRI 特征表现及其相关的病理基础, 并总结 GCTTS 的 MRI 诊断要点, 旨在提高其诊断的准确性。

1 材料和方法

1.1 临床资料

选择 2010 年 1 月~2014 年 6 月于我院经手术病理证实的 19 例 GCTTS 患者, 其中男 2 例, 女 17 例, 年龄 18~65 岁, 平均 38 岁。病变位于手部 4 例, 足部 1 例, 踝关节 9 例和膝关节 5 例。12 例以四肢远端或关节旁缓慢增大肿块为首发症状; 6 例表现为患侧关节肿胀伴疼痛, 功能受限; 另 1 例为术后复发病例。患者病程 2 月~5 年, 平均 (14 ± 9) 月。所有病灶均经关节镜或手术切除, 行常规病理切片、HE 染色及免疫组化染色。

1.2 仪器与方法

采用 GE Signa 1.5T 超导型 MR 机和意大利百盛 0.25T 关节专用 MR 机检查。常规自旋回波扫描序列包括: ①矢状位、冠状位及横断位 T1WI (TR/TE 400~650 ms/15~20 ms); ②矢状位 TSE T2WI 双回波序列 (TR/TE 1850~3580 ms/35~80 ms); ③矢状位或横断位脂肪抑制 PDWI 序列 (TR/TE 960~3000 ms/12~36 ms)。层厚 3 mm, 连续扫描, 扫描视野 160 mm, 矩阵 512×512 。其中 2 例只行 MRI 平扫, 余 17 例均行钆喷酸葡胺 (Gd-DTPA) 增强扫描, 剂量 0.1 mmol/kg, 静脉注射后立即行 T1WI 脂肪抑制扫描, 扫描体位和参数同平扫。

1.3 图像分析

由 2 名具有副主任医师资格的放射诊断医师共同分析 MRI 图像, 观察病灶的部位、边界、形状、是否存在邻近骨质侵犯、是否存在关节腔积液; 以肌肉信号为参考, 描述病灶信号特征及强化特点。在图像分析中, 若 2 位医师意见不一致, 则由第 3 位医师加入分析, 共同商讨决定。

2 结果

2.1 发病部位和分型

本组所有 GCTTS 均发生于肌腱旁或包绕肌腱生长, 局限型 12 例、弥漫型 7 例。12 例局限型病灶中, 手指旁 4 例、足部 1 例、踝关节 2 例、膝关节 5 例, 其中 4 例膝关节病灶发生于髌骨周缘 (髌后间隙 2 例, 髌下脂肪垫 2 例), 余 1 例发生于腘窝区。7 例弥漫型病灶均发生于踝关节, 其中 2 例呈不规则团块灶, 并伴有骨质侵犯。9 例踝关节病灶中, 7 例发生于距骨前/下方, 2 例发生于外踝。7 例 GCTTS 存在少量关节积液, 包括膝关节 4 例, 其中 3 例合并骨性关节炎; 踝关节 3 例, 其中 2 例为弥漫型病变。

2.2 MRI 表现特点

局限型 GCTTS: 12 例呈局限性生长, MRI 呈结节状、不规则团块状邻近或包绕肌腱生长, 边界清楚, 11 例见完整纤维包膜 (图 1a~1b)。5 例 T1WI 上呈等信号、T2WI 呈稍高信号 (图 1c~1e); 4 例 T1WI 和 T2WI 上均呈等信号; 1 例 T1WI 和 T2WI 上均呈稍高信号; 余 2 例 T1WI 和 T2WI 上均呈混杂信号, 其内可见 T1WI 和 T2WI 呈稍低信号区。4 例病灶内可见条索状信号影分隔, T1WI 和 T2WI 上呈稍低信号, 其中 1 例 T2WI 病灶内见局灶性水样信号灶 (图 1e)。T2WI 脂肪抑制序列示所有病灶呈高信号 (图 1e)。11 例行 T1WI 脂肪抑制增强扫描, 3 例呈均匀明显强化, 1 例呈不均性明显强化, 7 例呈中度强化。

弥漫型 GCTTS: 7 例呈弥漫性生长, 其中 1 例为术后复发, 其 MRI 表现为邻近或包绕肌腱或韧带生长的不规则浸润性肿块, 包膜欠完整, 局部界限不清; 4 例累及关节外, 表现为弥漫性结节及团片状滑膜增生, 其中 1 例位于右踝关节, 表现弥漫性侵袭生长 (图 1f~1h); 2 例伴骨质及关节软骨侵犯 (图 1i~1l)。5 例呈混杂信号, 在 T1WI 和

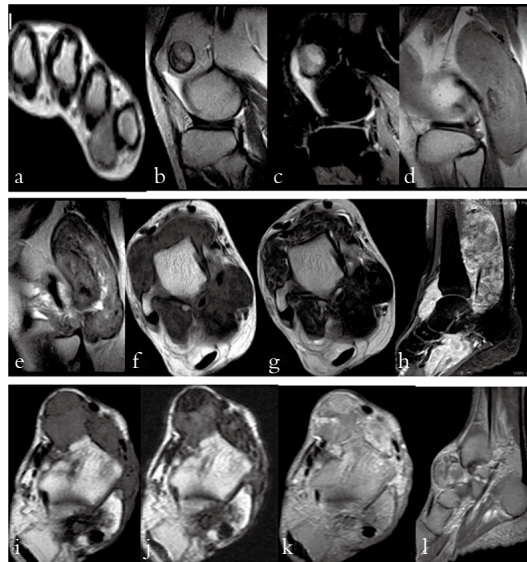


图1 GCTTS患者的MRI图像

注: a. 女性, 51岁, 左手小指和环指间局限型GCTTS。T1WI 病灶呈等信号, 周缘见完整纤维包膜征象。b~c. 女性, 54岁, 右膝关节髌骨上脂肪垫内局限型GCTTS。b为T2WI序列, 病灶周围见低信号的完整纤维包膜呈高低混杂信号, 关节腔内见少了积液; c为T2抑脂序列, 病灶呈稍高信号, 关节囊积液显示更清楚。d~e. 女性, 56岁, 左膝关节腘窝区肌腱旁局限型GCTTS。d和e分别为T1WI和T2WI序列, 腘窝区肾形肿块, 病灶周围见纤维包膜征象; T1WI主要呈等信号, T2WI呈等及略高信号, 其内见小斑片状T1WI和T2WI低信号, 以及斑片状T1WI低信号、T2WI明显高信号灶。f~h. 女性, 46岁, 左侧踝关节弥漫型GCTTS。f和g分别为T1WI和T2WI序列, 病灶呈不规则分叶团块灶, 包绕踝关节生长, 且包埋部分肌腱, 病灶界限不清; T1WI和T2WI呈等信号为主。h为增强扫描序列, 病灶明显侵犯关节内外, 呈明显不均性强化, 纤维间隔伸入致使病灶部分呈结节样外观。i~l. 男性, 54岁, 左踝关节距骨前方弥漫型GCTTS, 腓骨骨质局部受累。i和j分别为T1WI和T2WI序列, T1WI呈等信号, T2WI呈略高信号, 腓骨骨质局部受侵犯。k和l分别为增强扫描冠状面、矢状面, 显示病灶明显不均性强化, 病灶见不完整包膜结构。

T2WI 上均见结节状低信号区; 2 例在 T1WI 和 T2WI 上分别为等信号和稍高信号。4 例弥漫性 GCTTS 内可见多发条索状纤维间隔, T1WI 和 T2WI 上均呈稍低信号, 病灶见多发结节改变(图 1h)。7 例弥漫型 GCTTS 中, 6 例行增强扫描, 3 例呈明显不均性强化(图 1h、图 1k), 3 例呈中度强化。

3 讨论

3.1 GCTTS 的临床特征、病因和分型

GCTTS 好发于 30~50 岁的中年女性, 为源于滑膜组织的病变, 好发于手、足部指/趾间关节, 其次为踝、膝、髋关节。本组资料男女比例为 1:8.5。发生于踝关节最多, 共 9 例, 其次为膝关节 5 例, 手部 4 例, 足部 1 例。发生于踝关节和膝关节的 GCTTS 分别以距骨和髌骨周围关节间隙及肌腱或韧带旁常见, 分别占发病部位的 77.8% 和 80%。吴伟智等^[3]在膝关节 GCTTS 的研究中同样观察到类似的特征, 但其原因仍有待探究。

GCTTS 的发病原因尚不明确, 有学者推测可能与炎症和创伤(包括慢性劳损)有关^[4], 有报道称, 约 50% 的 GCTTS 患者有外伤史。还有学者认为, GCTTS 是肌腱或滑膜损伤后导致滑膜纤维组织细胞增生的修复性慢性反应^[4]。本组资料中所有病例均未见明确外伤史, 仅有 3 例(3/5)膝关节病变合并骨性关节炎; 但目前尚没有证据证明骨性关节炎和 GCTTS 发病存在因果关系。

GCTTS 以局限型常见, 约占其总数的 80%, 主要发生于手部。弥漫型 GCTTS 好发于承重大关节, 常累及踝、膝、肘及髋关节, 呈侵袭性生长。本组资料中, 4 例手部和 5 例膝关节的 GCTTS 均为局限型, 而 7 例弥漫型的 GCTTS 均发生于踝关节, 与以往报道基本一致^[5-6]。4 例弥漫型 GCTTS 累及关节内外, 其中 2 例合并局部骨质结构破坏。手术切除是 GCTTS 最佳的治疗方案。据报道, 局限型 GCTTS 术后复发率约为 7%~27%, 而弥漫型 GCTTS 术后复发率约为 40%~50%^[7]。本组病例中复发病例 1 例, 为发生于右踝关节的弥漫型 GCTTS。

3.2 GCTTS 的 MRI 特征

目前关于 GCTTS 的 MRI 信号特征报道不一致^[6, 9-10], 病灶在 T1WI 和 T2WI 上均存在低信号区被认为是 GCTTS 较具特征性的征象^[4,9]。本组仅 6 例(6/19) GCTTS 出现上述特征性信号, 远低于文献报道^[9]。Kitagawa 等^[10]认为 GCTTS 病灶部位的差异可能造成信号特征不一致, 且信号特征与病灶内纤维组织、脂肪、含铁血黄素等组成成分的含量多少以及病程时间长短有关。当肿瘤反复出血致含铁血黄素沉积时, 就可能在 T1WI 和 T2WI 上见到特征性低信号; 而以胶原纤维组织为主时, 多表现为等或略高信号。

以往报道认为手部病灶中往往少有铁沉积, 而导致信号

强度无显著性差异^[9]。本组 4 例病灶位于手部指间关节附近, T1WI 上均呈等信号, T2WI 上呈等或略高信号, 未见明确低信号区。笔者推测, 导致手部和膝、踝等大关节 GCTTS 信号差异的原因, 可能与手部 GCTTS 生长空间小, 就诊时肿瘤体积小、病程较短有关。而踝、膝关节内的 GCTTS 生长空间大, 因而患者就诊时往往病灶较大、病程较长, 因此, 更容易因长期出血而出现含铁血黄素沉积的特征性 T1WI 和 T2WI 双低信号。有学者^[11]对特征性双低信号的 GCTTS 进行病理学研究, 结果发现 HE 染色片中胶原成分占 65%, 而 50% 的病例见含铁血黄素。说明胶原成分和含铁血黄素不是局限性低信号形成的唯一原因, 而其他原因所致信号改变的机制尚不明确。另外, 本研究发发现本组所有 GCTTS 在 T2WI 脂肪抑制上表现为较明显的高信号。笔者推测, 这可能是由于 GCTTS 具有炎性表现, 组织内含有较多水分所致。病理学检查也证明 GCTTS 内含有较多炎性细胞。

据文献^[9-12]报道, 弥漫型 GCTTS 更容易造成关节积液及骨质侵蚀。本组 7 例 GCTTS 存在少量关节积液, 其中局限型 5 例, 弥漫型 2 例, 与以往报道结果不同^[6,9]。但笔者注意到 5 例局限型 GCTTS 中, 3 例位于膝关节, 且合并骨性关节炎, 其关节积液是由于骨性关节炎所致, 还是 GCTTS 所致, 依据本组资料尚无法定论。部分学者观察到 GCTTS 内存在裂隙状或条状 T2WI 明显高信号灶, Murphey 等^[12]推测, 这可能是少量的关节积液被包裹于肿瘤组织内所致。本组 4 例 GCTTS 存在上述裂隙状信号区, 其中 3 例为局限型(3/4), 且伴有关节腔积液。因此, 笔者比较认同 Murphey 等人的推测。骨质侵蚀往往发生在弥漫型 GCTTS。本组中仅 2 例(2/19)出现骨质破坏, 均为踝关节的弥漫型 GCTTS, 与以往报道较为一致^[13]。

MRI 图像上可见完整或不完整纤维包膜环绕, 也被认为是 GCTTS 较为特异性征象^[14]。本组所有 GCTTS 均见完整或不完整纤维包膜。本组 12 例局限型 GCTTS 中, 10 例(10/12)可见完整纤维包膜, 而 7 例弥漫型 GCTTS 的纤维包膜均欠完整。笔者推测主要是由于弥漫型 GCTTS 具有明显侵袭性生长的生物学行为。此外, 部分病灶见纤维间隔侵入, 并将其分隔为多个结节或团块灶。这种纤维分隔在 T1WI 和 T2WI 上均呈低或稍低信号^[15]。本组 6 例 GCTTS 内见纤维分隔, 其中局限型和弥漫型均为 3 例, 两者间无差异性。笔者还观察到, 这部分病例中, 病灶最大径均超过 2.8 cm, 因而据此推测病灶内纤维分隔的征象与病灶大小可能具有相关性, 病灶越大, 出现的机率越大。

Gd-DTPA 增强扫描中, GCTTS 强化方式多样, 可表现为不同程度的强化方式, 其中以中度~明显强化最为常见。在这些病例中往往可发现病灶内含有较丰富的毛细血管^[9]。本组 17 例患者行增强扫描, 10 例病灶呈轻~中度强化, 4 例病灶为明显均匀强化, 余 3 例呈局部明显强化。GCTTS

强化方式与病灶内毛细血管的多少及分布密切相关。

总之, GCTTS 主要表现为邻近或包绕腱鞘生长的无痛性缓慢生长肿块。其 MRI 特征为肿块周缘见完整或不完整纤维包膜;与骨骼肌比较, T1WI 多呈等信号, T2WI 多呈等或略高信号, 而 T1WI 和 T2WI 双低信号被认为是 GCTTS 的特异性征象。尽管 GCTTS 的 Gd-DTPA 强化方式无特异性, 可表现为轻度到明显强化, 但综合考虑其临床表现和 MRI 影像特征, 对 GCTTS 进行术前诊断并不困难。

[参考文献]

- [1] Jaffe HL, Lichtenstein L, Sutro CJ. Pigmented villonodular synovitis, bursitis and tenosynovitis[J]. Arch Surg, 1941, 31: 731-765.
- [2] 周隽, 张惠箴, 蒋智铭, 等. 恶性腱鞘巨细胞瘤临床病理分析[J]. 临床与实验病理学杂志, 2012, 28(10): 1119-1123.
- [3] 吴伟智, 谭理连, 王娟, 等. 膝关节腱鞘巨细胞瘤 MRI 诊断[J]. 放射学实践, 2012, 27(11): 1257-1259.
- [4] Monaghan H, Salter DM, Al-Nafussi A. Giant cell tumour of tendon sheath (localised nodular tenosynovitis): clinicopathological features of 71 cases[J]. J Clin Pathol, 2001, 54(5): 404-407.
- [5] Walsh EF, Mechrefe A, Akelman E, et al. Giant cell tumor of tendon sheath[J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2005, 34(3): 116-121.
- [6] 董越, 伍建林, 李莉, 等. 弥漫型腱鞘巨细胞瘤的影像诊断及文献复习[J]. 中国临床医学影像杂志, 2007, 18(11): 785-788.

- [7] Huang GS, Lee CH, Chan WP, et al. Localized nodular synovitis of the Knee: MR imaging appearance and clinical correlates in 21 patients[J]. AJR Am J Roentgenol, 2003, 181(2): 539-543.
- [8] Si MJ, Wang CS, Ding XY, et al. Differentiation of primary chordoma, giant cell tumor and schwannoma of the sacrum by CT and MRI[J]. Eur J Radiol, 2013, 82(12): 2309-2315.
- [9] 谢安, 刘建滨, 范立新, 等. 腱鞘巨细胞瘤 MRI 表现及信号特点[J]. 放射学实践, 2012, 27(9): 990-993.
- [10] Kitagawa Y, Ito H, Amano Y, et al. MR imaging for preoperative diagnosis and assessment of local tumor extent on localized giant cell tumor of tendon sheath[J]. Skeletal Radiol, 2003, 32(11): 633-638.
- [11] 艾松涛, 孙明华, 余强, 等. 手足局限性腱鞘巨细胞瘤的 MRI 表现[J]. 放射学实践, 2008, 23(5): 543-546.
- [12] Murphey MD, Rhee JH, Lewis RB, et al. Pigmented villonodular synovitis: radiologic-pathologic correlation[J]. Radiographics, 2008, 28(5): 1493-1518.
- [13] 郝万江, 徐爱德, 杜湘珂. 弥漫性腱鞘巨细胞瘤的影像学诊断[J]. 中国医学影像技术, 2009, 25(4): 692-694.
- [14] 郭坚, 文国英, 张根梯, 等. 局限性和弥漫性腱鞘巨细胞瘤 52 例临床及病理[J]. 诊断病理学杂志, 2001, 8(5): 272-274.
- [15] 杨跃进. 磁共振成像脂肪抑制序列对骨挫伤的诊断价值[J]. 中国医疗设备, 2012, 27(5): 142-143.



上接第 50 页

- 1254-1258.
- [2] 陈建华, 段传志, 刘亚洪, 等. 平板 DSA 三维容积重建技术在出血性脑血管病变诊断及治疗中的应用价值[J]. 中国医疗设备, 2013, (8): 146-150.
- [3] Hermier M, Nighoghossian N. Contribution of susceptibility-weighted imaging to acute stroke assessment[J]. Stroke, 2004, 35(8): 1989-1994.
- [4] Fiebach JB, Schellinger PD, Gass A, et al. Stroke magnetic resonance imaging is accurate in hyperacute intracerebral hemorrhage: a multicenter study on the validity of stroke imaging[J]. Stroke, 2004, 35(2): 502-507.
- [5] 朱文珍, 漆剑频, 王承缘, 等. MR 磁敏感成像在脑部血管性病损中的应用[J]. 中华放射学杂志, 2006, 41(10): 1040-1044.
- [6] Idubai A, Boukobza M, Crassard I, et al. MRI of clot in cerebral venous thrombosis: high diagnostic value of susceptibility-weighted images[J]. Stroke, 2006, 37(4): 991-995.
- [7] Kesavadas C, Santhosh K, Thomas B, et al. Signal changes in

cortical laminar necrosis—evidence from susceptibility-weighted magnetic resonance imaging[J]. Neuroradiology, 2009, 51(5): 293-298.

- [8] Boulanger JM, Coutts SB, Eliasziw M, et al. Cerebral microhemorrhages predict new disabling or fatal strokes in patients with acute ischemic stroke or transient ischemic attack[J]. Stroke, 2006, 37(3): 911-914.
- [9] Kim HS, Lee DH, Ryu CW, et al. Multiple cerebral microbleeds in hyperacute ischemic stroke: impact on prevalence and severity of early hemorrhagic transformation after thrombolytic treatment[J]. AJR Am J Roentgenol, 2006, 186(5): 1443-1449.
- [10] Kakuda W, Thijs VN, Lansberg MG, et al. Clinical importance of microbleeds in patients receiving IV thrombolysis[J]. Neurology, 2005, 65(8): 1175-1178.
- [11] Kim BJ, Lee SH. Cerebral microbleeds: their associated factors, radiologic findings, and clinical implications[J]. J Stroke, 2013, 15(3): 153-163.



3.0T磁敏感加权成像在诊断出血性脑梗死中的临床应用

Clinical Application of 3.0T SWI in Diagnosis of Hemorrhagic Cerebral Infarction

陈志章

濮阳市油田总医院 放射科, 河南
濮阳 457001

[摘要] 目的 探讨磁敏感加权成像(SWI)对出血性脑梗死的临床诊断价值。方法 对40例出血性脑梗死患者分别行常规MRI、弥散加权成像(DWI)及SWI扫描,比较不同序列对出血性脑梗死的检出率及出血灶数量的显示情况;观察SWI序列对脑梗死灶及周围区域微出血灶的显示情况,以及脑梗死灶内静脉血管的改变。结果 SWI序列对出血性脑梗死的检出率及出血灶数量的显示均明显优于DWI序列及常规MRI序列($\chi^2=37.5$, $\chi^2=51.82$, P 值均 <0.05)。40例患者中,14例患者在脑梗死区域外发现微出血灶,26例脑梗死灶内小静脉血管分支明显减少,13例血管明显增多。结论 SWI诊断出血性脑梗死的阳性率明显优于常规MRI序列及DWI序列,可作为出血性脑梗死检查的首选或常规序列。

[关键词] 磁共振成像;弥散加权成像;磁敏感加权成像;出血性脑梗死

Abstract: Objective To investigate the effectiveness of SWI (Susceptibility Weighted Imaging) in diagnosis of hemorrhagic cerebral infarction. Methods Altogether 40 cases of hemorrhagic cerebral infarction patients underwent routine MRI (Magnetic Resonance Imaging), DWI (Diffusion Weighted Imaging) and SWI scanning so as to compare the detection rate of hemorrhagic cerebral infarction and display of the number of hemorrhage lesions. Additionally, the influence of different SWI sequences on demonstration of cerebral infarction lesions and surrounding micro-hemorrhagic lesions as well as intravenous changes in cerebral infarction lesions were observed. Results The SWI sequence demonstrated its superiority over DWI sequences and conventional MRI sequences in the detection rate of hemorrhagic cerebral infarction and display of the number of hemorrhage lesions (respectively $\chi^2=37.5$, $\chi^2=51.82$, $P<0.05$). Among 40 cases, micro-hemorrhage was seen outside the cerebral infarction region in 14 patients; small intravenous branches decreased markedly in 26 cases; veins obviously increased in 13 cases. Conclusion SWI showed superiority over conventional MRI and DWI sequences in positive detection rate of hemorrhagic cerebral infarction, which could be taken as the first-choice examination method for hemorrhagic infarction.

Key words: magnetic resonance imaging; diffusion weighted imaging; susceptibility weighted imaging; hemorrhagic cerebral infarction

CHEN Zhi-zhang

Department of Radiology, Puyang
Oilfield General Hospital, Puyang Henan
457001, China

[中图分类号] R445.2; R743.34 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.015

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0047-04

随着我国进入老龄化社会,急性脑血管病的发病率呈现持续上升趋势,而且患者年轻化的趋势越来越明显^[1-2]。出血性脑梗死是指在脑梗死区域继发的出血,是急性脑血管病的一个特殊类型,早期诊断和及时有效的治疗直接关系到病

人预后是否良好。而磁敏感加权成像(Susceptibility Weighted Imaging, SWI)是近年来发展起来的利用组织之间的磁敏感性差别而成像的一项磁共振检查技术,它对显示静脉结构、出血、铁离子的沉积等敏感性较高,因此对显示出血性脑梗死有着不可替代的优势^[3-4]。本研究采用SWI序列、常规MRI序列、扩散加权成像(Diffusion Weighted Imaging, DWI)

收稿日期: 2015-01-19
作者邮箱: 13839396893@163.com

修回日期: 2015-02-16

序列对 40 例出血性脑梗死患者进行扫描,旨在探讨 SWI 序列在诊断出血性脑梗死中的临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2012 年 6 月~2013 年 12 月在我院检查的 40 例出血性脑梗死患者。其中男 27 例,女 13 例;年龄 39~72 岁,平均 54 岁,发病时间 2 h~14 d。临床主要表现为头晕、肢体麻木、肢体活动障碍、偏瘫、意识不清、昏迷等。纳入标准:① 临床及影像诊断明确且发病时间 $\leq$ 2 周的脑梗死患者;② 所有患者均进行 SWI 序列、常规 MRI 序列、DWI 序列扫描;③ 所有患者均无脑出血(包括陈旧性出血)、海绵状血管瘤、血管畸形、肿瘤并出血等疾病;④ 所有患者均行 CT 检查排除脑梗死区域内钙化的影响。

1.2 仪器与方法

采用 SIEMENS Trio Tim 3.0T 超导型磁共振仪,8 通道头部相控阵线圈,扫描序列包括 T1 加权成像序列(T1WI)、T2 加权成像序列(T2WI)、T2 液体衰减反转恢复序列(FLAIR)、DWI 序列和 SWI 序列。扫描参数如下:① 常规 T1WI 快速小角度激发(FLASH)序列:重复时间(TR)210 ms,回波时间(TE)2.46 ms,反转角 70°,层厚 5 mm,层间距 1 mm。② T2WI 快速自旋回波(TSE)序列:TR 5000 ms,TE 93 ms,反转角 120°,层厚 5 mm,层间距 1 mm。③ T2 FLAIR:TR 9000 ms,TE 93 ms,反转时间(TI)2500 ms,反转角 130°,层厚 5 mm,层间距 1 mm。④ DWI 序列:TR 4000 ms,TE 94 ms,层厚 5 mm,层间距 1 mm,b 值取 0 和 1000 各一组。⑤ SWI 序列:TR 27 ms,TE 20ms,反转角 15°,层厚 1.5 mm,层数 104,扫描时间 5 min 36 s。SWI 扫描首先产生强度图像和相位图像,相位图像经过适当频率滤波处理后产生相位蒙片,然后再与强度图像整合,经最小密度重建(层厚 1.5 mm)得到 SWI 图像。

1.3 图像分析

由 2 名高年资主治医师分别对常规 MRI、DWI 以及 SWI 序列所产生的图像进行分析,意见不统一时协商并达成一致。

1.3.1 观察内容

(1) 判断常规 MRI 序列、DWI 序列和 SWI 序列所显示的脑梗死灶内有无出血以及出血灶的数量。

(2) 观察 SWI 序列所显示的脑梗死灶内静脉血管分支的状况。

(3) 观察 SWI 序列所显示的脑梗死灶以外的区域中是否存在微出血灶。

1.3.2 结果判断

常规 MRI 上脑梗死区内是否存在出血灶,需要结合出血在 T1WI 和 T2WI 上不同时期的信号特征来判断。判断

DWI 上是否存在出血灶则以高信号的梗死区内是否存在低信号为标准。判断 SWI 序列显示的脑梗死灶内是否存在出血,其标准是在梗死灶内部存在有别于静脉的点状或絮片状低信号;判断脑梗死灶内静脉血管影像的标准是结合连续扫描层面所显示的位于脑梗死灶内或者和脑梗死灶相连的细线状的低信号。判断出血灶数量以连续层面信号不中断为一个病灶。

1.4 统计分析方法

采用 SPSS 18.0 软件对数据进行处理,计数资料的组间比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

在常规 MRI 图像上,根据出血时期的不同,出血灶主要表现为短 T1 短 T2 信号或等 T1 短 T2 信号,也有一部分表现为短 T1 长 T2 信号。在 SWI 图像中则表现为明确的条片状低信号。出血区在 DWI 上表现为高信号的梗死区内出现斑点状或斑片状低信号。对图像的观察结果显示,在 40 例出血性脑梗死患者中,常规 MRI 共发现 31 例脑梗死合并出血的患者,占 77.5%;DWI 发现 33 例,占 82.5%;SWI 发现 40 例,为 100%。常规 MRI 发现的 31 例共 47 个出血灶中,41 个出血灶表现为短 T1 短 T2 信号,占 87.23%;5 个出血灶表现为短 T1 长 T2 信号,占 10.64%;1 个出血灶表现为等 T1 短 T2 信号,占 2.13%。DWI 发现 33 例共 50 个出血灶,均表现为低信号。在 40 例患者中,SWI 共发现了 63 个低信号的出血灶。

3 种检查序列在出血性脑梗死的阳性检出率方面具有显著差异($\chi^2=37.5$, $P=0.000$),见表 1。SWI 序列对出血病灶的阳性检出率明显高于常规 MRI 序列和 DWI 序列(分别为 $\chi^2=5.64$, $\chi^2=8.01$, P 值均 <0.05),常规 MRI 序列与 DWI 序列在出血病灶的阳性检出率方面无统计学差异($\chi^2=0.31$, $P > 0.05$)。

3 种检查序列在梗死区内出血灶数量的显示方面具有显著差异($\chi^2=51.82$, $P=0.000$)。SWI 序列对出血灶数量的检出率明显高于常规 MRI 序列和 DWI 序列(分别为 $\chi^2=14.50$, $\chi^2=18.33$, P 值均 <0.05),常规 MRI 序列与 DWI 序列在出血灶数量的显示方面无统计学差异($\chi^2=0.40$, $P > 0.05$)。

14 例患者在脑梗死区域外发现斑点状或小斑片状出血灶。与对侧相比较,26 例脑梗死灶内小静脉血管分支明显减少或变得纤细,13 例血管变得明显增多、增粗或变形扭曲。部分脑梗死患者的 MRI 图像,见图 1~3。

表1 不同扫描序列之间的比较

	SWI	DWI	常规MRI	χ^2	P值
阳性病例数	40	33	31	37.50	0.000
出血灶数量	63	50	47	51.82	0.000

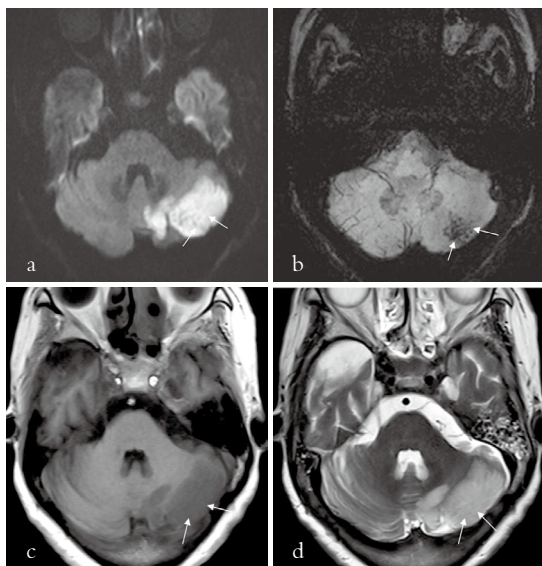


图1 左侧小脑半球脑梗死患者的MRI图像

注：a.DWI序列；b.SWI序列；c.T1WI序列；d.T2WI序列。DWI高信号内部可见少许低信号（细箭），在SWI上显示更清晰（细箭），而在T1WI及T2WI上未见显示。

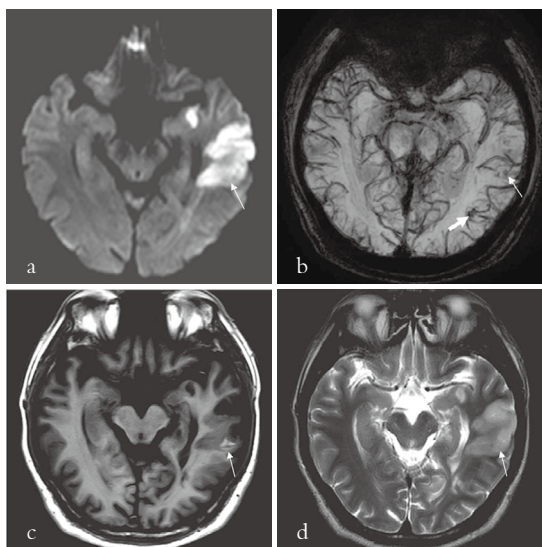


图2 左侧颞叶脑梗死患者的MRI图像

注：a.DWI序列；b.SWI序列；c.T1WI序列；d.T2WI序列。DWI高信号内部未见明确低信号，在SWI上可见小片状低信号的出血灶（细箭），而在T1WI上为高信号，T2WI未见显示；在SWI上脑梗死区周围可见小片状的灶性出血（粗箭）。

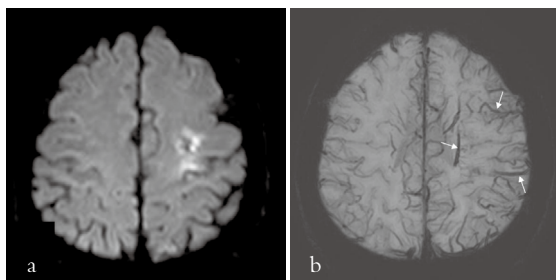


图3 左侧额颞叶交界区脑梗死患者的MRI图像

注：a.DWI序列；b.SWI序列。SWI上可见周围的静脉较对侧增粗（细箭）。

3 讨论

3.1 SWI技术的成像原理

SWI 技术是近年来发展起来的磁共振新技术，是一种可以显著反映组织磁敏感属性的对比度增强技术。它提供了不同于传统 T1 加权像、T2 加权像以及质子密度加权像之外的另一种对比度，包含脂肪、铁、钙以及去氧血红蛋白等物质的组织磁敏感属性，与邻近的背景组织存在着显著不同，在幅度图像的后处理当中使用相位蒙掩（Phase Mask）技术来提高幅度图像的相位对比，从而提高对引起磁敏感效应的物质显示，因此称为磁敏感成像。该项技术最早由美国磁共振物理和放射学专家 E.Mark.Haacke 教授发明，采用高分辨力的三维梯度回波序列薄层扫描，所有方向上应用流动补偿技术。采集原始数据时将幅度数据与相位数据分开重新排列，采集结束后可同时得到 2 组图像，即幅度图像和相位图像。首先对原始相位数据进行高通（High Pass）滤波，中心矩阵常用 64×64 ，用原始图像除以（复数除法）滤波后的 K 空间数据产生的图像，便可得到校正相位图（Corrected Phase Image），这时就去除了原始相位图像由于磁场不均匀所产生的影响。然后进行相位蒙掩及负相位加权处理，从而形成了最终的 SWI 图像，再通过三维 MinIP 显示出完整的静脉血管^[5]。

3.2 SWI、常规MRI、DWI序列在出血性脑梗死的检出与出血灶数量的显示方面比较

本研究共纳入 40 例脑梗死合并急性期、亚急性期出血患者。SWI 序列的阳性检出率达到 100%，3 种检查序列在出血性脑梗死的阳性检出率方面具有显著差异，且 SWI 序列对出血病灶的阳性检出率明显高于其他 2 组序列，这与白敏等^[1-2]的研究结果相一致。但本文的观察方法与其有所不同，在对患者的观察中，本研究将常规 MRI 的 T1WI 和 T2WI 序列合并为常规 MRI 组进行统计分析，来比较其对脑梗死后出血的显示率，因为结合病变的 T1WI 和 T2WI 信号特征来判断其性质是日常工作中常用的方法，如果将两者分开观察则不利于对病变的分析。无论是对病例数还是出血灶数量的显示，SWI 都明显优于常规 MRI 和 DWI 序列，这说明，若要明确脑梗死区内部有无并发出血，则可采用 SWI 序列，这样可以尽早发现出血性脑梗死，从而避免因应用药物而导致出血继续发生的风险。

急性期或超急性期出血在常规 T1WI 和 T2WI 上往往均表现为等信号而难于显示，出血后含氧血红蛋白迅速转变为去氧血红蛋白，引起出血区磁场不均匀而导致质子失相位。SWI 对磁场的不均匀性极其敏感，有研究表明，在出血发生数分钟内 SWI 就能检测到出血的存在^[3]。在本研究所观察的 40 例患者中，9 例患者在常规 T1WI 和 T2WI 上未见明确出血灶，在 SWI 上却表现为斑点状、斑片状低信

号影,说明SWI对发现脑梗死后的早期出血具有重要的临床应用价值,而且SWI能够发现比常规MRI更多的出血灶。多项研究^[4,6-7]均对SWI与常规MRI及DWI进行对比分析,认为SWI能更准确地显示脑梗死后的内部出血灶,并且在数量显示方面也具有明显优势,与本文的结果相一致。

脑梗死内部的出血灶在DWI上主要表现为高信号的梗死区内见低信号的出血灶,但有一部分出血性脑梗死在DWI图像中并不明显。本组SWI诊断的40例出血性脑梗死患者中,有7例未见明确显示,这可能是由于DWI一般采用的是平面回波序列,其虽对磁场的不均匀性比较敏感,但较之于采用梯度回波序列的SWI敏感性略有不及。有文献报道,DWI序列可以在一定程度上提高出血性脑梗死的检出率,但对于急性期脑梗死内出血的检出却不如SWI准确^[6],与本文的研究结果相一致。

3.3 出血性脑梗死在SWI、常规MRI、DWI上的表现

综合观察每位患者的影像学资料,在本组观察的40例患者中,出血性脑梗死主要表现为3种类型:①梗死区内可见斑片状短T1短T2信号、在DWI及SWI上均表现为低信号,共31例(占77.5%);②梗死区内常规MRI未见显示,而DWI及SWI表现为低信号的出血灶,共9例(占22.5%);③常规MRI序列及DWI上均未见显示,只在SWI上表现为低信号,共7例(占17.5%)。也就是说,将近1/5的患者若没有接受SWI序列扫描,则可能会漏诊,这样会导致进一步出血的风险明显增加,从而影响患者的预后恢复。有多位学者在研究中将SWI作为判断出血性脑梗死的常规序列^[4-7]。同时,有研究表明,在脑皮质发生层状坏死时,可在常规MRI上表现为短T1短T2信号,类似出血的表现,而在SWI上却没有阳性发现^[7]。因此,SWI序列的应用可以将非出血性病变区分开来,为临床治疗提供可靠的影像学依据,并指导进一步的治疗。本组所观察的资料中,并未发现脑皮质层状坏死的患者,这有待于在今后的工作中扩大样本进一步深入研究。

3.4 SWI序列对周围区域微出血的检出

近年来,出血性脑梗死在国内外发病率呈增加趋势,而出血性脑梗死和非出血性脑梗死的临床治疗方案是显著不同的,因此及时诊断脑梗死灶内的早期出血对调整临床治疗方案起到至关重要的作用^[2,6,8]。SWI序列可以敏感地检测出常规MRI序列所无法显示的微出血病灶,微出血往往提示细小血管壁的完整性遭到破坏,缺血再灌注时更容易发生出血;极少数患者微出血发生于阻塞血管的供血区以外部位,这就表明了该部位以往就存在了微血管的病变或者损伤。微出血是脑梗死后发生出血的危险因素,有研究表明,大量微出血灶的存在说明血管处于易出血状态,溶栓治疗后更容易发生出血^[8-9]。微出血的患者可以没有临床症状,但利用SWI序列可以敏感地检测出此类疾病,从

而指导临床医生慎重选择溶栓治疗药物,可在很大程度上减少因溶栓治疗而引起的出血。本研究40例出血性脑梗死患者中,有14例在SWI检查中发现了脑梗死灶内以外区域的微出血,提示存在着微出血的脑梗死患者更容易发生出血性脑梗死,与Boulanger^[8]等的研究结果相一致。

3.5 SWI序列对静脉血管的显示

SWI序列所形成的影像对比主要反映小血管中的血氧水平依赖(Blood Oxygenation Level Dependent, BOLD)效应,因此对静脉血管有着特殊的敏感性。SWI序列所显示的静脉血管的多少反映了局部脑氧化代谢率和脑血流速度的比例。有研究表明,不同时期脑梗死灶内的血管存在明显差异:急性期和少数亚急性期患者脑梗死灶内的静脉血管有着不同程度的减少,这就提示脑梗死区脑氧代谢率降低,神经细胞的活性有着不同程度的损害;相当一部分亚急性期患者的脑梗死灶内静脉血管和相邻组织内血管比侧增粗、扭曲,有可能与建立了侧支循环代偿以及局部无氧代谢所产生乳酸等物质的大量聚积所造成的血管扩张有关;而到了疾病慢性期就以静脉血管增多、增粗为主,这就提示神经细胞的活性受到损害,局部还存在着无氧代谢的可能^[2,9-10]。本组病例发病时间为2h~14d,大部分都处在急性期或者亚急性期,SWI序列显示的40例患者中,26例脑梗死灶内小静脉血管分支明显减少或变得纤细,13例血管变得明显增多、增粗和变形扭曲。

在本组观察的脑梗死患者中,大面积脑梗死并发出血的患者占大多数,为34例(85.0%),说明大面积脑梗死患者更容易并发脑出血。有研究证实,大面积脑梗死后,局部脑水肿使得脑梗死灶相邻组织的毛细血管受压,从而产生了缺血性坏死以及出现血管内皮的损伤,等到水肿消退以后,侧支循环突然开放,就会很容易出现坏死血管的破裂,从而引起脑梗死灶内部及周围出血^[11]。所以,当脑梗死灶范围越大、周围水肿越重、建立的侧支循环越多时,发生出血的几率也就越大。本研究结果在一定程度上也表明,出血性脑梗死患者的梗死灶大小与出血病灶存在着一定的联系。因此对大面积脑梗死的患者应该将SWI序列做为常规扫描序列,这样有利于及时准确地发现出血病灶,从而指导临床治疗方案的选择。

综上所述,SWI序列不仅可以清晰、敏感地显示脑梗死灶中的出血灶,也可以显示脑梗死灶内静脉血管的变化以及脑梗死灶以外区域的微出血灶。因此应该把SWI序列作为日常工作中诊断出血性脑梗死的首选方法,并成为诊断出血性脑梗死的常规和首选序列。

[参考文献]

- [1] 白敏,隋庆兰,狄玉进,等.3.0T磁共振敏感加权成像对出血性脑梗死的诊断和鉴别诊断价值[J].医学影像学杂志,2012,22(8):

下转第46页

彩色多普勒超声在评估非酒精性脂肪肝患者颈动脉病变中的应用价值

Application Value of Color Doppler Ultrasound in Evaluation of CAD in Patients with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease

于珊珊

黑龙江省第二医院 超声科,
黑龙江 哈尔滨 150010

[摘要] 目的 探讨彩色多普勒超声在评估非酒精性脂肪肝 (NAFLD) 患者颈动脉病变中的应用价值。方法 选择2012年6月~2014年6月我院收治的189例NAFLD患者作为研究对象, 根据患者脂肪肝病情严重程度分为轻度、中度及重度3组, 每组均63例。所有患者均进行颈动脉彩色多普勒超声检查, 并计算患者颈动脉内膜-中层厚度 (IMT)、斑块检出率、收缩期峰值血流速度 (PSV)、舒张末期血流速度 (EDV) 及平均血流速度 (MV)、阻力指数 (RI), 比较不同组别各测量值的差异。结果 中度及重度组患者左右颈总动脉主干及膨大处的IMT高于轻度组, 斑块检出率高于轻度组, PSV、EDV、MV低于轻度组, RI值高于对照组, 且差异均具有统计学意义 ($P<0.05$)。重度组患者的IMT、RI值、斑块检出率高于中度组, PSV、EDV、MV低于中度组, 且差异均具有统计学意义 ($P<0.05$)。脂肪肝程度与PSV、EDV、MV呈显著负相关, 而与IMT、斑块检出率及RI值呈显著正相关。结论 颈动脉彩色多普勒超声可准确地评估NAFLD患者颈动脉病变程度, 可为临床治疗方案的选择提供可靠的依据, 具有一定的推广价值。

[关键词] 颈动脉彩色多普勒超声; 非酒精性脂肪肝; 颈动脉病变; 血流动力学

Abstract: **Objective** To evaluate the application value of color Doppler ultrasound in evaluation of CAD (Carotid Artery Disease) in patients with NAFLD (Non-Alcoholic Fatty Liver Disease). **Methods** Altogether 189 NAFLD patients who had been treated in the hospital from June 2012 to June 2014 were recruited in this study and divided evenly into three groups according to the severity of NAFLD: Mild Group, Moderate Group and Severe Group with each group 63 cases. Carotid artery color Doppler ultrasound was performed in three groups to calculate the IMT (Intima-Media Thickness), the detection rate of plaques, PSV (Peak Systolic Velocity), EDV (End Diastolic Velocity), MV (Mean Velocity) and RI (Resistant Index). Then, comparisons were made between the measurement results of three groups. **Results** The IMT and detection rate of plaques in the left and right common carotid artery trunk as well as the enlargement area in patients of Moderate Group and Severe Group were higher than Mild Group; while, PSV, EDV and MV in those groups were lower than Mild Group; RI was higher than Mild Group. Statistically significant differences existed between three groups ($P<0.05$). The IMT, RI and the detection rate of plaques in Severe Group were higher than those of Moderate Group; the PSV, EDV and MV in Severe Group were lower than those of Moderate Group with statistically significant differences ($P<0.05$). Negative correlation was revealed between the severity of NAFLD and PSV, EDV as well as MV. While, positive correlation was revealed between the severity of NAFLD and IMT, the detection rate of plaques as well as RI. **Conclusion** Application of carotid artery color Doppler ultrasonography could accurately evaluate the severity of CAD in patients with NAFLD, which provided reliable references for selection of clinical treatment and deserved to be applied.

Key words: carotid artery color Doppler ultrasound; non-alcoholic fatty liver; carotid artery lesions; hemodynamics

YU Shan-shan

Department of Ultrasound, The Second
People's Hospital of Heilongjiang,
Harbin Heilongjiang 150010, China

[中图分类号] R445.1; R575.5 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.016

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0051-03

收稿日期: 2014-11-03

作者邮箱: yushanshan3650@126.com

修回日期: 2014-12-12

非酒精性脂肪肝 (Non-alcoholic Fatty Liver Disease, NAFLD) 是指除酒精及其他明确的肝损伤因素外导致的以肝细胞内脂肪过度堆积为主要病理表现的疾病, 是一种与遗传及激素抵抗密切相关的获得性代谢应激性肝损伤^[1]。NAFLD 可直接导致失代偿期肝硬化、肝细胞癌等疾病, 近期研究表明, NAFLD 参与 II 型糖尿病及动脉粥样硬化的发病^[2]。彩色多普勒超声是一种无创性检查方法, 可对动脉的管壁形态、内中膜厚度及血流动力学指标进行准确评价。本研究对 189 例 NAFLD 患者进行颈动脉彩色多普勒超声检查, 并分析了 NAFLD 病情程度与各检查指标间的关系, 旨在探讨彩色多普勒超声在 NAFLD 病情评估中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择 2012 年 6 月~2014 年 6 月我院收治的 189 例 NAFLD 患者作为研究对象。其中男 96 例, 女 93 例; 年龄 20~68 岁, 平均 (49.3 ± 5.1) 岁。

纳入标准: ① 对本组实验完全知情同意; ② 符合中华医学会肝病学会制定的《脂肪肝诊断指南 (2010 版)》^[3]; ③ 无精神疾病病史; ④ 已通过我院伦理道德委员会审核。

排除标准: ① 慢性病毒性肝炎患者; ② 长期饮酒者 (男性每周乙醇摄入量 >140 g, 女性每周乙醇摄入量 >70 g)^[4]; ③ 药物性肝病; ④ 肝豆状核变性; ⑤ 全胃肠外营养患者; ⑥ 凝血机制、免疫功能异常患者。

根据患者脂肪肝病情严重程度分为轻度、中度、重度组, 每组 63 例。轻度组男 32 例, 女 31 例; 平均年龄 (45.7 ± 3.5) 岁, 中度组男 30 例, 女 33 例, 平均年龄 (48.2 ± 1.7) 岁, 重度组男 34 例, 女 29 例, 平均年龄 (51.3 ± 2.5) 岁。

1.2 方法

采用我院 Philips IU-II 型彩色多普勒超声诊断仪进行颈动脉检查, 设置探头频率 5~12 MHz, 对患者左右颈总动脉、颈动脉分叉处及颈内外动脉进行扫描。患者取仰卧位, 微抬下颌充分暴露颈部, 常规探查颈总动脉、颈动脉分叉

处及颈内外动脉。采用一点测量法测量颈总动脉主干分叉前约 15 mm 处及颈总动脉膨大处的颈动脉内膜-中层厚度 (IMT), 测量 5 次取平均值, 采用相同方法测量对侧颈动脉 IMT 指标。颈动脉血流动力学测量: 取颈动脉远端距分叉约 15 mm 处管腔中央, 容积大小选择 2 mm, 控制探头超声声束与血流方向的夹角 $< 60^\circ$, 测量 3 次取平均值, 主要检测指标为收缩期峰值流速 (PSV)、舒张末期流速 (EDV)、平均流速 (MV)、血管搏动数 (PI) 及血管阻力指数 (RI)。

1.3 评价标准

IMT 增厚的诊断标准为^[5]: 颈总动脉主干 $IMT \geq 1.0$ mm, 1.2 mm $\leq$ 膨大处 $IMT \leq 1.5$ mm。若发生局部隆起增厚, 并突向管腔且 $IMT \geq 1.5$ mm 即视为颈动脉斑块形成; 发现 IMT 增厚和/或斑块即为颈动脉粥样硬化。

脂肪肝程度分组标准^[6]: ① 轻度: 甘油三酯水平 1.70~4.00 mmol/L; ② 中度: 甘油三酯水平 4.00~5.00 mmol/L; ③ 重度: 甘油三酯水平 >5.00 mmol/L。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。计量资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 组间比较采用 t 检验, 计数资料的比较采用 χ^2 检验, 相关性分析采用 Pearson 相关性分析法, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 颈总动脉 IMT 指标比较

3 组患者颈总动脉主干及颈总动脉膨大处的 IMT 比较结果, 见表 1。由表 1 可知, 中度、重度组患者左右颈总动脉主干及膨大处 IMT 明显高于轻度组, 重度组患者左右颈总动脉主干及膨大处 IMT 高于中度组, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.2 颈动脉斑块检出情况

3 组患者颈动脉斑块检出情况, 见表 2。由表 2 可知, 重度、中度组颈动脉斑块数量均明显高于轻度组, 重度组斑块数量高于中度组, 且差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。轻度组与重度组颈总动脉主干斑块的超声声像图, 见图 1。

表 1 3 组患者颈总动脉主干及颈总动脉膨大处的 IMT 比较 (mm)

组别	颈总动脉主干 IMT		颈总动脉膨大处 IMT	
	左侧	右侧	左侧	右侧
轻度组 ($n=63$)	0.88 ± 0.05	0.85 ± 0.06	0.91 ± 0.03	0.93 ± 0.05
中度组 ($n=63$)	$1.05 \pm 0.03^*$	$1.03 \pm 0.07^*$	$1.15 \pm 0.10^*$	$1.22 \pm 0.13^*$
重度组 ($n=63$)	$1.28 \pm 0.11^{*#}$	$1.26 \pm 0.09^{*#}$	$1.29 \pm 0.11^{*#}$	$1.46 \pm 0.15^{*#}$

注: *与轻度组比较, $P < 0.05$; #与中度组比较, $P < 0.05$ 。

表2 3组患者颈动脉斑块检出情况

组别	0个	1个	2个	≥3个	检出率
轻度组 (n=63)	44	11	5	3	30.16%
中度组 (n=63)	35	8	11	9	44.44%
重度组 (n=63)	20	11	16	16	68.25%

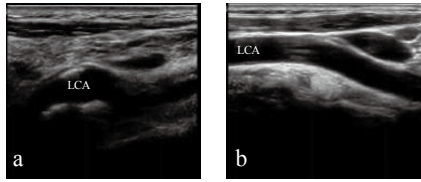


图1 颈总动脉主干斑块的超声声像图

注: a.轻度组; b.重度组。

2.3 血流动力学指标检查结果

3组患者颈动脉血流动力学指标比较,见表3。由表3可知,重度、中度组 PSV、EDV、MV 明显低于轻度组,而 RI 值高于轻度组;重度组 PSV、EDV、MV 低于中度组,而 RI 值高于中度组,差异均有统计学意义 ($P<0.05$)。3组患者左右侧颈动脉 PSV、EDV、MV、RI 比较均无显著差异 ($P>0.05$)。轻度组与重度组颈动脉血流频谱超声图,见图2。

表3 3组患者颈动脉血流动力学指标比较

检测指标	轻度组	中度组	重度组
左侧 PSV (cm/s)	65.32±4.52	52.19±4.99	40.13±2.76
EDV (cm/s)	33.15±3.98	24.05±2.13	14.11±1.05
MV (cm/s)	41.13±4.13	30.15±2.69	21.06±2.12
PI	2.44±0.18	2.33±0.19	2.62±0.25
RI	0.68±0.11	0.71±0.23	0.79±0.15
右侧 PSV (cm/s)	66.71±3.91	51.46±1.36	39.54±3.67
EDV (cm/s)	32.80±2.61	24.52±2.64	15.93±2.65
MV (cm/s)	40.06±3.03	30.11±2.97	20.81±2.86
PI	2.48±0.13	2.45±0.31	2.47±0.36
RI	0.66±0.10	0.75±0.14	0.89±0.19

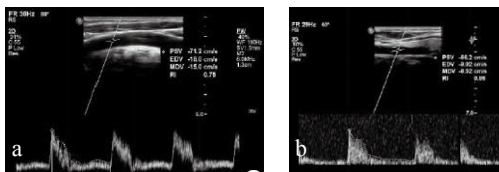


图2 血流频谱超声图

注: a.轻度组; b.重度组。

2.4 脂肪肝病情程度与血流动力学指标、IMT及斑块检出率的相关性

相关性分析结果表明,脂肪肝程度与 PSV、EDV、MV 呈显著负相关 ($r=0.45、0.53、0.55, P<0.01$),而与 IMT、斑块检出率及 RI 值呈显著正相关 ($r=0.60、0.63、0.49, P<0.01$)。

3 讨论

NAFLD 是与多种因素相关的获得性代谢应激性肝损伤,根据其具体病症及表现可分为单纯性脂肪肝、非酒精性脂肪性肝炎及相关肝硬化^[7]。近年来随着人们生活水平的不断提高,人类肥胖及相关代谢综合症愈加普遍,导致 NAFLD 已成为部分发达地区慢性肝病的主要病因^[8]。临床研究表明^[9],NAFLD 不但直接影响肝硬化、肝细胞癌及肝移植疾病的发生,而且还可影响其他各种慢性肝病的进展,并且与糖尿病及动脉粥样硬化的发病存在相关性,动脉粥样硬化导致的心脑血管疾病是影响 NAFLD 患者临床疗效及预期寿命的主要因素。因此,研究 NAFLD 与动脉粥样硬化的相关性对提高患者临床疗效及生活质量具有重要意义。

本组研究表明,随着脂肪肝程度的加重,患者颈总动脉主干及膨大处 IMT 显著增厚,动脉斑块发生率明显升高,且呈显著正相关。有研究表明,NAFLD 患者的异常脂蛋白代谢情况可能是影响患者颈动脉硬化进展的原因^[10-11]。NAFLD 患者具有全身性胰岛素抵抗及腹型肥胖,餐后甘油三酯水解成游离脂肪酸,而过多的游离脂肪酸无法代谢便堆积于肝脏造成 NAFLD,长此以往恶性循环导致血管内皮细胞损伤,加重高胰岛素血症病情^[12],并且使患者动脉血管内皮功能及平滑肌细胞功能发生异常变化,形成高血凝、低纤溶的病理状态,进而加速患者动脉粥样硬化进程^[13]。本研究对3组患者的血流动力学指标进行分析,结果表明,随着脂肪肝程度的加重,PSV、EDV 及 MV 明显降低,而 RI 则随之升高。也有研究表明^[14-16],脂肪肝病情加剧会导致颈动脉粥样硬化病情加重,患者的 IMT 进一步增厚并且斑块发生率升高、血管弹性退化,导致外周血流阻力升高,血流动力学指标异常,这可能是造成 PSV、EDV、MV 指标降低及 RI 升高的原因。

综上所述,颈动脉彩色多普勒超声可准确评估 NAFLD 患者颈动脉变化程度及脂肪肝程度,为临床治疗方案的选择提供可靠的依据,具有一定的推广价值。

[参考文献]

- [1] Gariepy J, Simon A, Chironi G, et al. Large artery wall thickening and its determinants under antihypertensive treatment: the IMT-INSIGHT study[J]. Hypertens, 2004, 22(1): 137-143.
- [2] 钟黄, 李良平, 韩盛玺. 非酒精性脂肪肝、隐匿性肝硬化与原发性肝癌发生的关系[J]. 国际消化病杂志, 2009, 29(6): 402-405.
- [3] 中华医学会肝病学分会脂肪肝和酒精性肝病学组. 中国非酒精性脂肪性肝病诊疗指南(2010年修订版)[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2012, 4(7): 4-10.
- [4] Sookoian S, Pirola CJ. Non-alcoholic fatty liver disease is strongly

下转第 56 页

经食道及经胸超声检测房颤患者左心耳血栓的对比研究

Comparative Study on the Effectiveness of Trans-Esophageal Echocardiography and Trans-Thoracic Echocardiography in Detection of Left Atrial Appendage Thrombus in Atrial Fibrillation Patients

李向农¹, 李大海², 李长云¹, 申燕¹

1.中国人民解放军第二五二医院 超声科, 河北 保定 071000; 2.河北大学附属医院 超声科, 河北 保定 071000

LI Xiang-nong¹, LI Da-hai², LI Chang-yun¹, SHEN Yan¹

1.Department of Ultrasound, The 252nd Hospital of PLA, Baoding Hebei 071000, China; 2.Department of Ultrasound, The Affiliated Hospital of Hebei University, Baoding Hebei 071000, China

[摘要] 目的 比较经食道超声(TEE)及经胸超声(TTE)在检测房颤患者左心耳血栓中的价值。方法 对74例非瓣膜性房颤患者同时进行TEE和TTE检查,比较左心耳血栓的检出情况。结果 74例房颤患者中,TTE检出左心耳血栓9例(12.16%),其中假阳性3例;检出左心耳自发显影(SEC)5例(6.76%),其中假阳性2例;TEE检出左心耳血栓24例(32.43%)、左心耳SEC18例(24.32%),两种方法比较具有统计学差异。超声表现:左心耳血栓表现为左心耳内壁异常回声团块附着,为低回声或稍强回声,左心耳SEC表现为左心耳内漩涡状或云雾状回声,提示血栓形成高危状态。结论 TEE对左心耳血栓的检出率明显高于TTE,对房颤治疗具有重要的临床价值。**[关键词]** 经食道超声心动图;经胸超声心动图;左心耳血栓;自发性超声显影;房颤

Abstract: Objective To compare the effectiveness of application of TEE (Trans-Esophageal Echocardiography) and TTE (Trans-Thoracic Echocardiography) in detection of LAAT (Left Atrial Appendage Thrombus) in patients with AF (Atrial Fibrillation). Methods TEE and TTE examinations were simultaneously performed in 74 cases of patients with non-valvular AF so as to compare the detection of LAAT. Results Among 74 AF patients, TTE revealed 9 LAAT patients (12.16%) with 3 FP (False Positive) cases and 5 SEC (Spontaneous Echo Contrast) patients (6.76%) with 2 FP (False Positive) cases; while, TEE detected 24 cases of LAAT (32.43%) and 18 cases of SEC (24.32%). Statistically significant differences existed between two methods. The ultrasonographic findings of LAAT showed abnormal echo clumps attached to the inner wall of LAA with low or slightly strong echos. The ultrasonography of LAA SEC revealed the swirling or cloudy signs inside the LAA, indicating the high risks of thrombus formation. Conclusion TEE demonstrated its advantages over TTE in detection of LAAT, which had significant clinical effectiveness in treatment of AF.

Key words: trans-esophageal echocardiography; trans-thoracic echocardiography; left atrial appendage thrombus; spontaneous echo contrast; atrial fibrillation

[中图分类号] R445.1; R541.7⁵ [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.017

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0054-03

房颤是临床上较为常见的心律失常,是发生血栓栓塞的独立危险因素^[1]。房颤患者左心耳内容易形成血栓,脱落后可造成患者体、肺循环栓塞,致死、致残率较高。本文同时应用经食道超声(Transesophageal Echocardiography, TEE)及经胸超声(Transthoracic Echocardiography, TTE)对房颤患者进行检查,旨在探讨两种方法对左心耳血栓的诊断价值。

收稿日期: 2015-02-11
通讯作者: 李大海, 副主任医师。
通讯作者邮箱: lidahaili@126.com

修回日期: 2015-05-20

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2010年1月~2014年12月于我院心内科就诊的房颤患者74例,所有患者均无器质性瓣膜病变。其中男性46例,女性28例,年龄33~78岁,平均(57±6.9)岁。阵发性房颤患者25例,持续性房颤患者49例。

1.2 仪器与方法

采用西门子 Sequoia516 彩色多普勒超声诊断仪, 经胸探头频率 1~5 MHz, 经食道探头频率 3.5~7.0 MHz。嘱患者禁食水 8 h 后, 使用经胸超声探头进行常规心脏切面扫查, 随后使患者含服 5% 盐酸丁卡因胶浆 10 g (5~10 min), 同步记录心电图。然后嘱患者取平卧位, 控制食道插管至距门齿 30~40 cm 的深度, 进行经食道超声检查。两种检查均显示左室长轴、大动脉短轴、四腔心、两心房、左心耳等切面, 重点扫查左心耳部位, 尽可能清晰显示左心耳图像, 观察内部有无异常回声。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 11.0 统计学软件对数据进行分析, 计数资料以例数及百分数表示, 两种检查方法的病变检出率比较采用 χ^2 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

TTE 检查中, 38 例患者左心耳图像清晰, 30 例左心耳图像模糊, 6 例左心耳显示不清。TEE 检查中, 58 例患者无明显不良反应, 16 例患者检查中心动过速, 吸氧及对症处理后完成检查, 所有患者左心耳图像均显示清晰。

两种方法检出左心耳血栓及自发显影 (Spontaneous Echo Contrast, SEC) 结果为: TTE 检出左心耳血栓 9 例 (12.16%), 其中假阳性 3 例, 左心耳 SEC 5 例 (6.76%), 其中假阳性 2 例; TEE 检出左心耳血栓 24 例 (32.43%), 左心耳 SEC 18 例 (24.32%), 两种方法比较具有显著性差异 ($\chi^2=10.71$, $\chi^2=9.94$, P 值均 <0.01)。

超声图像表现: 左心耳血栓表现为左心耳内低回声或稍强回声团块, 边界清晰, 呈不规则形或近圆形、椭圆形, 或呈边界不清的絮状回声, 无明显活动; SEC 表现为左心耳内漩涡状或云雾状回声, 是血栓形成高危状态 (图 1)。

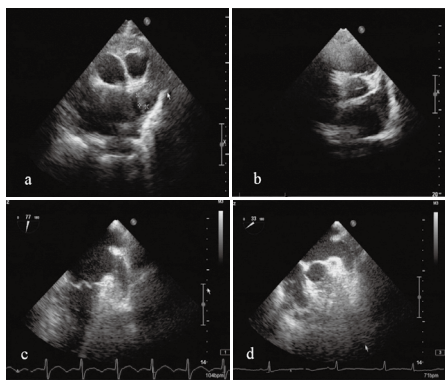


图1 左心耳血栓及SEC的超声图像

注: a. TTE 检查左心耳血栓, 左心耳内可见稍强回声团块, 边界清晰, 呈椭圆形; b. TTE 检查左心耳 SEC, 表现为左心耳内云雾状回声, 为血栓形成高危状态; c. TEE 检查左心耳血栓, 左心耳内显示稍强回声不规则形团块; d. TEE 检查左心耳 SEC, 表现为左心耳内云雾状回声, 为血栓形成高危状态。

3 讨论

房颤是临床上常见的一种心律失常, 发病率随年龄增大而增高, 据统计, 80 岁以上老年人发病率达 10% 左右^[2]。房颤患者的心房失去了有效的收缩, 排血减少, 压力升高, 导致左房扩大、血液在心房内淤滞, 极易形成血栓。尤其是左心耳, 其外形呈狭长钩状, 与左房相连处细窄, 内含丰富肌小梁, 随左房增大和压力升高, 左心耳充盈排空也进一步减慢, 血液处于高凝状态, 成为血栓最好发的部位。因此, 左心耳特殊的解剖结构和功能与心房纤颤时发生左心耳血栓存在着很大关系^[3]。如果血栓离开心脏进入血液循环阻塞动脉, 则会导致重要生命器官的血液供应中断, 其中脑卒中是房颤患者的最大危险, 有研究表明, 房颤患者中风发生率比正常人高 5.6 倍^[4]。所以应该对房颤患者采取积极的治疗措施, 无论是药物复律或电复律治疗, 超声心动图作为常规检查方法, 不失为房颤患者复律前后检查血栓及评价治疗效果的有效手段。

根据形成时间, 可将左心耳血栓分为新鲜血栓及陈旧血栓, 前者表现为低回声斑块或絮状等回声, 与血液回声相似, 容易漏诊; 后者多呈强回声团块, 尤其机化后血栓回声更强, 容易发现。此外由于左心耳内血流速度明显减慢可造成超声自发显影现象, 表现为云雾样细小点状回声, 为血栓形成高危状态; 而且可通过超声显示烟雾状回声的浓淡, 从而指导临床医师判断血栓形成的危险程度, 以便积极抗凝治疗, 这是保证房颤患者介入治疗安全进行、减少意外发生的必要条件^[5-6]。

目前左心耳血栓及 SEC 的超声检查方法主要有 TTE 和 TEE。TTE 检查简单易行、无创无痛, 作为一种常规的心脏结构、血流、心功能检查方法已广泛应用于临床, 但因左心耳体积小, TTE 检查探头位于前胸壁、距离左心耳较远, 导致超声分辨率明显减低、图像质量较差。若受患者肥胖胸壁较厚、肺气等因素干扰, 则更不能清晰显示左心耳, 对左心耳血栓诊断的敏感性及特异性均不高^[7], 容易出现假阳性及假阴性。本组病例中, TTE 诊断左心耳血栓, 3 例假阳性, 18 例假阴性; 左心耳 SEC 2 例假阳性, 15 例假阴性, 经 TEE 检查后均予以确诊。分析原因主要为: 左心耳血栓及 SEC 假阳性病例, 因左心耳图像模糊、部分容积效应使心耳内隐约出现稍强回声, 误认为血栓及 SEC 影像。左心耳血栓假阴性中, 11 例患者血栓均为低回声, 与心内血液相近, 难以分辨, 7 例患者血栓体积较小且位于心耳尖端处, 位置较深, 未能发现; SEC 假阴性主要原因是左心耳体积小, 图像显示不清。TEE 检查属于腔内介入超声, 具有一定的痛苦和风险, 但因探头位于心脏后方, 距离左心耳较近, 避免了肺气及胸骨的影响, 可清晰显示左心耳内血栓的数目、大小、

形态以及左心耳内云雾状的自发显影,为心脏超声检查开辟了一个新的窗口^[8-9]。本组研究中,TEE对左心耳血栓及SEC的检出率明显高于TTE,具有显著性差异。因此,TEE检查更为敏感、准确,可作为TTE的重要补充,被认为是诊断左心耳血栓的“金标准”,成为房颤患者治疗前后必要的检查手段。

综上所述,TTE可作为房颤患者左心耳血栓及SEC的初步筛查手段,而TEE较TTE分辨率更高,具有更大优势,是血栓检出的必要方法,具有重要的临床应用价值^[10]。

[参考文献]

- [1] 齐玉婕,任澎.应用CHA2DS2—VASc评分预测非瓣膜性心房纤颤左心房/左心耳血栓形成的研究[J].中国全科医学,2014,17(11):1271-1274.
- [2] Kothavale AA,Yeon SB,Manning WJ.A systematic approach to performing a comprehensive transesophageal echocardiogram. A call to order[J].BMC Cardiovascular Disorders,2009,9(13):18-19.
- [3] Qamruddin S,Shinbane J,Shriki J,et al.Left atrial appendage:

structure, function, imaging modalities and therapeutic options[J].Expert Rev Cardiovasc Ther,2010,8(1):65-75.

- [4] 张巍,任澎.探讨食道超声在防治房颤患者脑卒中的应用价值[J].新疆医学,2011,41(4):25-27.
- [5] 何玉莲.经食管超声检测房颤射频消融前左房自发性显影和左心耳血栓[J].中国医药导报,2012,9(34):161-162.
- [6] 常青,张岩峰.超声心动图评价左房容积与左室舒张功能的关系及对心血管事件的预测[J].中国医疗设备,2011,26(1):144-146.
- [7] 富华颖,周长钰.超声心动图在心房颤动中应用的新进展[J].中国心血管杂志,2009,14(1):72-75.
- [8] 朱梦云,于学靖,彭文辉,等.经食道超声心动图对心房颤动围手术期脑卒中临床价值的研究[J].同济大学学报(医学版),2012,33(3):100-104.
- [9] 谢洪宇,曲秀芬,李阳,等.经食管实时三维超声心动图与经食管二维超声心动图诊断房颤患者左心耳血栓的比较研究[J].中国超声医学杂志,2012,28(10):925-928.
- [10] 张芳,于杰,韩青,等.房颤经食管及经胸超声心动图检查结果对比分析[J].武警医学,2009,20(3):267-268.



上接第 53 页

- associated with carotid atherosclerosis:a systematic review[J].Hepato,2008,49(4):600-607.
- [5] Aygun C,Kocaman O,Sahin T,et al.Evaluation of metabolic syndrome frequency and carotid artery intima-media thickness as risk factors for atherosclerosis in patients with nonalcoholic fatty liver disease[J].Dig Dis Sci,2008,53(5):1352-1357.
 - [6] 舒瑞,郝美娜,赵玉珍,等.声触诊组织量化技术定量诊断脂肪肝的初步研究[J].中国医疗设备,2014,29(7):17-19.
 - [7] 李磊,丁惠国.20例非酒精性脂肪性肝硬化的临床特征分析[J].临床肝胆病杂志,2011,27(10):1032-1035.
 - [8] 吴新员.酒精性肝硬化和肝炎后肝硬化的临床特点分析[J].河北医学,2013,19(2):236-237.
 - [9] 俞金莲.非酒精性脂肪肝与颈动脉粥样硬化的相关性研究[J].中国现代医生,2011,49(36):53-55.
 - [10] Fracanzani AL,Burdick L,Raselli S,et al.Carotid artery intima-media thickness in nonalcoholic fatty liver disease[J].Am J Med,

2008,121(1):72-78.

- [11] 高鑫.非酒精性脂肪性肝病与代谢综合征[J].中国实用内科杂志,2011,31(9):664-667.
- [12] 邵东晖.非酒精性脂肪肝与酒精性脂肪肝患者颈动脉粥样硬化的情况分析[J].当代医学,2013,19(26):119-121.
- [13] 恽景廷,沈振海,陆昀,等.成人非酒精性脂肪肝与心血管病危险因素的关系[J].江苏医药,2014,40(12):1429-1431.
- [14] Adiels M,Olofsson SO,Taskinen MR,et al.Overproduction of very low-density lipoproteins is the hallmark of the dyslipidemia in the metabolic syndrome[J].Arterioscler Thromb Vase Biol,2008,28(7):1225-1236.
- [15] 乐琦琦,刘晏.非酒精性脂肪肝的临床和药理研究进展[J].中成药,2014,36(2):371-373.
- [16] Bell DS.The association of obesity,metabolic syndrome,diabetes, and cardiovascular disease with nonalcoholic fatty liver disease[J].South Med J,2009,102(10):991-992.



儿童腹部炎性肌纤维母细胞瘤22例CT表现及病理对照

CT Findings and Pathological Comparisons of 22 Cases of Children with Abdominal Inflammatory Myofibroblastic Tumor

骆佳, 李德永

惠州市第三人民医院 影像科,
广东 惠州 516001

LUO Jia, LI De-yong

Department of Imaging, The Third
People's Hospital of Huizhou, Huizhou
Guangdong 516001, China

[摘要] 目的 探讨儿童腹部炎性肌纤维母细胞瘤 (IMT) 的CT诊断特征。方法 回顾性分析2010年1月~2014年10月经手术病理检查确诊的22例儿童腹部IMT患者的CT影像学特征及病理结果。结果 肿块多为实性, 无钙化, 分布于腹部多脏器, 包括肝脏、脾脏、胃、膀胱、胆囊、十二指肠及腹腔等。增强扫描可见实性病灶区内有均匀或不均匀的强化, 囊实混合性病灶区见不规则、环状或类圆形强化, 病灶多与周围组织界限清晰。结论 多层螺旋CT可明确显示儿童腹部IMT的病灶大小、部位、范围、周围浸润情况等, 结合病理学检查及免疫组织化学检测, 可为手术方案的制定提供依据。

[关键词] 腹部炎性肌纤维母细胞瘤; 多层螺旋 CT; 影像学特征; 病理对照

Abstract: Objective To investigate the CT imaging features of children with abdominal IMT (Inflammatory Myofibroblastic Tumor). Methods CT imaging features and pathological results of 22 cases of children who had been pathologically confirmed with abdominal IMT from January 2010 to October 2014 were retrospectively analyzed. Results Most of the tumors were solid without calcification and distributed in the abdominal organs, including the liver, spleen, stomach, gallbladder and duodenum, gastric antrum and peritoneal. The uniform or non-uniform enhancement was revealed in solid lesions through enhanced scanning. While, irregular, annular or circular enhancement was revealed in the mixed areas of cystic and solid lesions. Most of the lesions had clear boundaries with surrounding tissues. Conclusion Multi-slice CT could be used to identify the size, location, scope and surrounding infiltration in children with abdominal IMT. Combination of CT, histopathological examinations and immunohistochemical detection could provide references for selection of treatment solutions.

Key words: abdominal inflammatory myofibroblastic tumor; muliti-slice CT; imaging features; pathological comparisons

[中图分类号] R735.5; R814.42 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.018

[文章编号] 1674-1633(2015)01-0057-03

炎性肌纤维母细胞瘤 (Inflammatory Myofibroblastic Tumor, IMT) 是一种较为少见的交界性肿瘤, 主要来源于间叶细胞, 由肌纤维母细胞性梭形细胞组成, 多伴有淋巴细胞及浆细胞等炎细胞浸润, 可能潜在恶性变化^[1-2]。IMT多见于儿童及青少年, 以肺部为主要发病部位, 腹部一般少见^[3]。儿童腹部 IMT 多无明显体征及症状, 鉴别较难。本文对我院 2010 年 1 月~2014 年 10 月经手术病理检查确诊的 22 例儿童腹部 IMT 患者的 CT 影像学特征及病理结果

收稿日期: 2014-11-06
作者邮箱: 2894762504@qq.com

进行回顾性分析, 旨在探讨儿童腹部 IMT 的 CT 诊断特征, 报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择我院 2010 年 1 月~2014 年 10 月经手术病理检查确诊的 22 例儿童腹部 IMT 患者, 其中男性 14 例, 女性 8 例; 年龄 1~16 岁, 平均 (5.2 ± 1.3) 岁。18 例患儿因腹部疼痛

就诊,其中上腹疼痛 12 例,下腹疼痛 6 例;4 例患儿于常规体检时发现病变。患儿的临床表现为:血尿 2 例,发热 10 例,腹胀 2 例,腹部可触及包块 5 例。

1.2 方法

选择西门子 Sensation 40 型 CT 机。扫描参数设置为:管电流 200 mA,管电压 120 kV,层厚 8 mm,螺距 1。先行平扫,再进行增强扫描,采用高压注射器注射非离子对比剂碘海醇,剂量为 2 mg/kg,流率为 1~1.5 mL/s。增强扫描于对比剂注射后 30 s 开始,行双期或三期扫描,于注射对比剂后 30 s 行动脉期扫描,注射后 180 s 行静脉期扫描。

2 结果

2.1 CT 影像学特征

22 例儿童腹部 IMT 均为单发病灶,病灶最小尺寸 1.1 cm × 1.5 cm × 1.0 cm,最大尺寸 16.2 cm × 10.2 cm × 22.0 cm,平均 6.5 cm × 5.2 cm × 8.0 cm。肿块多为实性,无钙化,分布于腹部多脏器,包括肝脏、脾脏、胃、胆囊、十二指肠、胃窦及腹腔,见表 1。增强扫描可见实性病灶区内有均匀或不均匀的强化,囊实混合性病灶区见不规则、环状或类圆形强化,病灶多与周围组织界限清晰。部分儿童腹部 IMT 患者的 CT 图像,见图 1~2。

表 1 儿童腹部 IMT 的 CT 影像学特征 (n=22)

影像学特征	例数	比例	备注
肿块			
实性肿块	18	81.8%	
囊实混合性肿	4	18.2%	实性部分密度均匀
钙化			
无	20	90.9%	
有	2	9.1%	少许条状钙化,邻近淋巴结肿大且可见广泛钙化。
发病器官			
实质脏器	7	31.8%	肝脏 5 例,脾脏 2 例,病灶为类圆形。
空腔脏器	8	36.4%	胃窦 2 例,膀胱 1 例,胆囊 2 例,病灶类圆形;十二指肠 3 例,病灶环形。
腹腔	7	31.8%	中上腹 4 例,中下腹 3 例,病灶形态不规则。

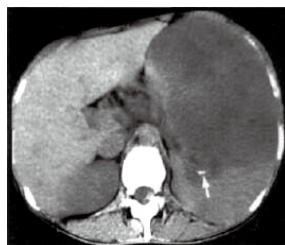


图 1 脾脏 IMT 病灶,类圆形,边缘可见条状钙化。



图 2 肝脏 IMT 病灶,类圆形,边缘模糊。

2.2 手术及病理表现

所有病灶均经手术切除,取病灶组织切片于镜下观察,可见肿瘤细胞为梭形,排列相对稀疏,多杂乱无序或呈纺织状、结节状;细胞核为卵圆形、居中;细胞质呈嗜酸性,丰富肥胖;间质水肿,可见有淋巴细胞、中性粒细胞、浆细胞等炎细胞浸润。行免疫组化染色,可见肿瘤细胞质内平滑肌动蛋白与波形蛋白阳性表达,其中平滑肌动蛋白阳性表达 8 例,波形蛋白阳性表达 16 例。6 例患儿给予间变性淋巴瘤激酶检查,显示阳性表达 5 例,阴性表达 1 例。

3 讨论

3.1 腹部 IMT 的临床特点

IMT 是一种特殊类型的肿瘤,生物学行为比较多样,既可表现出良性病变的特征,也可呈现出多中心生长及复发的特点。IMT 曾被命名为“炎症假瘤”,目前其病因尚不明确,在各年龄段人群中均可发病,但以儿童及青少年居多,以肺部病变居多^[4]。2002 年世界卫生组织已将 IMT 列为肿瘤性病变,属于软组织瘤。大量文献资料及分子生物学、免疫组化研究也已证实 IMT 为真性肿瘤,由炎性细胞及肌纤维母细胞组成,并非单纯的炎性病变^[5]。

腹部 IMT 在临床上比较少见,属于间叶性肿瘤,但由于其有恶变可能,早期诊断具有重要意义^[6]。腹部 IMT 可见于多种腹腔内组织器官,且多比较隐匿,无明显的临床症状或体征,除可触及肿块外,约有 15%~30% 的患者可出现发热、体质量下降、贫血、血清免疫球蛋白水平升高、血红细胞沉降率加快等现象^[7-8]。一般在肿块较大且压迫周围组织时才会出现相应的不良反应,本组中腹部 IMT 患者主要因腹部疼痛而就诊。腹部 IMT 可发生于实质器官,如肝脏、脾脏等;也可发生于空腔器官,如十二指肠、膀胱、胆囊、胃等,临床多表现为慢性发作的腹痛,有压痛感;还可发生于腹腔内,临床多表现为急性发作,多由大肿块挤压血管和组织器官而致^[9-10]。

3.2 腹部 IMT 的 CT 表现

CT 是临床诊断和鉴别 IMT 的首选方法。通过本组研究,总结 IMT 的临床及 CT 影像学特征。

(1) 儿童腹部 IMT 多为单发病灶,但位于腹膜后或肠系膜的病例多为多发病灶。影像学可见占位明显,实质器官的病灶多为类圆形,病灶较小;空腔器官的病灶多为不规则形状或环形、类圆形,病灶较大;腹腔内病灶一般较大且伴有明显的腹痛,本组病例中病灶最大径为 30 cm,最小径 1 cm,反映了 IMT 病灶大小的多样性。

(2) 平扫表现为等密度或低密度。一般实性多为等密度,实性病灶中较小的肿块一般密度比较均匀,而较大肿块密度则欠均匀。囊性多为低密度,囊性肿块一般是因肿瘤增

大坏死出血而发生囊变所致,囊性肿块内部主要成分为纤维粘液变性,呈现为胶冻状,故而在CT扫描中可见水样密度影^[11]。囊实混合性肿块介于实性与囊性肿块之间,影像学特征与囊性肿块比较接近。

(3) 增强扫描多见实性病灶区内有均匀或不均匀强化,囊实混合性病灶区见不规则、环状或类圆形强化,病灶多与周围组织界限清晰。本组中部分病灶边缘毛糙、欠清晰,1例发病于腹膜后并侵及脾脏、胃、肾脏、肾脏血管等周围组织,2例发病于结直肠并与右精囊腺分界模糊。有研究认为^[12],腹部及肠系膜发病的IMT具有较明显的生物学浸润行为,因而该类病变多表现出病灶与周围组织分界不清、边缘模糊的特征。

(4) 实性肿块居多且钙化较少。本组22例病例中,18例有实性肿块;仅2例有少许条状钙化,病变已侵入淋巴组织,显示邻近淋巴结肿大,且可见广泛钙化。

3.3 腹部IMT的组织学特征

镜下观察IMT病灶组织可见增生梭形纤维细胞,一般排列比较稀疏且不规则;生化检验可见有大量炎性细胞浸润。免疫组化染色可将肌纤维母细胞和其他肉眼难以辨别的细胞有效区分,从而准确诊断IMT。一般可见细胞质平滑肌动蛋白与波形蛋白阳性表达。波形蛋白是间叶细胞的标记物,但特异性差,而平滑肌动蛋白的特异性较高,被认为是IMT的重要标记。

3.4 腹部IMT的鉴别与诊断

(1) 肝脏IMT应与肝脓肿、肝转移瘤相鉴别。肝脏IMT的发病原因与肝动脉供血减少有关,CT可见动脉期有轻度强化或无强化,肝脓肿的CT表现与IMT相似,但IMT的内壁多表现为不平整且液化坏死区张力较低。另外在临床表现上也有一定的差异,IMT的临床症状较轻,而肝脓肿患者多出现寒战、高热等症状^[13]。肝转移瘤大多为多发性病灶,增强扫描时可见环形强化,而IMT多为单发。

(2) 脾脏IMT应与脾血管瘤及脾转移瘤区分。脾血管瘤一般为圆形稍低密度影,增强扫描可见动脉期边缘呈环形或结节样强化,实性IMT多为等密度,而囊性IMT多为低密度。脾转移瘤一般在晚期癌症患者中比较多见,脾肿大是其主要特征,可单发或多发,瘤体内多无钙化,而IMT一般无明显的脾脏肿大征。

(3) 肠系膜IMT应与囊肿、囊性畸胎瘤、间质瘤等相区别。肠系膜囊肿多见于单发,为圆形病灶,壁薄,边界

清晰,密度多为水样。囊性畸胎瘤以儿童发病居多,病灶中可见钙化征。间质瘤为巨大分叶状肿块,实质部分可见CT明显强化,一般坏死区无强化。

综上所述,多层螺旋CT可明确显示儿童腹部IMT的病灶大小、部位、范围、周围浸润情况等,结合病理学检查及免疫组织化学检测,可为手术方案的制定提供依据。

[参考文献]

- [1] 郭峰,张志庸,崔玉尚,等.胸部炎性肌纤维母细胞瘤的外科治疗[J].中国胸心血管外科临床杂志,2010,17(3):202-204.
- [2] 林荣贵,黄鹤光,陈燕昌,等.外科治疗腹部炎性肌纤维母细胞瘤12例临床分析[J].中华病和腹壁外科杂志,2013,7(3):241-243.
- [3] 姜大同,项和平,李永生,等.肝巨大炎性肌纤维母细胞瘤出血1例报告[J].中国实用外科杂志,2012,32(2):176-178.
- [4] 李小会,黄仲奎,龙莉玲,等.腹部炎性肌纤维母细胞瘤的CT表现与病理对照分析[J].临床放射学杂志,2013,32(4):548-550.
- [5] 李斌,潘卫东,秦明伟.炎性肌纤维母细胞瘤计算机断层摄影表现[J].协和医学杂志,2011,2(3):205-207.
- [6] 杨春,姚倩东,郑敏文.腹部炎性肌纤维母细胞瘤的CT表现[J].医学影像学杂志,2013,23(5):723-725.
- [7] 钱民,柏瑞,李小荣,等.腹部炎性肌纤维母细胞瘤CT表现[J].放射学实践,2012,27(11):1238-1240.
- [8] 胡克非,李旭,胡俊,等.儿童炎性肌纤维母细胞瘤CT表现与病理对照[J].临床放射学杂志,2011,30(5):708-710.
- [9] Miyazaki T, Nagayasu T. Diagnostic imaging Q&A Inflammatory myofibroblastic tumor[J]. Kyobu Geka, 2013, 66(2):146-149.
- [10] Su JK, Woo SK, Jung EC, et al. Inflammatory myofibroblastic tumors of the abdomen as mimickers of malignancy: imaging features in nine children[J]. American Roentgen Ray Society, 2009, 193(5):1419-1424.
- [11] 赵修义,邵亚辉,汪延明,等.肾脏炎性肌纤维母细胞瘤临床及影像学分析并文献复习[J].临床肿瘤学杂志,2011,16(12):1115-1118.
- [12] 段晓岷,程华,周春菊,等.小儿炎性成肌纤维细胞瘤的CT表现[J].中华放射学杂志,2011,45(1):73-76.
- [13] 刘洪媛,薛莉,宋长悦,等.超声造影在肝脏局灶性病变的诊断价值[J].中国医疗设备,2013,28(3):171-173.



多层螺旋CT低张充气增强扫描在结肠癌诊断及术前分期中的应用价值

Application Value of MSCT Hypotonic Enhanced Scanning in Diagnosis and Pre-Operative Staging of Colorectal Cancers

赵全泽

开滦(集团)蔚州矿业有限责任公司
医院 影像科, 河北 张家口 075713

[摘要] 目的 探讨多层螺旋CT(MSCT)低张充气增强扫描在结肠癌诊断及术前分期中的应用价值。方法 筛选2013年1月~2014年12月我院收治的116例结肠癌患者作为研究对象。所有患者均行MSCT平扫及低张充气增强扫描,采用多平面重建技术处理图像,观察结肠壁厚度、肿瘤长度、CT值等指标,并进行诊断及术前病理分型、分期,且与术后病理结果进行比较。结果 MSCT术前T分期结果与术后病理结果比较无显著差异,不同病理分期的肿瘤长度及不同病理分型的肿瘤CT值存在显著差异,但不同病理分期的肿瘤CT值比较无显著差异。MSCT确诊结肠癌105例,与病理结果无显著差异($P<0.01$)。结论 对结肠癌患者采用MSCT低张充气增强扫描可实现最小化医源性创伤,且临床确诊率较高,术前分期及病理分型较为准确,可有效指导结肠癌治疗方案的选择,具有临床应用及推广价值。

[关键词] 多层螺旋CT;低张充气增强扫描;结肠癌;术前分期

Abstract: Objective To investigate the application value of MSCT (Multi-Slice Spiral Computerized Tomography) hypotonic enhanced scanning in diagnosis and pre-operative staging of colorectal cancers. Methods Altogether 116 colorectal cancer patients who had been treated from January 2013 to December 2014 in the hospital were selected and scanned by plain MSCT and hypotonic enhanced MSCT. Then, all the images were processed through the multi-planar reconstruction technique to observe the thickness of the colon wall, the length of tumors and the CT value so as to diagnose colorectal cancers and identify the preoperative pathological type and stage. Moreover, comparisons were made between preoperative and postoperative pathological diagnoses. Results No significant differences were seen between the preoperative T-staging results acquired by MSCT and the postoperative pathological results. While, remarkable differences existed between the length of tumors in different pathologic stages and the CT values of different pathological types of tumors. The CT value of tumors in different pathological stages had no significant differences. Among all the cases, 105 patients were identified by MSCT with colorectal cancers, which showed no significant differences from the pathological results ($P<0.01$). Conclusion Hypotonic enhanced MSCT demonstrated its advantages of minimum iatrogenic trauma, the higher clinical diagnosis rate and more accurate preoperative staging and pathological classification, which could provide effective guidance for selection of treatment options for colorectal cancer patients and deserve wider clinical application and promotion.

Key words: multi-slice spiral computerized tomography; hypotonic enhanced scanning; colorectal cancers; preoperative staging

ZHAO Quan-ze

Department of Radiology, Kailuan
Group Yuzhou Mining Hospital,
Zhangjiakou Hebei 075713, China

[中图分类号] R735.3⁵; R814.42 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.019

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0060-03

结肠癌是临床上较为常见的消化道恶性肿瘤,多发于
直肠与乙状结肠的交界处,以中老年人为高发人群,近年
收稿日期: 2014-12-04 修回日期: 2015-01-20
作者邮箱: zhaoquanze1781@126.com

来结肠癌发病率呈不断上升趋势^[1]。肠镜下病理活检是结
肠癌诊断的金标准,但由于病理活检对患者的机体医源性
损伤较大,尤其是早期患者在病变观察期不宜进行多次检

查。CT 增强扫描因具有扫描快速、成像质量高、多参数成像等优势而在结肠癌的临床诊治中发挥着重要作用^[2]。本研究对 116 例结肠癌患者进行多层螺旋 CT (MSCT) 低张充气增强扫描,旨在探讨其在结肠癌诊断及术前分期中的临床价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

筛选 2013 年 1 月~2014 年 12 月我院收治的 116 例结肠癌患者作为研究对象。其中男性 65 例,女性 51 例,年龄 52~73 岁,平均 (63.7 ± 3.3) 岁。所有患者均表现为渐进性消瘦、耻区疼痛、腹泻便秘交替、血便及不明原因低热等,经手术及病理证实为结肠癌。其中位于升结肠 25 例、横结肠 20 例、降结肠 35 例、乙状结肠 36 例;腺癌 99 例,黏液腺癌 8 例,乳头状腺癌 9 例。所有患者对本组实验完全知情同意,术前行 MSCT 低张充气增强扫描。

1.2 仪器与方法

选择 GE Bright Speed 64 层螺旋 CT。术前准备:患者于检查前 28 h 减少食物、水的摄入,以流食为主,检查前 12 h 完全禁食禁饮,并口服泻药及 NaHCO_3 、KCl、NaCl 进行清肠,检查前 15 min 肌注山莨菪碱 20 mg。患者入室后取侧卧位,经肛门向肠腔内以 5~10 mL/s 流速缓慢注入空气 1000~2000 mL,当患者感到腹胀、隐痛、不耐受时停止注气,并留置人工肛管,首先应用 CT 平扫观察结肠充气情况,若充气效果不佳可通过留置肛管继续追加气体。然后进行容积扫描,扫描参数:管电压 120 kV,管电流 350 mA,层厚 5.0 mm,螺距 5.0,球管转速 0.5 s/rot,准直器宽度 0.625 mm。采用碘海醇以 3.0~4.0 mL/s 流速经静脉团注腹,当主动脉膈上层 CT 值达到 150 HU 时开始动脉期扫描,延迟 53 s 开始静脉期扫描。采用多平面重建技术对图像进行处理。

1.3 观察指标

观察病灶部位、肿瘤形态特征及长度、CT 增强影像及血供特点、病灶周围浆膜层状态及肌层的完整性、周围脂肪间隙清晰程度、结肠周围淋巴结是否发生肿大及数目是否异常^[3]。

结肠癌的术前分期采用常规病理 T 分期:由于 MSCT 仅能显示肠腔单层结构,因此可将其分为 T1-2、T3、T4 期。T1-2:肠壁明显增厚且浆膜表面光滑平整,增强扫描后病灶明显强化;T3 期:肠壁明显增厚但浆膜表面较为粗糙,出现结节样、毛刺、条索样突起,病灶周围脂肪间隙较为模糊,但未发生器官组织侵犯累及;T4 期:明确肿瘤已侵犯周围组织器官并且脂肪间隙完全消失。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 19.0 软件对数据进行统计分析。计量资料采

用均数 $\pm$ 标准差 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较采用 t 检验,计数资料的组间比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MSCT 诊断及术前分期结果

MSCT 术前 T 分期结果与术后病理结果比较,无显著差异 ($P > 0.05$),见表 1。

表1 MSCT术前T分期结果与术后病理结果比较(n, %)

检查项目	确诊	T分期		
		T1-2	T3	T4
病理结果	116	21	80	15
MSCT	105 (90.52)	14 (66.67)	77 (96.25)	14 (93.33)
χ^2	4.661	0.954		
P	0.066	0.623		

2.2 不同病理分期的影像学表现及CT值比较

不同病理分期的肿瘤长度存在显著差异 ($P < 0.05$),但 CT 值比较无显著差异 ($P > 0.05$),见表 2。

表2 不同病理分期的影像学表现及CT值比较

比较项目	T1-2	T3	T4	F	P
肿瘤长度 (cm)	33.8 ± 7.3	55.6 ± 8.5	69.2 ± 11.4	1.524	0.011
浆膜形态	平滑完整	粗糙、毛刺、条索	消失		
肌层完整度	完整	部分不完整	完全断裂		
脂肪间隙清晰程度	清晰	模糊	消失		
淋巴结是否肿大及数目	无肿大	肿大,数目<50%	肿大,数目>70%		
CT值(HU)	75.6 ± 10.5	79.5 ± 8.4	76.3 ± 11.6	0.725	0.107

2.3 不同病理分型的结肠癌其病理分期及CT值

乳头状腺癌、腺癌、黏液腺癌的 CT 值比较存在显著差异 ($P < 0.05$),不同病理分型对应的病理分期结果存在显著差异 ($P < 0.05$),结果见表 3。中分化腺癌的病理结果及增强 CT、低张充气 CT 影像结果,见图 1。

表3 不同病理分型的结肠癌其病理分期及CT值

分期	腺癌	黏液腺癌	乳头状腺癌	F	P
T1-2	19	1	1		
T3	68	4	5		
T4	8	3	3		
CT值(HU)	88.9 ± 9.5	78.1 ± 10.1	65.3 ± 7.6	1.206	0.035

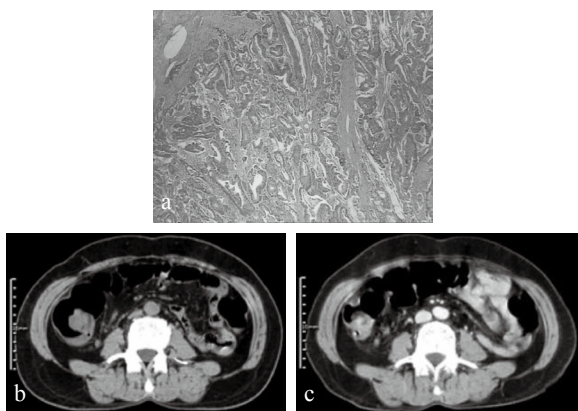


图1 中分化腺癌的病理结果及增强CT、低张充气CT图像

注: a.中分化腺癌高倍镜病理; b.增强扫描图像,可见明显强化,但无法显示浆膜、肌层形态、淋巴结累及,不能判断病理分期; c.低张充气平扫图像,可清晰显示周围组织器官的累及情况,浆膜粗糙,肌层部分中断, T3分期。

3 讨论

目前手术治疗是结肠癌治疗的最佳方法,而术前分期及肿瘤侵犯累及范围的明确将直接影响手术治疗效果及患者的生存率^[4-5]。病理活检是结肠癌诊断及分期评估的金标准,但由于操作及检验步骤较为复杂,出具诊断分期结果时间较长,可能会延误结肠癌的最佳治疗时期,MSCT增强扫描是一种快速、方便的检查方式,在结肠癌的诊断中具有重要作用^[6]。

本组实验结果表明,MSCT低张充气增强扫描对结肠癌的检出率及术前分期与术后病理结果比较无显著差异,而通过不同病理分型、分期影像资料的分析可知,不同病理分期的肿瘤长度及不同病理分型的肿瘤CT值存在显著差异。通过资料整理及实验回顾可知,常规螺旋CT对结肠癌的T分期准确率一般为50%~77%^[7],分期结果不能够为临床提供可靠依据,主要是因为CT密度分辨率低导致软组织成像效果不佳;而MRI应用于结肠癌的诊断及分期其准确率高于螺旋CT,但若肿瘤规模较大或肠腔狭窄,则会因线圈的限制导致误诊、漏诊率高达50%以上^[8],尚存在诸多不足之处。而MSCT低张充盈增强扫描是一种以气体为对比剂充盈肠腔的扫描方式,具有简单、方便等特点,并且可减少对比剂对患者机体功能的影响^[9],检测前无需过多特殊准备或药物应用,以空气作为阴性对比剂能够更好地扩张肠腔,且在充盈肠腔后不易发生对比剂外流,避免因肠内容物、肠道清洁不理想影响诊断结果^[10-11];同时肠腔内充盈气体可与肠壁软组织、脂肪组织等形成明显的密度差,避免呼吸、肠蠕动及对比剂刺激造成的反差伪影,弥补了MSCT密度分辨率低的不足,提高了CT成像质量^[12]。

本组研究发现,不同分期结肠癌患者的肿瘤长度、病理分型及CT值比较存在显著差异。由于结肠形态较为多变、

复杂,因此在测量肿瘤体积时较为困难,而应用CT测量肿瘤长度较为容易^[13]。通过实验回顾可知,CT不能严格区分T1(侵及黏膜下层)、T2(侵及肌层)期。对脂肪不丰富的患者,肿瘤侵犯是否已超过肌层或穿过浆膜、是否已侵犯邻近器官的判定有时较困难;CT对淋巴结的判定仍依靠淋巴结的大小。本组淋巴结转移的判定标准为最小径>8 mm,但文献报道60%的转移性淋巴结其直径<5 mm,而有时肿大的淋巴结只是炎症性。随着结肠癌分期的升高,肿瘤累及范围逐渐扩大,病情逐渐加剧,结肠癌多为腺癌,黏液腺癌发病率相对较低。对于不同分化程度的腺癌其CT值存在差异,其中高分化腺癌的CT值较高且均匀,而黏液腺癌的CT值则明显低于中高分化腺癌,据此可判断肿瘤的病理分型及分化程度^[14]。增强CT可增加肠黏膜、黏膜下肌层和浆膜层各结构的对比,经过多平面重组,可进一步提高肿瘤局部浸润的显示能力,并能明确扫描范围内淋巴结与脏器的转移,为术前分期诊断提供重要信息。通过分析可发现,MSCT低张充气扫描的不足之处在于MSCT对结肠癌及周围肠腔的3层结构成像效果不佳,在评估肿瘤浸润程度上存在一定的限制,并且对于早期的结肠癌诊断及分期能力不足,需结合多项指标及阅片医师的临床经验进行诊断^[15]。

综上所述,对结肠癌患者采用MSCT低张充气增强扫描可实现最小化医源性创伤,并且临床确诊率较高,术前分期及病理分型较为准确,可有效指导结肠癌治疗方案的选择,具有一定的临床应用及推广价值。

[参考文献]

- [1] 刘焱,梁蕾,仲挥,等.逆行保留灌肠法结合实时超声造影对结肠病变的诊断价值[J].中国医疗设备,2014,29(9):8-11.
- [2] 田净丽,田建明,生晶,等.64层螺旋CT在结直肠癌术前分期中的临床应用[J].中国临床医学影像杂志,2008,19(10):718-721.
- [3] 李雪峰,王国红,高锦秀.多层螺旋CT对结肠癌的诊断价值[J].医学影像学杂志,2012,(9):1500-1503.
- [4] 韦琳,蒙家彦,谭俊杨.多层螺旋CT结肠充气成像诊断结肠癌的影像与病理对照研究[J].医学影像学杂志,2010,(9):1485-1487.
- [5] 王大龙,于丽娟,田墨涵.¹⁸F-FDG PET/CT显像在结直肠癌术前分期中的价值[J].临床放射学杂志,2012,(1):70-74.
- [6] Beets-Tan RG,Beets GL.Rectal cancer:review with emphasis on MR imaging[J].Radiology,2004,232(2):335-346.
- [7] Kyu KN,Baik SH,Min BS,et al.A comparative study of volumetric analysis,histopathologic downstaging and tumor regression grade in evaluating tumor response in locally advanced rectal cancer following preoperative chemoradiation[J].Int J Radiat Oncol Biol Phys,2007,67(1):204-210.
- [8] 姜军,李颖,蒋力明,等.64层螺旋CT中“管壁僵硬”和“外膜毛

下转第120页

DR双能量减影技术在急诊胸腹部外伤诊断中的应用价值

Effectiveness of Application of the DES-DR Technique in Diagnosis of Chest and Abdominal Emergency Trauma

商雪林, 王耀华, 卢翠, 陈舟,
黄柱飞
解放军303医院 放射科,
广西 南宁 530021

[摘要] 目的 探讨DR双能量减影技术在急诊胸腹部外伤诊断中的应用价值。方法 对我院收治的75例肋骨骨折(共159处)、60例气胸、45例膈下游离气体患者进行双能量减影检查,并与患者的标准DR片进行对比分析。结果 标准DR检出骨折135处,气胸50例,膈下游离气体30例,检出率分别为84.9%、83.3%、66.7%;双能量减影检出骨折150处,气胸60例,膈下游离气体43例,检出率分别为94.3%、100%、95.6%,双能量减影的病变检出率明显高于标准DR。结论 双能量减影技术可清晰显示肋骨骨折、少量气胸、肺内小结节和腹部少量游离气体等病变,对胸腹部急诊外伤具有较高的诊断准确率,值得推广应用。

[关键词] 双能量减影;标准DR;胸腹部外伤;检出率

Abstract: Objective To investigate the effectiveness of application of DES-DR (Dual-Energy Subtraction Digital Radiography) technique in diagnosis of chest and abdominal emergency trauma. Methods DES was performed in 75 patients with 159 rib fractures, 60 pneumothorax patients and 45 subphrenic free gas patients so as to compare and analyze the results with standard DR images. Results The standard DR images showed 135 cases of fractures, 50 cases of pneumothorax and 30 cases of subphrenic free gas with the detection rates 84.9%, 83.3 % and 66.7% respectively. The DES images revealed 150 cases of fractures, 60 cases of pneumothorax and 42 cases of subphrenic free gas with the detection rates 94.3%, 100% and 95.6% respectively. Obviously higher detection rates were achieved through DES than standard DR. Conclusion DES-DR could clearly show lesions including the rib fractures, slight pneumothorax, small pulmonary nodules and a small amount of abdominal free gas, which realized the high diagnosis rate of chest and abdomen emergency trauma and deserved wider clinical promotion.

Key words: dual energy subtraction; standard digital radiography; chest and abdominal trauma; detection rates

SHANG Xue-lin,
WANG Yao-hua, LU Cui,
CHEN Zhou, HUANG Zhu-fei
Department of Radiology, No. 303
Hospital of PLA, Nanning Guangxi
530021, China

[中图分类号] R683.1; R814.41 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.020

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0063-03

胸腹部外伤常发生于交通事故,并合并其他脏器的损伤,病死率较高,临床上因各脏器损伤的症状体征相互掩盖,容易造成漏诊,延误治疗。一般采用X线、CT或B超来诊断胸腹部外伤,但CT检查费用高且放射剂量大,B超检查无法显示腹部气体,而X线检查价格低廉、快速、方便,可以作为首选方法^[1-3]。本研究对我院180例胸腹部外伤患者进行双能量减影检查,并与患者的标准DR片

进行对比分析,旨在探讨DR双能量减影技术在急诊胸腹部外伤诊断中的应用价值,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择2008年1月~2013年12月我院收治的急诊胸腹部外伤患者180例,其中胸部外伤135例,腹部外伤45例;男121例,女59例;年龄9~73岁,平均49.5岁。患者主要症状为胸痛、憋闷、呼吸困难、腹痛等。

1.2 仪器与方法

选择GE DefiniumTM6000数字化医用X射线摄影系

收稿日期:2014-11-11 修回日期:2014-12-17
基金项目:广西壮族自治区卫生厅自筹经费科研课题(Z2011005)。
通讯作者:王耀华,副主任医师。
通讯作者邮箱:wangyaohua2009@126.com

统 (DR) 和柯尼卡 793 干式激光相机。

对 135 例胸部外伤患者行胸部后前位摄片: 患者站立于平板探测器前, 双脚分开, 保持身体平稳, 前胸紧贴平板, 头稍后仰, 下颌置于平板上缘, 双肩部自然下垂, 双手背放置髂骨处, 双上臂及肘部内旋, 肩胛骨移向外侧, 身体正中矢状面与平板正中线重合并垂直。中心线垂直射入平板探测器, 投照距离 180 cm, 吸气后屏气曝光。

对 45 例腹部外伤患者行腹部立位摄片: 患者站立于平板探测器前, 后背朝向探测器, 双脚分开, 保持身体平稳, 身体正中矢状面与平板正中线重合并垂直, 中心线对准剑突与耻骨联合连线的中点, 投照距离 100 cm。

DR 双能量减影摄影条件为曝光间隔时间差 120 ms, 高电压 140 kV, 低电压 70 kV。利用双能量减影技术, 一次采集同时获得标准 DR、软组织减影及骨组织减影 3 种图像。

1.3 图像分析

由放射科的 1 名副主任医师和 2 名主治医师共同阅片, 意见不一致时共同协商达成一致。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 13.0 软件进行统计分析, 两种方法病变检出率的比较采用 Fisher 确切概率法, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

标准 DR 与双能量减影对胸腹部肋骨外伤的检出率比较, 见表 1。

由表 1 可知, 标准 DR 检出骨折 135 处, 气胸 50 例, 膈下游离气体 30 例, 检出率分别为 84.9%、83.3%、66.7%; 双能量减影检出骨折 150 处, 气胸 60 例, 膈下游离气体 43 例, 检出率分别为 94.3%、100%、95.6%。

双能量减影的病变检出率明显高于标准 DR, 且差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。标准 DR 及双能量减影片, 见图 1。

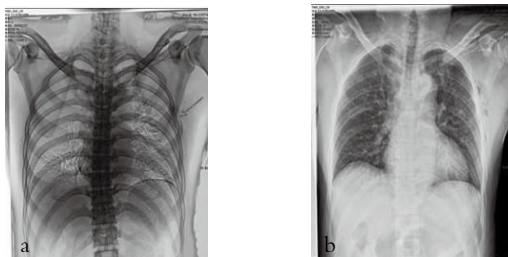


图1 同一患者的胸片

注: a. 标准DR; b. 双能量数字减影; 左侧第4肋腋段骨折, 在图b中显示清楚, 在图a中显示不清。

表1 标准DR与双能量减影对胸腹部肋骨外伤的检出率比较

方法	肋骨骨折(n=159)			气胸 (n=60)				膈下游离气体(n=45)		
	发现	未发现	检出率	少量	中量	大量	检出率	少量	大量	检出率
标准DR	135	24	84.9% (135/159)	9	23	18	83.3% (50/60)	7	23	66.7% (30/45)
双能量减影	150	9	94.3% (150/159)	19	23	18	100% (60/60)	20	23	95.6% (43/45)
χ^2			7.608				4.658			8.942
P			0.006				0.031			0.003

3 讨论

3.1 双能量减影技术的原理及适应症

双能量减影技术是以物质的光电效应和康普顿效应为理论基础, 快速连续采集高 kVp 图像和低 kVp 图像的成像技术, 其中高密度物质以光电效应为主, 低密度物质以康普顿效应为主。DR 双能量减影正是利用不同组织对高/低能 X 线吸收系数不同的原理, 在极短的时间 (120 ms) 内 1 次屏气, 连续应用高 (140 kV) / 低 (70 kV) 能量进行 2 次曝光, 曝光之后将获得的 1 帧高能图像和 1 帧标准图像作为减影对进行减影, 得到标准 DR、软组织减影及骨组织减影 3 种图像。

DR 双能量减影作为一种新的检查手段, 具有极高的空间分辨率和对比分辨率, 适合用于呼吸系统、骨骼系统、消化系统疾病的显示。DR 双能量骨组织减影去除了软组织影的重叠, 可更清晰地显示脊柱、髋关节、足、鼻咽部、胸部等部位的病变, 如胸部外伤的肋骨骨折、肺挫裂伤、少量气胸、少量膈下游离气体等, 亦有报道用于胆道造影、泌尿生殖系统、鼻咽癌的检查^[7]。

3.2 双能量减影对胸部外伤的诊断价值

常规 DR 检查可能会遗漏 20%~40% 的肋骨骨折, 造成误诊、漏诊的主要原因是肺纹理、肺部软组织、骨骼遮挡重叠等^[7]。胸部 DR 双能量减影后, 无软组织结构的重叠, 仅留下胸廓骨组织, 可更清晰地显示肋骨、肩胛骨和锁骨, 有利于观察细小肋骨、腋段、纵隔、心影或膈下等较为隐匿性骨折, 检出率大大提高^[8]。本研究中, 双能量减影图像优于标准 DR 图像, 无论是肋骨的显示范围、成像质量, 还是肋骨病变的检出率, 都具有优越性。

气胸是肋骨骨折常见的并发症, X 线胸片检查是诊断气胸的首选方法。对于中、大量气胸患者, 常规 DR 检查一般可清楚显示。对于少量气胸、气胸位于肺尖的患者, 由于肺纹理稀疏、被压缩的肺边缘与肋骨重叠, 采用常规 DR 检查假阴性率较高, 容易造成漏诊, 延误治疗时间^[9]。DR 双能量减影技术作为一种简便、快捷的检查方法, 一次曝光即可获得标准 DR、软组织减影及骨组织减影 3 种图像, 能有效去除标准 DR 图像上肋骨、锁骨及肩胛骨对气胸观察的影响, 对肺压缩 < 20% 的少量气胸患者, 运用双能量减影技术能 100% 显示^[10], 具有较高的临床应用价值。

3.3 双能量减影对腹部外伤的诊断价值

膈下游离气体是判断胃肠道穿孔的一个重要征象, 也

是外科手术处理的指征之一,及时准确地判断膈下游离气体十分重要。腹部立位片是最常用、最便捷的影像学检查方法,但胸腹部反差较大,膈上肺野显示偏黑,层次欠清,出现少量游离气体时会造成误诊、漏诊^[11]。因此对于常规DR检查正常,但有典型临床急腹症表现的患者,可再采取双能量减影技术进行检查,以免漏诊。

综上所述,双能量减影技术可清晰显示肋骨骨折、少量气胸、肺内小结节和腹部少量游离气体等病变,可为临床诊断和治疗提供及时、准确的影像学信息,值得推广应用。

[参考文献]

- [1] Peer S, Neitzel U, Giacomuzzi SM, et al. Direct digital radiography versus storage phosphor radiography in the detection of wrist fracture[J]. Clin Radiol, 2002, 57(4): 258-262.
- [2] 刘忠, 田龙海, 李国栋, 等. DR双能量减影技术在肋骨骨折中的应用[J]. 中国医疗设备, 2011, 26(4): 119-120.
- [3] 储诚奇, 翟辉, 王中秋. 直接数字化成像双能量减影对肋骨骨折诊断价值的探讨[J]. 医学研究生报, 2006, 19(2): 190.
- [4] 商雪林, 莫春开, 黄柱飞. DR双能量减影技术骨组织像在外伤性肋骨骨折诊断的探讨[J]. 医疗卫生装备, 2013, 34(6): 50-51.
- [5] 杨凯, 江泓, 谈旭东. 双能量减影及其临床应用[J]. 实用放射学杂志, 2004, 20(11): 1041-1044.
- [6] Kruger RA, Anstrong JD, Soreneson JA, et al. Dual energy subtraction technique for detecting calcification in solitary pulmonary nodules[J]. Radiology, 1981, 140(1): 213-219.
- [7] 谭孝华, 熊伟, 刘凯. 直接数字化成像双能量减影技术的临床适应症[J]. 华南国防医学杂志, 2012, 26(1): 29-31.
- [8] Kosucu P, Ahmetoglu A, Koramaz I, et al. Low-dose MDCT and virtual bronchoscopy in pediatric patients with foreign body aspiration[J]. AJR Am J Roentgenol, 2004, 183: 1771-1777.
- [9] 吴勇建, 王立兴. DR双能量减影技术对少量气胸的诊断价值[J]. 黑龙江医药科学, 2010, 12(33): 102.
- [10] 陈建新, 陈自谦. X线直接数字摄影双能量减影技术的临床应用进展[J]. 中国临床医学影像杂志, 2007, 18(5): 356-357.
- [11] 左拥军, 田树平, 赵书臣, 等. 常规腹部立位平片漏诊膈下游离气体原因分析及技术改进[J]. 现代生物医学进展, 2011, 14(11): 2750-2751.
- [12] 志, 2013, 10(1): 146-147.
- [17] Marshall HM, Bowman RV, Yang IA, et al. Screening for lung cancer with low-dose computed tomography: a review of current status[J]. J Thorac Dis, 2013, 5: 524-539.
- [18] Gelder RE, Venema HW, Serlie IW, et al. CT colonography at different radiation dose levels: feasibility of dose reduction[J]. Radiology, 2002, 224(1): 25-33.
- [19] Murazaki H, Funama Y, Sugaya Y, et al. Optimal Setting of Automatic Exposure Control Based on Image Noise and Contrast on Iodine-enhanced CT[J]. Acad Radiol, 2012, 19(4): 478-484.
- [20] Jackson J, Pan T, Tonkopi E, et al. Implementation of automated tube current modulation in PET/CT: prospective selection of a noise index and retrospective patient analysis to ensure image quality[J]. J Nucl Med Technol, 2011, 39(2): 83-90.
- [21] Sigal-Cinqualbre AB, Hennequin R, Abada HT, et al. Low-kilovoltage multi-detector row chest CT in adults: feasibility and effect on image quality and iodine dose[J]. Radiology, 2004, 231(1): 169-174.
- [22] Israel G M, Cicchiello L, Brink J, et al. Patient size and radiation exposure in thoracic, pelvic, and abdominal CT examinations performed with automatic exposure control[J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 195(6): 1342-1346.
- [23] Sookpeng S, Martin CJ, Gentle DJ. Comparison of different phantom designs for CT scanner automatic tube current modulation system tests[J]. J Radiol Prot, 2013, 33(4): 735-761.
- [24] Lee KH, Lee JM, Moon SK, et al. Attenuation-based automatic tube voltage selection and tube current modulation for dose reduction at contrast-enhanced liver CT[J]. Radiology, 2012, 265(2): 437-447.
- [25] Yanagawa M, Gyobu T, Leung AN, et al. Ultra-low-dose CT of the lung: effect of iterative reconstruction techniques on image quality[J]. Acad Radiol, 2014, 21(6): 695-703.
- [26] Beyer T, Czernin J, Freudenberger LS. Variations in clinical PET/CT operations: results of an international survey of active PET/CT users[J]. J Nucl Med, 2011, 52(2): 303-310.
- [27] 周智鹏, 张辉阳, 邱维加, 等. 64排螺旋CT轴扫节段扫描对降低腹部CT检查辐射剂量的作用[J]. 广东医学, 2012, 33(7): 929-932.
- [28] Chen JH, Jin EH, He W, et al. Combining automatic tube current modulation with adaptive statistical iterative reconstruction for low-dose chest CT screening[J]. PLoS One, 2014, 9(4): e92414.
- [29] Vachha B, Brodoefel H, Wilcox C, et al. Radiation dose reduction in soft tissue neck CT using adaptive statistical iterative reconstruction (ASIR)[J]. Eur J Radiol, 2013, 82(12): 2222-2226.



CTA点征对急性高血压脑出血患者血肿扩大的预测价值分析

Analysis of the Application Value of CTA Spot Signs in Prediction of Hematoma Expansion in Patients with Acute Hypertensive ICH

王淑英

齐齐哈尔医学院附属第三医院 放射线科, 黑龙江 齐齐哈尔 161000

[摘要] 目的 探讨CTA(CT血管造影)点征对急性高血压脑出血患者血肿扩大的预测价值。方法 选择2013年1月~2014年12月于我院进行检查的76例脑出血患者作为研究对象,患者于入院时进行CT平扫及CTA检查,治疗24 h后复查CT平扫。通过CTA点征预测脑出血血肿是否扩大,记录CTA点征评价脑出血血肿扩大的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值和阴性预测值,并对脑出血血肿体积及形态进行统计学分析。结果 CTA点征诊断血肿扩大的灵敏度为89.7%(26/29),特异度为93.6%(44/47),准确度为92.1%(70/76),阳性预测值为89.7%(26/29),阴性预测值为93.6%(44/47)。CTA点征阳性组与阴性组血肿体积的比较在初查和复查时均具有显著差异($t=5.338$, $P=0.002$; $t=7.019$, $P=0.000$)。CTA点征阳性组血肿形态规则18例,不规则11例;CTA点征阴性组血肿形态规则42例,不规则5例,两组比较差异具有统计学意义($P<0.05$)。结论 CTA点征对脑出血血肿体积扩大具有较高的预测价值,可以作为一个独立的预测指标。

[关键词] 脑出血;血肿体积;CTA点征;急性高血压

Abstract: **Objective** To explore the application value of CTA (Computerized Tomography Angiography) spot signs in prediction of hematoma expansion in patients with acute hypertensive ICH (Intra-Cerebral Hemorrhage). **Methods** Altogether 76 ICH patients who had been examined in the hospital between January 2013 to December 2014 were selected. All the patients underwent plain CT scanning and CTA when they were hospitalized; then were re-examined by plain CT scanning 24 hours after they were treated. CTA spot signs were utilized to predict hematoma expansion in patients with acute hypertensive ICH and record the sensitivity, specificity, accuracy, positive and negative prediction values. Additionally, the hematoma volume and morphology were analyzed statistically. **Results** With the deployment of CTA spot signs, the sensitivity, specificity, accuracy, positive and negative prediction values of hematoma expansion were 89.7% (26/29), 93.6% (44/47), 92.1% (70/76), 89.7% (26/29) and 93.6% (44/47). Statistically significant differences were seen in the hematoma volume between Positive Group and Negative Group of CTA spot signs during preliminary examinations and re-examinations ($t=5.338$, $P=0.002$; $t=7.019$, $P=0.000$). In Positive Group of CTA spot signs, there were 18 cases with regular hematoma morphology and 11 cases with irregular hematoma morphology. While, in Negative Group, there were 42 cases with regular hematoma morphology and 5 cases with irregular hematoma morphology. Statistically significant differences existed between two groups ($P<0.05$). **Conclusion** CTA spot signs revealed high effectiveness in prediction of hematoma expansion in patients with ICH, which could be used as an independent predictor.

Key words: cerebral hemorrhage; hematoma volume; computerized tomography angiography spot signs; acute hypertension

WANG Shu-ying

Department of Radiology, The Third Affiliated Hospital of Qiqihar Medical University, Heilongjiang Qiqihar 161000, China

[中图分类号] R544.1; R814.43 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.021

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0066-03

收稿日期: 2015-02-01
作者邮箱: wangshuying5041@126.com

修回日期: 2015-03-10

急性脑出血是临床上一种常见的危急重症,脑出血血肿扩大患者具有更高的病死率。临床上将脑出血血肿体积作为预测患者在1月内死亡的评价指标,然而脑出血的血肿体积并不是固定不变的,大多数呈渐进性发展,并且在发病最初几个小时内发展较快。患者在就诊时往往神志清楚,但很快昏迷,在复查CT时发现血肿体积增大,导致在治疗时往往陷于被动状态。有文献报道,在发病的最初6 h内,约有38%的患者会出现血肿增大^[1],如果在脑出血出现的早期便能够准确预测血肿扩大风险,将能有效指导临床治疗,提高患者预后生活质量。本文选择76例急性脑出血患者作为研究对象,并通过CTA点征预测脑出血血肿是否扩大,旨在探讨CTA点征对急性高血压脑出血患者血肿扩大的预测价值,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2013年1月~2014年12月于我院CT室进行检查的76例急性脑出血患者作为研究对象,其中男54例,女22例,年龄37~79岁,平均 (58.31 ± 21.02) 岁,病程0.5~72 h,平均 (36.7 ± 35.5) h。所有患者均有高血压病史,其中有27例合并糖尿病。患者血肿分布范围为:基底节区39例(51.3%),丘脑14例(18.4%),大脑半球13例(17.1%),小脑半球7例(9.2%),脑干3例(3.9%)。所有患者在检查前,均签署大型特殊设备检查知情同意书。

1.2 纳入标准与排除标准

纳入标准:①年龄为30~80岁;②均为原发性幕上脑出血;③发病时间在72 h内且治疗后24 h内可以复查CT。

排除标准:①继发性脑出血患者;②即将行手术者;③合并颅内肿瘤患者;④入院时深度昏迷患者;⑤造影剂过敏、肾功能不全以及合并甲状腺疾病患者;⑥在复查前死亡或拒绝行CT复查患者^[2]。

1.3 仪器与方法

采用Philips Brilliance 256 Slice CT进行扫描。入院时行头颅CT平扫,并计算血肿体积。扫描条件:管电压120 kV,管电流100~120 mA,层厚0.75 mm,螺距0.895,球管转速0.5 s/rot。血肿体积 $V = (A \times B \times C) / 2$,其中A=血肿最大层面长径,B=血肿最大层面宽径,C=血肿层数。A、B、C单位均为mm,出血量单位为mL。造影方法:通过肘静脉注入优维显100 mL(山东省医药公司,国药准字H10970166),流率4 mL/s,以同等速率注入0.9%生理盐水100 mL,注射8 s后进行动脉期扫描,注射17 s后进行延迟期扫描。内科治疗24 h后,复查头颅CT,再次计算血肿体积。

1.4 评价方法

扫描结束后,将标准算法重建的图像上传至AWD工

作站进行图像后处理,测算血肿体积。同时由2名副高以上职称医生采用双盲法进行独立诊断,寻找CTA原始图像点征,在非血管走行区域出现的、直径在1~2 mm左右的点状高密度影即可诊断为点征。出现点征的计为阳性病例,未出现点征的计为阴性病例。

采用Brott标准评价血肿扩大:①体积增大超过33%可诊断为血肿扩大;②首次检查时血肿体积 > 20 mL,复查时血肿体积增大超过10%,也可确诊为血肿扩大^[3]。比较CTA点征诊断血肿扩大的灵敏度、特异度、准确度、阴性预测值和阳性预测值。灵敏度=真阳性/(真阳性+假阴性),特异度=真阴性/(真阴性+假阳性),准确度=(真阴性+真阳性)/总数,阳性预测值=真阳性/(真阳性+假阳性),阴性预测值=真阴性/(真阴性+假阴性)。

1.5 统计学方法

采用SPSS 17.0软件对数据进行处理,血肿体积采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验,血肿形态的组间比较采取 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

CTA点征预测血肿扩大与实际血肿扩大进行对比,见表1。由表1可知,CTA点征预测血肿扩大的灵敏度为89.7%(26/29),特异度为93.6%(44/47),准确度为92.1%(70/76),阳性预测值为89.7%(26/29),阴性预测值为93.6%(44/47)。

表1 CTA点征预测血肿扩大与实际血肿扩大对比(例)

CTA点征预测血肿扩大	实际血肿扩大		合计
	阳性	阴性	
阳性	26	3	29
阴性	3	44	47
合计	29	47	76

注:实际血肿扩大标准由初查与复查CT对比后确立。

CTA点征阳性组和阴性组患者血肿体积及形态比较,见表2。由表2可知,CTA点征阳性组和阴性组血肿体积和形态均具有显著差异。患者的CT及CTA检查图像,见图1。

表2 两组患者血肿体积及形态比较

组别	血肿体积(mL)		血肿形态	
	初查	复查	规则	不规则
CTA点征阳性组 (29例)	22.12 $\pm$ 12.41	42.16 $\pm$ 18.93	18	11
CTA点征阴性组 (47例)	13.47 $\pm$ 7.85	13.02 $\pm$ 6.94	42	5
χ^2/t	5.338	7.019	8.038*	
P	0.002	0.000	0.008	

注:*为 χ^2 值,余为 t 值;阴性组和阳性组由两次CT对比后确立。

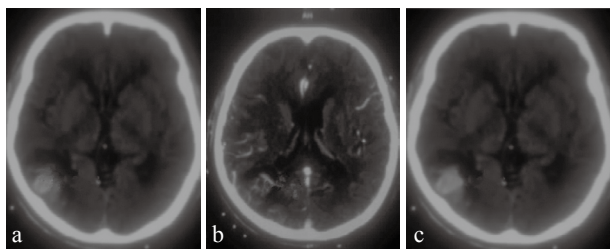


图1 同一患者的CT及CTA检查图像

注: a. CT检查, 初查时右侧枕叶可见斑片状高密度影, 大小为19 mm×17 mm, 出血量为0.8 mL; b. CTA检查, 在同一位置可见“点征”; c. 入院24 h后复查CT, 右侧枕叶可见斑片状高密度影, 大小为27 mm×21 mm, 出血量为1.7 mL。

3 讨论

脑出血是中老年人的常见病, 具有较高的致残率和死亡率, 其典型的CT表现为相应区域出现高密度影像。血肿早期的体积扩张是导致脑出血血肿形状多样性的重要因素, 因此临床中不但要观察血肿的直接影像学表现, 而且要选择合适、快捷的诊断方法来准确评估血肿的体积。在血肿早期积极探索与其相关的体积扩张预示因子, 在临床中具有重要的指导意义。

在脑出血病程中, 持续的活动性出血会使血肿体积不断扩大^[4], 脑出血患者CTA原始图像中的点征与血肿扩大具有直接关系, CTA点征定义为在CTA原始图像中出现1~2 mm的脑出血实质内增强病灶, 单发或多发, 呈斑点样或线样强化的高密度影^[5]。在CTA原始图像中, 斑点样增强病灶是出血脑实质的边缘, 同外界没有血管连接, 直径往往>1.5 mm。实际上, CTA点征是CT增强检查时造影剂外渗所造成的斑点样改变, 提示为活动性的血液外渗所导致。脑出血是一个动态过程, 随着检查时间延长, 点征发现率不同, 检查时间越早, 其发现率越高。CTA点征可以作为血肿扩大的一个独立预测指标。

本研究中, CTA点征预测脑血肿扩大的灵敏度为89.7%, 特异度为93.6%, 准确度为92.1%, 阳性预测值为89.7%, 阴性预测值为93.6%, 与相关报道相符, 并且在诊断特异度和准确度方面要高于赵永刚^[6]的报道。血肿扩大患者在复查时, 血肿体积明显增大且形态多不规则, 其影

像表现与CTA点征诊断具有较高的一致性。

同时, 需将几种CTA点征表现与高血压脑出血CTA点征相鉴别, 包括后交通动脉瘤、微小动静脉畸形以及伴有钙化的肿瘤等, 这些疾病的表现可以是血管性也可以是非血管性。非血管性主要是由钙沉积所致, 血管性表现的患者包括微小动静脉畸形、后交通动脉瘤血栓以及豆纹动脉假性动脉瘤等。微小动静脉畸形表现为增强的高密度线样血管从脑和脑室表面延伸到血肿的深部^[7], 后交通动脉瘤表现为增强的密度从外部延伸到血肿和脑实质内, 豆纹动脉假性动脉瘤表现为从血肿外的血管发出并止于血肿内。而脑出血患者的CTA点征表现为独立的高密度线样病灶, 无连接血管^[8]。同时, 还需注意的是, 生理性及炎症性钙化的表现也与点征类似, 需进行鉴别。

综上所述, CTA对脑出血血肿体积扩大具有较高的预测价值, 可以作为一个独立的预测指标, 值得临床推广应用。

[参考文献]

- [1] Sahni R, Weinberger J. Management of intracerebral hemorrhage[J]. Vase Health Risk Manag, 2007, 25(3): 701-709.
- [2] 王宝军, 刘国荣, 李月春. CT血管造影斑点征对急性脑出血血肿扩大的预测价值[J]. 中华神经科杂志, 2011, 44(4): 269-271.
- [3] 刘兵荣, 马继民, 肖瑾, 等. 脑血管CTA点征与高血压脑出血患者早期血肿扩大关系的初步研究[J]. 华南国防医学杂志, 2014, 28(1): 11-14.
- [4] 孙涛, 张廉良, 韩善清. 低剂量CT扫描技术在脑出血检查中的应用价值[J]. 中国医疗设备, 2014, 29(10): 142-143, 141.
- [5] Wada R, Aviv RI, Fox AJ, et al. CT angiography "spot sign" predicts hematoma expansion in acute intracerebral hemorrhage[J]. Stroke, 2012, 43(6): 1257-1262.
- [6] 赵永刚, 杨大祥, 吕芙蓉, 等. 脑血管CTA预测高血压脑出血患者血肿扩大的临床分析[J]. 武警医学, 2012, 23(6): 486-488.
- [7] 陈茂送, 王洪财, 王波定, 等. 头颅CT血管造影原始图像斑点征对高血压性脑出血血肿扩大的预测价值[J]. 实用医学杂志, 2014, 30(7): 1020-1023.
- [8] 宋明浩, 李志祥, 马文斌. 高血压脑出血早期血肿扩大59例分析[J]. 安徽医学, 2012, 33(3): 164-166.

上接第27页

- [7] 樊鹏辉, 王新华, 蔡开元. 可垂直起降、高速前飞的飞行器设计与控制[J]. 控制理论与应用, 2010, 27(9): 1171-1177.
- [8] 刘峰, 吕强, 王国胜, 等. 四轴飞行器姿态控制系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2011, 19(3): 583-585.

- [9] 杨成顺, 杨忠, 许德智, 等. 新型六旋翼飞行器的轨迹跟踪控制[J]. 系统工程与电子技术, 2012, 34(10): 2098-2105.
- [10] 王伟, 胡镇, 马浩, 等. 多旋翼倾斜转定翼无人机的姿态控制[J]. 计算机仿真, 2014, 31(1): 31-35.

声触诊组织量化技术联合剪切波弹性成像技术在乳腺良恶性肿瘤诊断中的应用

Application of Combination of VTQ and SWE in Diagnosis of Benign and Malignant Breast Cancers

郭丽艳, 徐宏伟, 孙海峰
梅河口市中心医院 超声科,
吉林 梅河口 135000

[摘要] 目的 探讨声触诊组织量化 (VTQ) 技术联合剪切波弹性成像 (SWE) 技术在乳腺良恶性肿瘤诊断中的应用价值。方法 选择2011年1月~2014年7月在我院进行检查的112例乳腺肿块患者, 所有患者在手术前均行VTQ和SWE检查, 以病理诊断为金标准, 比较VTQ、SWE及二者联合应用的诊断灵敏度、特异度和准确度。结果 经SWE诊断, 恶性肿瘤的弹性模量值E_{mean}、E_{min}、E_{max}均较良性肿块高, 且均具有统计学差异 ($P<0.05$)。VTQ和SWE联合应用的诊断灵敏度和准确度均较单独使用VTQ高, 且差异均有统计学意义 ($P<0.05$)。结论 VTQ和SWE两种技术联合应用, 可以互补不足, 提高良恶性乳腺肿瘤的诊断准确度, 值得临床推广应用。

[关键词] 乳腺癌; 声触诊组织成像; 剪切波弹性成像; 灵敏度; 特异度

Abstract: **Objective** To investigate the effectiveness of application of combination of VTQ (Virtual Touch Tissue Quantification) and SWE (Shear Wave Elastography) in diagnosis of benign and malignant breast cancers. **Methods** Altogether 112 patients with breast lumps who had been examined in the hospital from January 2011 to July 2014 were selected and underwent pre-operative VTQ and SWE examinations. Taking pathological diagnosis results as the gold standard, comparisons were made in sensitivity, specificity and accuracy between VTQ, SWE and combination of VTQ and SWE. **Results** According to the diagnostic results achieved by SWE, the elastographic modulus of E_{mean}, E_{min}, and E_{max} in malignant breast cancers were higher than benign ones with statistically significant differences ($P<0.05$). The application of combination of VTQ and SWE showed higher diagnostic sensitivity and accuracy than VTQ with statistically significant differences ($P<0.05$). **Conclusion** The application of combination of VTQ and SWE could complement each other and improve the accuracy of diagnosis of benign and malignant breast tumors, which deserved clinical promotion.

Key words: breast cancers; virtual touch tissue quantification; shear wave elastography; sensitivity; specificity

GUO Li-yan, XU Hong-wei,
SUN Hai-feng

Department of Ultrasound, Meihekou
Central Hospital, Meihekou Jilin 135000,
China

[中图分类号] R445.1; R737.9 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.022

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0069-03

乳腺癌是女性最常见的恶性肿瘤, 其发病率在我国呈现上升趋势, 发病年龄呈现年轻化趋势。早期乳腺癌多可治愈, 因此早期诊断具有重要意义^[1]。Ophir 等人于1991年提出“弹性成像”理论, 通过测定组织的弹性参数, 估计其软硬度, 以实现肿瘤的良恶性鉴别诊断^[2]。如今, 声触诊组织量化 (Virtual Touch Tissues Quantification, VTQ) 技术和剪切波弹性成像 (Shear Wave Elasticity, SWE) 技

术已经成为乳腺癌诊断的重要方法。本文联合应用 VTQ 和 SWE 技术对乳腺进行检查, 并与二者单独应用的诊断灵敏度、特异度和准确度进行比较, 旨在探讨二者联合应用的诊断价值, 报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择2011年1月~2014年7月在我院进行检查的

收稿日期: 2014-11-13
作者邮箱: guoliyan2922@126.com

修回日期: 2014-12-11

112例乳腺肿块患者,所有患者均为女性,年龄23~69岁,平均 (46.72 ± 23.38) 岁,所有患者在手术前均行VTQ和SWE检查。经病理诊断,病灶直径为5.8~79.4 mm,平均 (42.67 ± 36.81) mm。乳腺癌71例,其中原位癌4例,浸润性小叶癌31例,浸润性导管癌29例,黏液性乳腺癌4例,转移癌3例;良性肿块41例,其中乳腺腺病13例,纤维腺瘤22例,导管内乳头状瘤5例,乳腺炎性肉芽肿1例。所有患者均签署知情同意书,同意入组观察,本研究经伦理委员会审批通过(20140013号)。

1.2 仪器与方法

采用 AixPlore 型全数字彩色多普勒超声诊断仪,探头频率为4~15 MHz。首先对乳腺行常规检查,患者平卧于检查床,充分暴露双侧乳房,以乳头为中心顺时针扫查双侧乳腺,重点观察占位病灶的部位、大小、形状、钙化、声影、包膜以及内部回声情况、纵横比、Cooper 韧带的浸润情况等。然后切换至弹性成像模式,平移探头(不施压),当扫描到靶目标后,嘱患者屏气,探头静置3 s,以利于图像定帧、储存。感兴趣区取样时,取样框尽可能覆盖整个病灶,计算病灶的弹性模量值 E (kPa),包括平均值(E_{mean})、最小值(E_{min})、最大值(E_{max})和标准差(Standard Deviation, SD),每个病灶测量3次取平均值。然后启动 VTQ 检查模式,同样要求取样框尽可能覆盖整个病灶,若病灶大于取样框范围,需将取样框置于占位病灶中心^[3],启动 VTQ 功能,仪器自动给出占位的 VTQ 速度值,每个病灶测量3次取平均值。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 17.0 统计学软件进行分析,计量资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较采用 t 检验,计数资料的比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

112例患者中,恶性肿瘤71例,良性肿块41例。患者的剪切波图像和声触诊组织弹性图像,见图1~2。

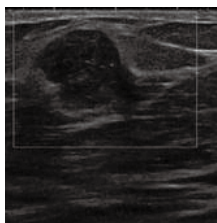


图1 剪切波图像

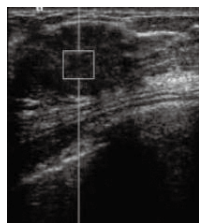


图2 声触诊组织弹性图像

经 SWE 诊断,恶性肿瘤的弹性模量值 E_{mean} 、 E_{min} 、 E_{max} 均较良性肿块高,且均具有统计学差异($P < 0.05$),见表1。SWE 诊断与病理诊断结果的比较,见表2。VTQ 诊断与病理诊断结果的比较,见表3。二者联合诊断与病理诊断的

结果比较,见表4。各种检查方法诊断的灵敏度、特异度和准确度比较结果,见表5。由表5可知,二者联合应用其灵敏度与准确度较单独使用 VTQ 高,且均具有统计学差异($P < 0.05$)。

表1 SWE诊断恶性肿瘤的弹性模量值比较 $(\bar{x} \pm s)$

组别	E_{mean} (kPa)	E_{max} (kPa)	E_{min} (kPa)	SD (kPa)
恶性	53.87 $\pm$ 48.72	211.62 $\pm$ 96.65	7.7 $\pm$ 6.52	49.92 $\pm$ 30.29
良性	26.84 $\pm$ 17.83	40.71 $\pm$ 31.76	16.87 $\pm$ 8.95	7.88 $\pm$ 6.81
t	5.693	12.662	-4.982	9.007
P	0.009	0.000	0.012	0.000

表2 SWE诊断与病理诊断结果比较(例)

SWE诊断	病理诊断		
	恶性	良性	合计
阳性	66	2	68
阴性	5	39	44
合计	71	41	112

表3 VTQ诊断与病理诊断结果比较(例)

VTQ诊断	病理诊断		
	恶性	良性	合计
阳性	62	4	66
阴性	9	37	56
合计	71	41	112

表4 二者联合诊断与病理诊断结果比较(例)

二者联合诊断	病理诊断		
	恶性	良性	合计
阳性	69	1	70
阴性	2	40	42
合计	71	41	112

表5 各种检查方法诊断的灵敏度、特异度和准确度比较

组别	灵敏度	特异度	准确度
SWE	93.0%	95.1%	93.8%
二者联合	97.2%	97.6%	97.3%
χ^2	1.684	1.332	1.047
P	0.331	0.445	0.498
VTQ	87.3%	90.2%	88.4%
二者联合	97.2%	97.6%	97.3%
χ^2	6.793	0.205	5.166
P	0.016	0.500	0.017

3 讨论

乳腺触诊对乳腺肿瘤具有较高的诊断价值,但会受到医生个人主观因素的影响,因此客观、准确地评估病灶硬度,是近年来医学诊断的研究焦点。弹性成像是一种声波触诊技术,能够在一定程度上客观评价病灶硬度,但是目前临

床应用的弹性技术主要是根据颜色的分布情况来评估诊断,也会在一定程度上受到个人主观因素的影响。SWE 技术可测定组织弹性的绝对值变化,从而实现肿瘤的诊断与鉴别诊断,克服了传统半定量弹性成像的主观性,并且检查重复性强,是一种全新的弹性量化成像技术。SWE 可通过测量反映组织弹性的数值——杨氏模量的绝对值,来对占位肿块进行鉴别诊断,其原理是“马赫锥”理论,采用超高速成像技术获得剪切波,基于这些剪切波的空间分布,利用各种算法计算测量组织的杨氏模量,以数值的形式反映组织的弹性变化^[4]。

本研究中,采用 SWE 技术对患者进行乳腺肿瘤诊断,并计算病灶的弹性模量值 E (kPa),包括 E_{mean} 、 E_{min} 、 E_{max} ,测量 3 次后取平均值。结果发现,恶性肿瘤的弹性模量值 E_{mean} 、 E_{min} 、 E_{max} 均较良性肿块高 ($P<0.05$)。与病理诊断(金标准)比较,SWE 诊断的灵敏度为 93.0%,特异度为 95.1%,准确度为 93.8%。实践证明,弹性模量应用于乳腺癌诊断具有较好的应用价值。

VTQ 技术可测量生物组织质地信息,是一种量化指标参数。已有研究报道,VTQ 技术在判断肝硬化程度上具有较好的准确性和可靠性^[5]。本研究结果表明,VTQ 诊断乳腺肿瘤的灵敏度为 87.3%,特异度为 90.2%,准确度为 88.4%,在一定程度上低于 SWE 诊断。

SWE 和 VTQ 联合应用的诊断灵敏度为 97.2%,特异度为 97.6%,准确度为 97.3%,说明二者联合应用后,诊断的灵敏度、特异度和准确度均有所提高。与单独应用 SWE 比较,各方面比较不具有显著性差异;与单独应用 VTQ 比较,在灵敏度和准确度方面具有显著性差异。SWE 和 VTQ 联合应用的诊断性能并不明显优于单独的 SWE 检查,主要是因为 SWE 和 VTQ 均为量化检查手段,检查的本质相同。但 VTQ 技术能够弥补 SWE 弹性成像时内部回声变化带来的影响,同时在感兴趣区取样时,SWE 能够弥补 VTQ 技术受呼吸运动的影响^[6],从而提高剪切波速度的测量准确性。

本研究发现,VTQ 技术在应用中具有一定的诊断误差,为了获得更为精准的 VTQ 值,在操作中要注意以下 5 个方面:①手持探头时,勿施加外力,需保持探头垂直向下,

靠探头自身重量加压;②嘱患者屏住呼吸;③针对与探头接触面积较小的隆起病灶,多涂耦合剂,使患者多次改变体位,减少测量误差^[7];④针对较小病灶,需结合弹性成像选择最佳取样中心,并多次测量;⑤针对较大病灶,要求取样深度 < 6 cm,并进行多部位测量,避免结构不均匀带来的诊断误差。

SWE 技术可测量组织的弹性模量值,避免了以往弹性成像评分方法的主观性,根据弹性模量值的变化,可实现组织的定性研究。在应用 SWE 技术时,不需向组织施压,避免了受操作者和(或)组织的影响^[8],依照软组织的自身位置变化,可产生不同的形变;在使用探头时,能够全自动生成剪切波,且图像重复性强。

综上所述,VTQ 技术和 SWE 技术联合应用,可以互补不足,并在一定程度上提高良恶性乳腺肿瘤的诊断准确度,值得临床应用。

[参考文献]

- [1] 黄丽珍,柳莉莎.超声弹性成像技术在乳腺肿块诊断中的研究进展及应用[J].现代生物医学进展,2014,14(21):4185-4188.
- [2] 肖帆,周爱云.超声弹性成像的基本原理及临床应用现状[J].实用临床医学,2014,15(8):120-124.
- [3] 赵献萍,赵青,翟虹,等.超声弹性成像联合声触诊组织成像量化技术诊断乳腺肿瘤准确性研究[J].新疆医科大学学报,2014,37(9):1201-1207.
- [4] 王知力,李楠,李晔.剪切波弹性成像在非肿块型乳腺病变诊断中的应用[J].中华医学超声杂志(电子版),2014,11(9):755-758.
- [5] Xiao N, Qiu J, Nakao M, et al. Echinococcus shiquicus nsp. ataniid cestode from Tibetan Fox and plateau pika in China[J]. Int J Parasitol, 2005, 35(6):693-701.
- [6] 舒瑞,郝美娜,赵玉珍,等.声触诊组织量化技术定量诊断脂肪肝的初步研究[J].中国医疗设备,2014,29(7):17-19.
- [7] 朱通伟,蒋天安.声脉冲辐射力成像技术在鉴别乳腺良恶性肿瘤中的价值[J].肿瘤防治研究,2013,40(10):972-975.
- [8] 黄炎,李俊来,王知力,等.实时剪切波弹性成像定量评价乳腺良恶性病变[J].中国医学影像技术,2011,27(3):561-564.

上接第 105 页

- [7] 成静,刘兴淮,潘琼.门诊电子考勤管理系统的设计与应用[J].医疗卫生装备,2013,(11):59-60.

- [8] 陈家驹.门诊医生工作站应用效果探讨[J].医学信息杂志,2013,(7):32-34.

PET/CT检查中自动毫安技术的研究进展

Advances in Development of Automatic Tube Current Modulation in PET/CT Imaging

王猛^a, 周翠红^b, 金超岭^a, 颜珏^a
中日友好医院 a.核医学科; b.手术麻醉科, 北京 100029

WANG Meng^a,
ZHOU Cui-hong^b,
JIN Chao-ling^a, YAN Jue^a
a.Department of Nuclear Medicine;
b.Department of Anesthesiology, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China

[摘要] 本文介绍了自动毫安技术在PET/CT检查中的应用, 分析了其对图像质量和辐射剂量的影响, 并指出了临床应用中的研究方向。

[关键词] 自动毫安; 辐射剂量; PET/CT

Abstract: This paper introduced the application of ATCM (Automatic Tube Current Modulation) in PET/CT (Positron Emission Tomography / Computed Tomography) imaging, analyzed its influence on the image quality and radiation dose and pointed out its research orientation in clinical application.

Key words: automatic tube current modulation; radiation dose; positron emission tomography / computed tomography

[中图分类号] R144; R814.42 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.023

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0072-03

随着 PET/CT 在临床应用的日益增多, 特别是在肿瘤筛查和健康体检方面的推广应用, 使得受检者接受辐射剂量的增加及其潜在的危害性受到广泛的关注。自动毫安 (Automatic Tube Current Modulation, ATCM) 技术是近年来放射界备受关注的一项热门的高端技术, 它是操作者根据临床需要预先设定适当的图像噪声指数 (Noise Index, NI), 在扫描中每 1 层的毫安量就会随着该层面扫描体的厚度、密度的变化而变化, 可以达到图像质量一致而降低 X 射线辐射剂量的效果。对于 PET/CT 检查中大范围的 CT 扫描, 涉及不同的器官、身体的厚度差别较大, 更能发挥 CT 自动毫安技术的作用, 本文就 PET/CT 检查中自动毫安技术的研究进展作一综述。

1 自动毫安技术

1.1 自动毫安技术的概念

自动毫安技术是一种前瞻性的三维剂量调节技术, 它根据预先设置好的噪声指数、最小毫安数、最大毫安数, 利用定位像的数据在扫描过程中根据受检者的体形和组织

结构密度在 X、Y、Z 轴上的变化, 自动精准地调整相应的毫安用量, 以达到在保证图像质量一致的前提下降低受检者 X 射线辐射剂量的目的^[1-2]。

1.2 自动毫安技术的方法

自动毫安技术主要有 3 种基本方法, 即受检者体形 ATCM、角度 ATCM、Z 轴 ATCM。Mulken 等^[3]最先将角度 ATCM 与 Z 轴 ATCM 相结合应用于临床检查, 结果显示可降低受检者约 37% 的 X 射线辐射剂量, 而只采用角度 ATCM 仅能降低受检者约 10% 的 X 射线辐射剂量。McCollough 等^[4]认为无论角度 ATCM 还是 Z 轴 ATCM 都是有效降低 X 射线辐射剂量的技术, 但是毫安量必须根据受检者体形正确的选择, 才能获得符合诊断要求的图像。所以目前的 PET/CT 设备多采用以上 3 种方法融合, 也称之为智能毫安技术, 它可以实现在 1 个层面 (360°) 扫描中有前、后、左、右 4 个区间的 4 次毫安量的调整, 最大限度地降低了不必要的 X 射线辐射剂量^[5]。

2 自动毫安技术降低辐射剂量的作用

2.1 降低辐射剂量的方法

国内外有不少研究通过不同的方法来降低 X 射线辐射

收稿日期: 2014-10-16

通讯作者: 颜珏, 硕士, 主任医师。

通讯作者邮箱: 646194862@qq.com

剂量,主要方式包括增加螺距、降低管电压、降低管电流等^[6-7]。螺旋扫描时螺距是影响X射线辐射剂量和图像分辨率的重要因素,增加螺距可以明显降低X射线辐射剂量。Dawson等^[8]的研究表明,螺距增加1倍时X射线辐射剂量减少一半。但是过度地增大螺距,会使得单位时间内的进床距离增大,导致部分容积效应明显、伪影增加以及病灶显示不清等结果^[9]。X射线辐射剂量和X射线球管管电压的平方成反比,但是管电压对图像质量的影响十分复杂,而且降低管电压比降低管电流产生的噪声要多^[10],所以临床上更多采用降低管电流的方法来降低辐射剂量。

2.2 自动毫安技术可降低辐射剂量

当降低扫描时的管电流(即毫安量)时,重建图像的扫描数据中所包含的X射线量子噪声量就会增加,该噪声量是影响图像质量的一个重要因素,它与扫描所用的毫安量的平方根成反比^[11-12]。例如,将毫安量从400 mA降低到50 mA,量子噪声量将以8的平方根倍数增加。此外,影响扫描数据中量子噪声量的最重要因素是受检者各部分的X射线衰减系数,该系数与受检者各部分的大小和组织成分相关。以往使用固定毫安扫描时,操作者只能依据受检者的体重、直径、体重指数或定性的可视化分类来实现对受检者辐射剂量衰减的定性估计。但是通过这些方法得出的X射线衰减估计非常粗糙,而且未考虑受检者扫描区域内各部分的衰减变化,所以以往使用这些手动方法以期达到所需的诊断质量时,许多受检者接受到的X射线辐射剂量都会多于必要剂量^[13]。自动毫安技术是一项自动管电流调制技术,它可以根据受检者各部分的具体情况进行实时的毫安量调整,其准确性远远高于人工为受检者估计的数值^[14]。因此,即使受检者体形很宽,也同样能够获得较为一致的图像噪声量。由于图像噪声量的差异性显著降低,所以可以通过设置合适的噪声指数来实现所有受检者辐射剂量的显著降低。有研究者^[15]将自动毫安技术应用到腰椎的CT扫描中,结果显示受检者的CT容积剂量指数(CT Dose Index of Volume, CTDIvol)均值为7.29 mGy,较固定毫安组X射线辐射剂量降低62.54%,且重建图像的主观图像质量评价(Image Quality Score, IQS)的评分不存在统计学差异。

3 自动毫安技术的临床应用

许多研究者对不同低剂量条件下的胸部CT图像质量进行评估,结果显示低剂量CT影像虽然图像噪声较大,但是图像质量基本能够保证准确地评估肺内浸润性疾病,仅对体型较大的受检者,常规条件CT更具优势^[16-17]。Gelder等^[18]认为自动毫安技术降低了X射线辐射剂量,图像质量也随

之下降,但是具有结肠癌高危因素受检者的息肉检出并未受到影响。因此,自动毫安技术非常值得在PET/CT检查中推广应用。

但是在实际的临床应用中,对于不同体型的受检者一定要重视其噪声指数、最小毫安数、最大毫安数的设置,能够在保证较高图像质量的同时有效地降低受检者X射线辐射剂量。噪声指数过高可能得不到所需质量的图像,过低则可能达不到降低受检者X射线辐射剂量的目的,不同体型的受检者,对于噪声指数设置的要求不同^[19-20]。不同的医院对图像质量要求标准的不同也会导致噪声指数设置的不同。

自动毫安技术在临床应用中通常还需要考虑受检者的身体质量指数(Body Mass Index, BMI)。Sigal-Cinqualbre等^[21]研究发现对于体重较轻的受检者,可以采用合适的低管电压,在降低X射线辐射剂量的同时不会引起图像质量的下降^[10]。所以在PET/CT检查中对于BMI ≤ 24 kg/m²的受检者通常可采用噪声指数为25,最小毫安数为40 mA,最大毫安数为120 mA,管电压为100 kV; BMI > 24 kg/m²的受检者通常可采用噪声指数为28,最小毫安数为40 mA,最大毫安数为160 mA,管电压为120 kV^[15,22]。不过目前关于噪声指数的设置尚无具体标准,所以在临床应用中我们还要注意查看实际使用的毫安值,如果它频繁处于最大毫安范围,则需要考虑增加噪声指数,如果它频繁处于最小毫安范围,且变化幅度很小时,则需要考虑减小噪声指数^[23]。

自动毫安技术根据操作者的噪声指数设置会调整毫安量,以便系统从受检者到探测器投影相似的X射线强度,从而调整扫描数据中的X射线噪声量或量子噪声量。但是在临床应用中,图像的噪声量还取决于其他因素,比如管电压、重建算法、重建层厚以及受检者在扫描视野(Scan Field of View, SFOV)里的中心对准程度等^[11-12]。所以对于一些体型较大的受检者超出X射线球管和发生器的能力范围,可以采用适当增加管电压的方法来降低图像的噪声量^[24];至于重建算法,以往由于受到计算机运算速度的制约,CT图像重建通常只能采用滤波反投影(Filtered Back Projection, FBP)的重建算法,近年来更多的研究者^[25]开始尝试把迭代重建算法应用到CT图像重建中,结果显示迭代重建算法较FBP能更好地对图像噪声加以校正和抑制,在低剂量CT检查的情况下,能有效地提高图像质量,从而降低受检者所受到的X射线辐射剂量;在实际的检查操作中,我们通常还需要根据临床需要来变换重建层厚,例如我们首先设置了3.75 mm的重建层厚,且噪声指数为25,接下来变换成1.25 mm的重建层厚,则自动毫安技术将计算获得1.25 mm层厚的图像且噪声指数为25所需的毫安量,原因在于它是首先规定的。

另外,在摆位时务必要将受检者的中心对准SFOV的

中心,否则图像的噪声便会增加,这是因为 Bowtie 滤波器在等中心点(因为如果受检者的中心对准了 SFOV 的中心,则该等中心点是最大衰减区)投影了最大 X 射线强度,如果受检者的中心未对准,就会有较少的 X 射线投影到受检者最厚的部分,因此图像的噪声将会增多,自动毫安技术也就不能在最大限制的情况下调整毫安量。

4 结语

综上所述,自动毫安技术是一种行之有效的降低受检者 X 射线辐射剂量的方法,目前已经投入到了 PET/CT 的临床应用中。特别是在高危人群的肺癌筛查、肺内结节病变的复查、癌症术后及放、化疗后的随访观察和婴幼儿、儿童 PET/CT 检查中的应用价值已经得到证实^[16-17,25-26],但是有关噪声指数、最小毫安数、最大毫安数的具体设置,至今还存在一些争议。

不过自动毫安技术的最佳应用策略是能够确定完成临床任务足够的最高噪声指数,并让系统根据实际情况自动选择合适的毫安值,而无重大的毫安值限制。因此可以预测未来几年将会有更多关于噪声指数的文章出现。

最新的 CT 由于改进了移床精度和重建方式,轴扫节段(Segment)扫描也能获得较高质量的容积数据图像,并且 X 射线球管只需旋转 240° 即可完成数据采集,较螺旋扫描减少了扫描时间,在图像质量不影响诊断的前提下,进一步降低了受检者的 X 射线辐射剂量。另外,各医疗设备公司还推出了不同的 CT 迭代重建技术:GE 公司的自适应迭代重建(Adaptive Statistical Iterative Reconstruction, ASIR)和基于模型的迭代重建(Model Based Iterative Reconstruction, VEO),Siemens 公司的图像空间迭代重建(Iterative Reconstruction In Image Space, IRIS)和正弦波图形法迭代重建(Sinogram Affirmed Iterative Reconstruction, SAFIRE),Philips 公司的基于双模式迭代重建(Double Model Based Iterative Reconstruction)以及 Toshiba 公司的自适应低剂量迭代重建(Adaptive Iterative Dose Reduction, AIDR)。有研究者发现应用迭代重建技术可以实现高对比度下提高空间分辨率,在低对比度下降低噪声的效果^[25, 27-29]。所以今后如能将这些新技术与自动毫安技术联合应用,将会进一步降低 X 射线辐射剂量,当然这还有待于体模和临床数据的进一步验证。

[参考文献]

[1] Wang Q,Zhao X,Song J,et al.The application of automatic tube current modulation (ATCM) on image quality and radiation dose at abdominal computed tomography (CT):A phantom study[J].J Xray Sci Technol,2013,21(4):453-464.

- [2] Suh YJ,Kim YJ,Hong SR,et al.Combined use of automatic tube potential selection with tube current modulation and iterative reconstruction technique in coronary CT angiography[J].Radiology,2013,269(3):722-729.
- [3] Mulkens TH,Bellinck P,Baeyaert M,et al.Use of an automatic exposure control mechanism for dose optimization in multi-detector row CT examinations clinical evaluation[J].Radiology,2005,237(1):213-223.
- [4] McCollough CH,Bruesewitz MR,Kofler JM Jr.CT dose reduction and dose management tools:overview of available options[J].Radiographics,2006,26(2):503-512.
- [5] 黄恒青.胸部CT平扫中自动毫安与智能毫安技术的剂量对比分析[J].微创医学,2013,8(5):597-599.
- [6] 石明国.CT技术发展进入低剂量成像时代[J].中国医疗设备,2012,27(1):39-41.
- [7] 张连宇,耿建华.PET/CT中的CT剂量和质量控制[J].中国医学影像技术,2011,27(11):2365-2367.
- [8] Dawson P,Morgan J.The meaning and significance of the equilibrium phase in enhanced computed tomography of the liver[J].Br J Radiol,1999,72(857):438-442.
- [9] Kalra MK,Pradas S,Saini S,et al.Clinical comparison of standard-dose and 50% reduced-dose abdominal CT:Effect on image quality[J].AJR Am J Roentgenol,2002,179(5):1101-1106.
- [10] Siegel MJ,Ramirez-Giraldo JC,Hildebolt C,et al.Automated low-kilovoltage selection in pediatric computed tomography angiography:phantom study evaluating effects on radiation dose and image quality[J].Invest Radiol,2013,48(8):584-589.
- [11] Ikeda M,Makino R,Imai K.A new evaluation method for image noise reduction and usefulness of the spatially adaptive wavelet thresholding method for CT images[J].Australas Phys Eng Sci Med,2012,35(4):475-483.
- [12] Ikeda M,Makino R,Imai K,et al.A method for estimating noise variance of CT image[J].Comput Med Imaging Graph,2010,34(8):642-650.
- [13] 廖凤翔,金爱芳,骆拓璜,等.¹⁸F-FDG PET/CT全身显像受检者辐射剂量研究[J].南昌大学学报(医学版),2013(10):44-46.
- [14] Lee S,Yoon SW,Yoo SM,et al.Comparison of image quality and radiation dose between combined automatic tube current modulation and fixed tube current technique in CT of abdomen and pelvis[J].Acta Radiol,2011,52(10):1101-1106.
- [15] 詹松华,谭文莉,程瑞新,等.BMI指数及自动管电流调节技术降低螺旋CT腰椎扫描辐射剂量的价值[J].中国医学计算机成像杂志,2012,18(4):365-369.
- [16] 张武彪,沈广澍.64排螺旋CT自动毫安调节技术高分辨率扫描在弥漫性肺部疾病诊断中的运用[J].实用医院临床杂志

PET/MR衰减校正技术的研究进展

Advances in Development of PET/MR Attenuation Correction Technology

高艳, 赵晋华

上海交通大学附属第一人民医院
核医学科, 上海 201620

GAO Yan, ZHAO Jin-hua

Department of Nuclear Medicine, The
First People's Hospital Affiliated to
Shanghai Jiaotong University, Shanghai
201620, China

[摘要] PET/MR采用MR图像信息对 γ 射线衰减进行校正。本文介绍了PET衰减校正的基本原理, 及PET/MR的4种衰减校正方法, 包括组织分类法、图谱配准法、透射扫描法和发射数据重建法, 并简单叙述了以上4种衰减校正方法在脑部或全身的应用。

[关键词] PET/MR; 衰减校正; 正电子核素; 衰减系数

Abstract: The γ -ray AC (Attenuation Correction) was adopted for MR (Magnetic Resonance) images in PET/MR (Positron Emission Tomography/Magnetic Resonance). In this paper, basic principles of PET AC were expounded. Moreover, four PET/MR AC approaches and their application in brain or the whole body were also introduced, including tissue classification, map registration, transmission scanning and emission data reconstruction.

Key words: positron emission tomography/magnetic resonance; attenuation correction; positron radionuclides; attenuation coefficient

[中图分类号] R445.2; R814.42 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.024

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0075-04

目前, 以 PET/CT 为代表的临床多模式显像技术已获得突飞猛进的发展, 其在功能与解剖结构结合显像方面的重要作用日益突显^[1]。PET/CT 的优势之一在于能够直接利用 CT 图像信息对 PET 发射数据图像中的 γ 射线衰减进行校正。这主要得益于 CT 的 2 个特性: ① CT 扫描速度快, 避免了单纯 PET 设备中长时间 (大约占到全部采集时间的 50%) 的放射性棒源透射显像; ② CT 值代表了全视野中组织对 X 线的衰减性质, 通过特定转换方法对 CT 图像中 CT 值调整后能够获得 PET 的衰减图像^[2]。尽管这种方法仅仅是一种近似法, 但是有报道显示, 与放射性棒源透射显像相比, 基于 CT 的衰减校正 (CT Attenuation Correction, CT-AC) 所得的衰减图像在 PET 重建图像中拥有同样的定量精度和更好的对比度^[3]。

在过去的数年里, 临床 PET/MR 装置成为现实, 但其在定量精度上仍存有亟待解决的难题, 尤其是关于 PET 衰减校正方面。目前, 临床 PET/MR 系统中应用于 PET 图像的大部分衰减校正方法 (MR Attenuation Correction, MRAC) 是以图像分割技术与特定 MR 序列的结合为基础探索所得。本文将对 PET/MR 设备中 4 种 MRAC 方法简单叙述。

收稿日期: 2014-09-24

修回日期: 2014-11-09

通讯作者: 赵晋华, 主任医师, 教授, 博士生导师。

通讯作者邮箱: zhaojinhua1963@126.com

1 衰减校正的原理

PET 显像的正电子核素在组织中发生正电子衰变, 产生的正电子与周围的负电子湮灭生成一对运动方向相反、各带有 511 keV 能量的 γ 光子。 γ 光子在穿过物体到达探测器的过程中会以一定概率与物体中的电子发生光电效应和康普顿散射, 因此无法被全部探测到, 此即射线衰减的根源。为了准确定量分析放射性药物在体内分布的情况, 针对衰减信息进行校正成为 PET 成像的一个必要环节, 这主要是通过特殊方法了解组织对射线的衰减性质 (衰减系数), 即组织密度对射线的影响, 然后运用至图像处理中, 最终获得组织实际放射性分布的图像。

2 校正方法

衰减校正可以通过直接测量法和间接算法进行: 直接测量法, 即通过体外放射源的透射扫描直接重建出物体的衰减图进行校正; 间接算法, 不需要进行放射源透射扫描, 而是利用已知的图像信息估计出衰减图进行校正。单纯 PET 设备利用棒源 (^{68}Ge) 及 PET/CT 中采用 CT 替代棒源进行衰减校正, 均属于直接测量法。

与 CT 显像相比, MR 主要利用磁自旋成像, 而非组织密度分布成像, 不能直接提供关于组织衰减性质的信息, 因此在 PET/MR 系统中, 需通过间接计算法进行衰减校正。目前主要研究的方法有: ① 组织分类法, 即采用不同的 MR 序列获得组织中气体、脂肪、水和骨组织的信息; ② 图谱配准法, 即利用预先获得的图像模板与实际采集的患者图像进行配准, 进而得到相应的组织成分差异, 然后进行衰减图像的估计; ③ 透射扫描法和发射数据重建法, 即采用透射扫描获得衰减系数 (Attenuation Coefficient, ACe), 或通过特殊算法直接处理 PET 图像进行衰减校正^[4]。

2.1 组织分类法

为了改善早期 PET 衰减校正, 1981 年 Huang 等提出了组织分类法, 即将所得的透射图像利用区域界定公式划分出不同组织成分, 并计算出各自衰减校正因子用于 PET 图像的衰减校正^[5]。

此后, 逐步有研究开始尝试对 MR 图像分类, 然后进行 PET 数据的校正, 这也为 PET/MR 系统图像的衰减校正提供了依据。该方法中一般采用对解剖结构显像较好、利于观察的 T1WI MR 图像, 在依据衰减特性的不同划分出各类组织后, 分别赋予 511 keV 下相应的衰减系数, 然后进行图像校正。

在脑部 MRAC 处理中, Zaidi 等将脑部组织分为空气、颅骨、脑组织、鼻窦, 并通过形态学处理方法改善图像质量, 进一步得出衰减系数^[6]。Rota 采用了一种可以自动识别组织界限的工具, 然后利用特定的后期处理得出 4 种类别的组织——脑组织、颅外软组织、骨、鼻窦, 并与单纯 PET 系统中的放射性棒源衰减校正进行了对比。其后, 他们又结合了区域之间位置关系和形状差异等解剖知识, 通过一种自动、多级的方式进行组织分类, 将脑部划分为白质和灰质、脑脊液、脂肪组织以及背景。在后期处理中, 进一步将脑外区域进行组织分类, 最终分为脑组织、颅外软组织、颅骨、鼻窦和副鼻窦、颞骨乳突, 其中乳突由骨薄片和充气实体组成, 因此被单独划出以赋予相应的 ACe ^[7-10]。Malone 等更细致地划分出 6 种组织——空气、脂肪、软组织、脑脊液、鼻窦和骨^[11]。

直接的组织分类方法也可用于全身 PET/MR 中, 但其主要问题在于全身骨及肺的划分。由于骨在 MR 中显像不清, 因此, 通常情况下骨组织都是以软组织形式进行处理。同样, 肺 MR 信号也较低, 不利于肺组织的识别。Matinez 等采用了 2 点 Dixon 序列将 T1WI MR 图像分割为肺、脂肪、软组织和背景, 开采用了连通区域分析法划分出肺^[12]。Steinberg 提出了一种 3D 自旋回波序列, 辅以采用固定的信号或区域尺寸的阈值, 将组织分为空气、软组织和肺 3 种, 但仅仅在动物中进行了评估, 这种方法用于人体尚待更多研究^[13]。与之类似的是 Schulz 等人的方案, 但他们在肺的

分辨中采用的是区域增长方法, 结果显示与 CT-AC 相比, 15 名患者病灶的 PET 图像中平均放射性浓度差值 $<7\%$ ^[14]。Hu 等人通过直方图分析法和软组织信号强度阈值来估计患者组织的大小和位置。在肺的分割中, 其利用基于综合强度属性的区域生长和基于可变形模型的分割方法确定肺的部位及边界, 减少被误分入胃或肠的影响, 这其中运用了肺在人体中典型位置和大小解剖知识和形态特征 (如密度度)。此外, 区域增长的后处理包括距离限制和形态学运算法, 也进一步提高了肺组织的分割效率^[15-16]。AKbarzadeh 借助 ITK 软件库分割出 4 种组织——软组织、肺、骨松质、骨密质^[17]。

尽管结合解剖知识后, 提高了分割法的准确性和全面性, 但仍无法满足图像定量精度的要求, 在骨组织方面, 这也是脑部 PET/MR 显像的关键步骤。虽然在 T1WI 上, 骨与空气的信号均为低信号, 但在透射扫描图像中二者的密度值及 ACe 有很大差距, 单纯地将骨以软组织或空气的方式进行处理, 无疑会导致严重的定量错误。因此, 有必要寻找一种提高骨显像清晰度以利于组织准确分割的方法。与 CT 相比, MR 除了具有软组织对比度明显、无辐射等优点外, 还具有可利用特殊 MR 序列进行显像的优势。在临床 PET/MR 的衰减校正法中, 逐渐引入了一种新的技术——超短回波时间 (Ultrashort Echo Time, UTE) 序列^[18]。UTE 序列可用于 MR 中对骨组织的显像, 它是利用骨具有非常短的横向弛豫时间 (T_2)。UTE 包括对 2 种回波时间的图像采集, 一种用于显示骨组织, 另一种用于显示在 2 种采集图像上信号相同的其他类型组织。UTE 序列已用于脑显像的评估, 研究表明相比于 CT-AC, 最大的差异可达到 $20\% \sim 40\%$, 而全脑平均放射性浓度差异大约为 5% ^[18-20]。但是, 目前利用 UTE 进行衰减校正这一方法, 无论是在全部采集时间的问题上还是个体化参数选择上, 都缺少相应的可靠标准。此外, 关于 UTE 用于全身 MR 显像的报道仅有少数, 而且需要较长的采集时间, 从而限制了其在临床中的推广应用。

此外, 目前还提出在 MR 中利用零回波时间 (Zero Echo Time, ZTE) 技术, 进一步显示骨组织中梁结构, 有利于观察骨组织在生理上或病理上的变化, 其原理是 ZTE 具有采集并编码极短 T_2 的 MR 信号的能力。这种方法拥有良好的空间分辨率和稳定性^[21]。

在第一代临床 PET/MR 系统衰减校正中, 是以 2 点 Dixon 梯度回波序列为基础, 利用脂肪与水化学位移的对比效应, 仅需数秒的采集, 能够分别单独显示水和脂肪图像, 因此非常适于全身 MR 图像的分割。利用此方法, 可将组织分为 5 类——空气、肺、脂肪组织、非脂肪组织、脂肪与非脂肪混合组织^[22]。在 2 点 Dixon 梯度回波序列基础上, 选择 3 点 Dixon 方法能更加精确地将水和脂肪分开, 提高 MRAC 的精确度。最近, Berker 将 MR 中分辨骨的 UTE 序

列和分辨水、脂肪的 3 点 Dixon 序列结合, 形成了 1 种新的三回波序列 (UTE Triple-Echo, UTILE), 通过后期处理分割出 4 种组织 (骨、空气、软组织和脂肪) [23]。

组织分类法可用于脑和全身 PET/MR 的衰减校正, 通过附加的解剖信息如位置和形状等, 以及借助特殊 MR 序列, 有助于区分信号相近而 ACe 有明显差异的组织, 而且, 更适于解剖变异的病例, 在分割精度和运行时间上优于非线性转换 (如地图集法、模板法) [24]。但需要强调的是, 完成组织分割后, 各种类别的组织便被赋予固定的 511 keV 下的 ACe, 这事实上也忽略了组织的个体差异性。

2.2 图谱配准法

根据图像模板来源不同, 图谱配准法分为模板法和地图集法。模板法是通过收集多个患者的组织图像, 然后进行处理, 并将代表平均情况的图像作为模板; 地图集主要是建立一个数据库, 包括了患者的 CT 图像和 MR 图像, 并在 PET/MR 衰减校正中作为模板使用。

模板法最初用于无法在 PET 中显像的组织的定位。在 PET 和 MR 的模板法中包含衰减图像模板和一个用于配准的 MR 模板, 衰减图像模板取自众多透射图像的平均情况。将 MR 模板通过非线性方式与患者 MR 图像配准, 然后将同样的非线性转换运用于衰减图像模板以最终获得患者实际的 PET 图像。Rota 通过对 10 名性别不限的健康志愿者进行 ^{68}Ge 的透射扫描 (HR PET), 整理后获得平均衰减图像模板, 利用配准的 T1WI MR 模板与患者实际 MR 图像进行非线性转换, 其中所用转换矩阵应用于衰减图像模板来形成患者独特的衰减图像 [25]。在另外一种版本中, 研究者通过至少 4 名男性或至少 4 名女性的图像数据集分别获得 2 种衰减图像模板 [26]。最新的研究结合 8 名性别不限的志愿者的图像信息, 获得了混合性别的平均衰减图像模板 [24]。

PET/MR 图像衰减校正方法仍需改进, 尤其在全身显像中。目前已经提出结合机器学习技术的地图集法, 这些途径最根本的目的是建立一个患者 CT 与 MR 图像配对的数据库 [1]。对于某个特定患者, 将这些配对图像模板与其获得的 MR 图像进行配准, 然后将同样的转换矩阵运用于 CT 衰减图像模板, 最终获得个体化的“伪 CT 图像”。这种方法另一个优势在于获得的衰减图像能够反映连续的 ACe, 避免了使用单一数值时无法表明组织的异质性。有研究利用地图集数据库和模式识别来获得患者专有的伪 CT 图像 [27], 在脑显像中对这种方法评估显示, 不同的脑区域所得的平均放射性活度与 CT-AC 的差异 < 4%。

关于地图集法在脑和全身显像中的应用, 仍需考虑如何准确处理各种病变组织、不同患者肺密度的差异和金属植入物这些问题。最近一个经过修改的新版本添加了人工制品探测技术, 应用至全身显像后, 结果显示平均放射性活度低估程度 < 6% [28]。修改后的版本还考虑到不同的 MR

序列可以用于 MR-CT 配对数据库, 以提高感兴趣区域组织结构的辨认精度, 改善地图集配准过程和预测的伪 CT 图像 [29]。

图谱配准法具有良好的鲁棒性 (即控制系统在各种不定状况中对其它性能维持的特性) 且可获得具有连续 ACe 的衰减图像。但模板法在变异的解剖结构、病变组织以及运动中的器官等方面仍有待改进, 其仅仅适用于头部 PET/MR; 地图集法可应用于脑部和全身, 在结合组织局部信息后可改善结果 (包括肿瘤方面问题), 并且地图集法还能克服截断伪影问题 [24]。但有报道提示, 与相应的模板法相比, 地图集法得出的结果稍差, 原因之一可能在于模板法中的模板代表的是整体的平均情况, 而地图集法则利用的是一个复杂的图像数据库 [11]。

2.3 透射扫描法

最近提出的一类可行途径是利用非 MR 图像信息来进行 PET/MR 中 PET 数据衰减校正 [1]。以透射扫描为基础 [30], 即在 PET/MR 装置中置入放射性核素源, 在图像采集时获得发射图像和透射图像, 为了同时完成采集, PET 设备需要具有飞行时间 (Time of Flight, TOF) 技术能力。Pieter Mollet 等利用了环状放射源覆盖于探测器的全视野, 利用 TOF 技术获得 5 位患者发射和透射扫描数据, 结果表明与基于 MR 的衰减校正相比, 透射方法在肺、软组织和骨组织的感兴趣区域中的 PET 定量分别平均提高了 6.4%、2.4% 和 18.7% [31]。但插入型 PET/MR 的空间限制仍是一个挑战, 因此, 某种程度上而言, 它更适于串联型 PET/MR 系统。

2.4 发射数据重建法

直接利用所获得的 PET 发射数据重建组织的衰减图像。这是因为在 PET 发射数据中, 同时包含有组织衰减信息。而且, MR 提供的清晰的组织结构和 TOF 技术更精确的定位均有利于准确获取衰减图。该方法还能够利用完整的发射数据, 对扫描中出现的截断伪影进行有效校正 [4]。Nuyts 等利用组织衰减系数的先验知识, 采用了最大似然方法进行交替迭代重建, 但由于仅用到发射数据, 重建时放射性分布的特征可影响 ACe 的估计, 导致重建结果偏差 [32]。Salomon 等在 TOF PET/MR 中利用 MR 定义连通区域, 并采用梯度法估计区域的 ACe, 不但可以减少衰减分布未知数的个数, 而且不需要组织 ACe 的先验信息, 不受结构个体差异的影响。但与 CT-AC 相比, 由于在 MR 中肺部及周围骨骼划分为同一连通区域, 导致其在肺部和骨骼的相对偏差较大 [33]。

3 系统衰减校正

PET/MR 系统硬件也可导致探测器对光子的探测失误, 从而影响图像放射性分布情况的定量。这主要体现在两方面 [34]: ① 位置和形态固定的硬件, 如检查床、头颈联合线圈等; ② 体线圈和体表线圈。为了校正这些影响, 可先经

CT 扫描获得相关硬件衰减系数图,然后在 PET/MR 扫描时由系统决定是否用于 PET 图像校正,或者选择使用低衰减材料制成的体表线圈^[35]。

4 总结

PET/MR 组合装置的发展及运用已成为当今多模式分子显像的研究前沿。针对其在衰减校正方面的难题,充分结合 MR 软组织显像良好和检查序列多的优势,已提出了多种可行途径。其中,组织分类法应用最为广泛。现有的两种商业化 PET/MR: Siemens 公司的全身型一体机——Biograph mMR 系统和 Philips 公司的串联型 Ingenuity TF PET/MR 系统,均是利用了组织分类法进行衰减校正,其中前者运用 2 点 Dixon 序列采集 MR 图像,并结合固定阈值和连通区域分析将 MR 图像分为空气、肺、脂肪和软组织进行衰减校正^[11],后者则借助直方图分析法和区域增长方法区分出空气、肺和软组织^[14]。

目前临床衰减校正中逐渐开始包括对骨组织的处理,这对神经系统的 PET 显像也是最基本的要求。但目前,仍需大规模人群研究,制定 MR 序列参数使用的标准,以进一步评估其在脑定量成像的作用。地图集法为脑和全身 PET/MR 应用衰减校正提供了可能,但是这些方法的实际应用仍需深入评估,以探究其不同患者独特的病变类型中显像的稳定性。最后,直接依据发射图像推算衰减图像将是未来 TOF PET/MR 中最有前景的解决方法。

[参考文献]

- [1] Visvikis D, Monnier F, Bert J, et al. PET/MR attenuation correction: where have we come from and where are we going? [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2014, 41(6): 1172–1175.
- [2] Burger C, Goerres G, Schoenes S, et al. PET attenuation coefficients from CT images: experimental evaluation of the transformation of CT into PET 511-keV attenuation coefficients [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2002, 29(7): 922–927.
- [3] Visvikis D, Costa DC, Croasdale I, et al. CT based attenuation correction in the calculation of semi-quantitative indices of 18FDG uptake in PET [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2003, 30(3): 344–353.
- [4] 王海鹏, 樊馨, 贾明凯, 等. PET/MRI 衰减校正技术研究进展 [J]. 中国医学影像技术, 2014, 30(2): 295–299.
- [5] Huang SC, Carson RE, Phelps ME, et al. A boundary method for attenuation correction in positron computed tomography [J]. J Nucl Med, 1981, 22(7): 627–637.
- [6] Zaidi H, Montandon ML, Slosman DO. Magnetic resonance imaging-guided attenuation and scatter corrections in three-dimensional brain positron emission tomography [J]. Med Phys, 2003, 30(5): 937–948.
- [7] Rota Kops E, Wagenknecht G, Scheins J, et al. Attenuation correction in MR-PET scanners with segmented T1-weighted MR images [J]. IEEE Nucl Sci Conf R, 2009: 2530–2533.
- [8] Wagenknecht G, Rota Kops E, Tellmann L, et al. Knowledge-based segmentation of attenuation-relevant regions of the head in T1-weighted MR images for attenuation correction in MR/PET systems [J]. IEEE Nucl Sci Conf R, 2009: 3338–3343.
- [9] Wagenknecht G, Rota Kops E, Kaffanke J, et al. CT-based evaluation of segmented head regions for attenuation correction in MR-PET systems [J]. IEEE Nucl Sci Conf R, 2010: 2793–2797.
- [10] Wagenknecht G, Rota Kops E, Mantlik F, et al. Attenuation correction in MR-Brain PET with segmented T1-weighted MR images of the patient's head: a comparative study with CT [J]. IEEE Nucl Sci Conf R, 2011: 2261–2266.
- [11] Malone IB, Ansorge RE, Williams GB, et al. Attenuation correction methods suitable for brain imaging with a PET/MRI Scanner: a comparison of tissue atlas and template attenuation map approaches [J]. J Nucl Med, 2011, 52(7): 1142–1149.
- [12] Martinez-Möller A, Souvatzoglou M, Delso G, et al. Tissue classification as a potential approach for attenuation correction in whole-body PET/MRI: Evaluation with PET/CT data [J]. J Nucl Med, 2009, 50(4): 520–526.
- [13] Steinberg J, Jia G, Sammet S, et al. Three-region MRI-based whole-body attenuation correction for automated PET reconstruction [J]. Nucl Med Biol, 2010, 37(2): 227–235.
- [14] Schulz V, Torres-Espallardo I, Renisch S, et al. Automatic, three-segment, MR-based attenuation correction for whole-body PET/MR data [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2011, 38(1): 138–152.
- [15] Hu Z, Ojha N, Renisch S, et al. MR-based attenuation correction for a whole-body sequential PET/MR system [J]. IEEE Nucl Sci Conf R, 2009: 3508–3512.
- [16] Hu Z, Renisch S, Schweizer B, et al. MR-based attenuation correction for whole-body PET/MR system [J]. IEEE Nucl Sci Conf R, 2010: 2119–2122.
- [17] Akbarzadeh A, Ay MR, Ahmadian A, et al. Impact of using different tissue classes on the accuracy of MR-based attenuation correction in PET-MRI [J]. IEEE Nucl Sci Conf R, 2011: 2524–2530.
- [18] Jena A, Taneja S, Goel R, et al. Reliability of semiquantitative ¹⁸F-FDG PET parameters derived from simultaneous brain PET/MRI: a feasibility study [J]. Eur J Radiol, 2014, 83(7): 1269–1274.

DICOM数据用于3D打印的方法研究及实现

Study and Implementation of Three Dimensional Printing of DICOM Data

王磊, 严枫

宁波市妇女儿童医院 设备科, 浙江
宁波 315012

WANG Lei, YAN Feng

Department of Equipment, Ningbo
Women and Children's Hospital, Ningbo
Zhejiang 315012, China

[摘要] 本文主要介绍了DICOM格式的CT影像数据的特点, 综述了3D打印技术中的数据采集、MIMICS软件的三维数据处理及3D重建过程的研究进展, 以期推动数字化医学向精细化、个性化方向发展。

[关键词] DICOM; 3D打印; CT影像数据; 3D重建; MIMICS

Abstract: This paper mainly introduced the features of CT imaging data in DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) format. Pushing the digital medical imaging in refined and personalized directions, the paper reviewed the research progress of data collection of 3D (Three Dimensional) printing, the 3D data-processing of MIMICS and 3D reconstruction.

Key words: digital imaging and communications in medicine; three dimensional printing; computerized tomography imaging data; three dimensional reconstruction; MIMICS

[中图分类号] R814.42 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.025

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0079-03

3D 打印技术是一种以数字模型文件为基础, 运用粉末状金属或塑料等可黏合材料, 通过逐层打印的方式来构造物体的技术^[1]。近些年, 三维打印产业发生了爆发式的增长, 特别是在医疗器械、植入材料等方面都取得了很大的成就^[2]。医学数字图像和通信 (Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM) 是医学图像和相关信息的国际标准格式 (ISO12052), 也是目前在医院内流通图像的标准格式。利用医院内 DICOM 数据进行 3D 打印是一种实际和快速的解决方法, 不仅能够提供出实际器官模型, 还能通过后期三维辅助设计, 打印出定制化手术导板、植入物或假体等各种模型。本文通过实验, 实现了 DICOM 数据的 3D 打印, 并探讨了如何在高效、高精度的要求下, 使该技术投入实用。为了完成这个过程, 必须按数据采集、数据处理、3D 打印这个顺序进行。其数据流程框图, 见图 1。

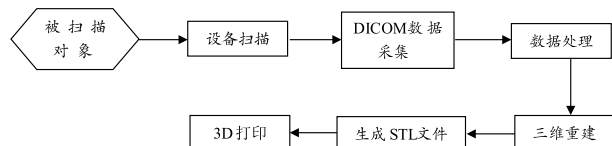


图1 数据流程框图

注: STL: 标准模板库。

收稿日期: 2015-05-07
作者邮箱: 87083380@163.com

修回日期: 2015-05-28

1 数据采集

1.1 DICOM标准

DICOM 是各种设备间传送医学图像及其信息的工业标准, 它规范了各种医学图像的格式并且同时支持 TCP/IP 协议^[3]。DICOM 文件是采用面向对象的方法来设计和编码的, 每个文件有一个信息对象与之相关联, 信息对象的属性由数据元素来表示, 用 UID 标识符来唯一标识, 文件除包括图像数据外, 还包括受检者信息、成像的技术参数、医生的诊断信息等, 均用标准 ASCII 码编译。

1.2 CT影像作为数据源

多层螺旋 CT 图像具有空间分辨率高、各向同性等优点, 非常适合作为 3D 打印数据源。而且它的数据正是以 DICOM 格式存储的。它涵盖了投影数据采集、数据校正和三维图像重建等过程, 最终得到被扫描物的图像。而 3D 打印的标准输入是以三角网格表示的物体 STL 模型。从三维重建图像到最终的待打印 STL 模型, 其中涉及的数据处理和格式转换过程正是两种技术结合的关键^[4]。

1.3 扫描条件和参数设置

为了得到相对精确的数据, 需要尽可能降低扫描层厚。由于 3D 打印机的精度一般可以达到层厚 0.2 mm, 实际打印

效果在层厚低于1 mm为佳,需要16排及以上的CT才能达到。本实验在 Philips Brilliance 16 排螺旋 CT 上,选取螺旋容积扫描模式 (Orbit ST Volume), 管电压 120 kV, 管电流 30 mA, 层厚 0.8 mm, 扫描得到了一组头顶到颅底的图像。

1.4 数据采集

通过图像工作站可以将数据刻录到光盘,为 DICOM 标准的 512×512 像素的原始图像数据。导出的数据是 1 个数据集,包含的文件结构是由索引文件定义的,软件是通过索引文件打开所有的 DICOM 数据。

2 数据处理

2.1 数据处理及流程

数据处理过程的方法和精细程度是决定最后三维模型是否完善的重要因素,也直接决定了最终打印结果的质量。三维图像处理的基本目的是从背景中分割出需要打印的目标区域,常用的操作包括图像灰度选取、图像增强等预处理以及阈值分割、区域增长和形态学处理等分割操作。最终形成三维模型文件以 STL、obj 格式存储,被 3D 打印机所识别。用于 DICOM 图像处理的软件有 VGStudio MAX、MIMICS 等。

2.2 MIMICS及3D重建过程

MIMICS 是 Materialise 公司开发的高度整合而且易用的 3D 图像生成及编辑处理软件,通过它能输入各种 DICOM 数据 (CT、MRI),建立 3D 模型进行编辑,然后输出通用的 CAD、FEA 等格式,可以在普通电脑上进行大规模数据的转换处理^[5]。MIMICS 各模块示意图,见图 2。

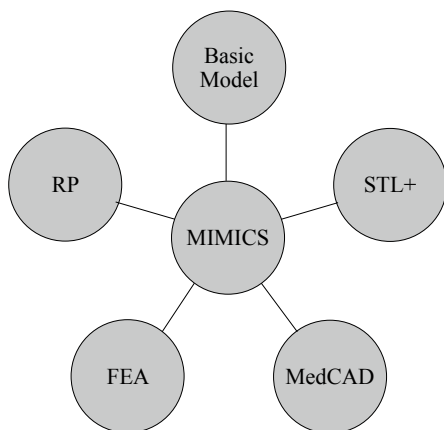


图2 MIMICS各模块示意图

注: Basic Model (基础模块)、RP (快速成型)、FEA (有限元)、MedCAD (医学图像的CAD接口)、STL+ (STL文件输出)。

数据通过 MIMICS 打开后,根据需求,首先需要做的是把灰度选取到一个合适的值,有助于选择不同的部分,比如骨头和肿瘤。其次,作二值化 (Thresholding) 保留分割对象的图片中灰度值在阈值范围内的像素,分割掩膜将保留这些像素。比较小的阈值选择病人的软组织比较容

易,阈值比较大则只会保留比较稠密的部分。然后,使用区域增长工具,将二值化得到的分割分成几块,同时去除漂浮像素。之后,选取分割出来的目的掩膜,进行三维建模,即可取得目标器官 (骨骼、血管、神经等) 的三维模型。最后,导出为 STL 文件,导入 3D 打印机进行打印。MIMICS 三维数据处理及其结果示意图,见图 3。

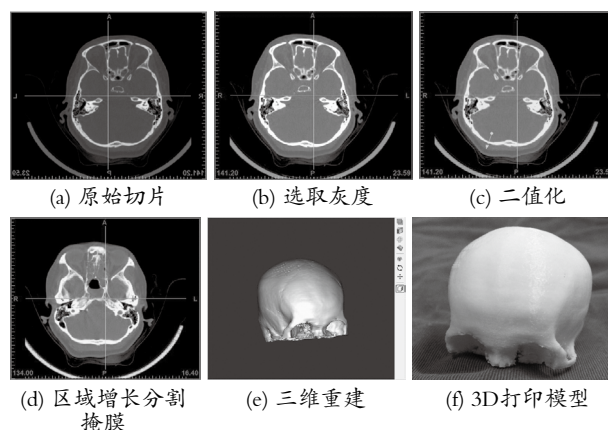


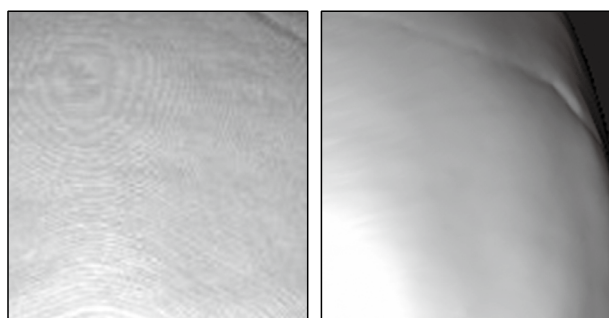
图3 MIMICS三维数据处理及其结果示意图

注: (a) 为某患者通过16排CT扫描后的原始切片; (b) 是对图(a)选取灰度区域后的结果,可以看出大脑位置的噪声被明显抑制,头骨与背景对比度得到增强,更有利于后续分割处理; (c) 为采用二值化和分割掩膜分割出的头骨 (绿色标记部分),可以看出部分对比度较低的区域分割效果较差; (d) 为经过动态区域增长工具处理及选取新掩膜后的处理结果 (黄色标记部分),已经将头骨和底层垫板分割开来; (e) 是处理后的头骨STL模型; (f) 是将该模型用3D打印机打印出来的实物照片。

2.3 三维模型及其后处理

任何对于现有 STL 模型的修改都可以归为三维模型处理的范畴,例如尺度变化、表面平滑或者模型切割、拼接等^[6]。STL 模型文件是由很多小的三角面片组成,经放大可见其表面是不光洁的。重建后的三维图像在需要更高精度的情况下,可以由 MIMICS 的菜单中指定重建时的三角面片尺寸和角度作精度要求,也可在重建后选择平滑操作,平滑处理能够有效地提高模型的光滑度。在设计植入物、手术导板等情形下,设计人员需要用 3-Matic、SolidWorks 等软件对模型进行后处理和优化,以适应更高精度的要求。应用 MIMICS 本身的 FEA 模块进行网格化重建,使之适应有限元分析的要求,能在 Ansys、ABAQUS 中进行静力学分析,也是目前的应用热点^[7-8]。

CT 扫描会产生伪影,是由设备或病人造成的,在信号产生、信号传输、数据重建阶段都有可能产生伪影^[9]。这使得在重建图像阶段,MIMICS 软件与 EBW 同时以相同图像为基础进行三维重建,重建结果表明,采用轮廓内插法^[10] (Contour Interpolation) 的 MIMICS 软件对梯状伪影的优化处理能力较强。如图 4 所示,EBW 工作站处理的图像有明显的圆形纹路,而 MIMICS 处理的图像在保留原有图片细节的前提下不会产生图形纹路。



(a) EBW重建细节图

(b) MIMICS重建细节图

图4 三维重建细节比较

3 结果及讨论

该技术所得到的三维实体重建模型可从任意角度及平面剖割,得到临床操作者所需要的多平面重建模型,并且以实物的形式展现在操作者面前。这不仅可用于胫骨平台内、外侧髁间骨折的观察,而且利用该技术可以获得颅底部任意角度的多平面重建图像,尤其是对中、后颅窝通向颅外各骨性管道的良好显示,对病灶的定位和空间关系的判断有重要意义,进而可指导外科手术的开展^[11]。更多具有生物适应性的材料,例如金属、陶瓷和聚合物等被广泛应用于骨重建中,钛合金等金属能够用于受力承重部位的治疗,例如髋关节功能重建等^[12]。还有实验实现了胎儿模型的制作,如能推广,经济社会效益都十分可观

本文通过实验,探索了 DICOM 数据快速处理及用于 3D 打印的方法。除 CT 影像数据外,诸如超声成像(Ultrasound, US)、核磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)以及正电子发射断层显像(Positron Emission Tomography, PET)等其他成像技术产生的 DICOM 数据,同样可以应用于快速 3D 打印。DICOM 数据快速处理打印技术建立了一座桥梁,将医学和工程学结合得更加紧密,从而推动医学向精细化、个性化发展。

[参考文献]

- [1] Zheng Y, Wu J, Feng X, et al. In silico analysis and experimental validation of lignan extracts from kadsura longipedunculata for potential 5-HT_{1A}R agonists. [J]. PLoS One, 2015, 10(6): e0130055.
- [2] 王成焱, 李祥, 袁建兵. 三维打印技术与制造业的革命[J]. 科学, 2013, (3): 21-25, 63, 4.
- [3] 王利华. 医学影像DICOM的显示和处理[D]. 内蒙古: 内蒙古大学, 2013.
- [4] 宋熙煜, 闫镔, 周利莉, 等. 3D打印技术在CT领域的应用[J]. CT理论与应用研究, 2015, 28(1): 57-68.
- [5] Materialise Inc. Mimics 12.0基础培训教程[M]. Materialise, 2013: 5-6.
- [6] 张美超, 刘阳, 刘则玉, 等. 利用Mimics 和Freeform 建立中国数字人上颌第一磨牙三维有限元模型[J]. 医用生物力学, 2006, 21(3): 208-211.
- [7] 付森, 李莉, 何叶松. Mimics与医学图像三维重建[J]. 中国现代医学杂志, 2010, 20(19): 3030-3035.
- [8] 傅栋, 新安民. 应用CT断层图像快速构建人体骨骼有限元几何模型的方法[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(9): 1620-1623.
- [9] 孙媛, 张弛. 三维医学影像后处理云平台的临床应用[J]. 中国医疗设备, 2014, 29(12): 75-76.
- [10] Lin WC, Liang CC, Chen CT. Dynamic elastic interpolation for 3D medical image reconstruction from cross-sections[J]. IEEE Trans Med Imaging, 1988, 7(3): 225-232.
- [11] 谢宏刚, 徐亮, 王汉, 等. 对Mimics V10.0软件三种三维重建方法的研究[J]. 西部医学, 2008, 20(5): 1089-1091.
- [12] Rengier F, Mehndiratta A, von Tengg-Kobligk H, et al. 3D printing based on imaging data: Review of medical applications[J]. Int J Comput Assist Radiol Surg, 2010, 5(4): 335-341.



上接第 138 页

护,部分室间无需辐射防护,部分室间需要加强辐射防护,并设计出明确的患者及工作人员的通道,充分保证人员的身体健康,将放射性物质的影响控制到最小。

[参考文献]

- [1] GB/T17827-1999,放射治疗机房设计导则[S].
- [2] GBZ/T201.1-2007,放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分: 一般原则[S].
- [3] 耿建华,陈英茂,陈盛祖,等. PET/CT中心建设之三一场地选址与布局设计[J]. 中国医学装备, 2013, 10(6): 1-4.

- [4] 陈英茂,耿建华,田嘉禾,等. PET/CT中心建设之一——配置条件和设备选型[J]. 中国医学装备, 2013, 10(4): 1-4.
- [5] 蔡国鑫,张晓璇,蔡惠,等. PET/CT安装的准备与要求[J]. 临床医学工程, 2011, 18(5): 780-781.
- [6] 樊宽章,张伟,侯婵,等. PET/CT中心医用回旋加速器及机房设计简介[J]. 中国医疗器械信息, 2011, 9(4): 1-5.
- [7] 田忠祥,杨军. 浅谈PET/CT机房的设计[J]. 中国医疗设备, 2011, 26(4): 64-66.
- [8] 黄亚萍. 某医院PET/CT中心电离辐射环境影响评价[J]. 海峡科学, 2010, (7): 58-59.



骨科医疗纠纷的统计与分析

Statistics and Analysis of Medical Disputes in the Department of Orthopedics

丁英茹, 庄华敏, 林雪玉

中国人民解放军第一八〇医院 骨科,
福建 泉州 362000

DING Ying-ru,

ZHUANG Hua-min, LIN Xue-yu

Department of Orthopedics, the 180th
Hospital of PLA, Quanzhou Fujian
362000, China

[摘要] 本文通过对国内3家全文期刊数据库关于医疗纠纷文献的检索,统计了近3年来医疗纠纷成因及高发科室,并作出了相应分析讨论。通过统计发现,责任因素、技术因素、植入物断裂因素是形成医疗纠纷的主要原因,而骨科则成为医疗纠纷的高发科室。

[关键词] 植入物断裂;骨科;医疗纠纷

Abstract: Through retrieval of papers concerning medical disputes in three domestic periodical full-text databases, this paper summarized the causes of medical disputes in recent three years and the highly-associated departments and made relevant analysis and discussion. According to the statistical findings, the responsible factors, technical factors and implant rupture factors were three main causes of medical disputes. Medical disputes most frequently happened in Department of Orthopedics.

Key words: implant rupture; department of orthopedics; medical disputes

[中图分类号] R68; R195.1 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.026

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0082-03

近年来有关医疗纠纷分析文献虽较多,但对医疗器材不过关引起的医疗纠纷的关注度仍不够。外科片区是医疗纠纷的高发科室,而骨科纠纷则是位于各家医院之首^[1]。为查明原因,汲取教训,本文检索国内3家全文期刊数据库,提取近3年来资料较齐全的文献,将1552份案例纳入医疗纠纷的原因以及高发科室的分析中,分析结果显示,医疗纠纷成因前3位为责任因素、技术因素和植入物断裂,见表1。帅军等^[2]调查56例骨科植入物可疑不良事件,其中植入物断裂占所有骨折术后不良事件的30.4%。王宏等^[3]报道的广东省骨科植入物不良事件调查分析指出,植入物材料因素和设计因素导致的不良事件占72.22%。这揭示了骨科植入物的质量管理存在严重问题^[4]。

表1 医疗纠纷原因分类表

项目	例数	构成比(%)
责任因素	731	47.10
技术因素	599	38.60
植入物断裂	64	4.12
并发症	49	3.16
药物因素	18	1.16
患方因素	51	3.29
无责任赔偿	40	2.58

收稿日期: 2014-12-29
作者邮箱: dyr505@163.com

修回日期: 2015-04-20

1 原因分类统计说明

(1) 责任因素: 责任意识差, 医师查房、病例讨论等未按照医院的规章制度执行, 与患者沟通态度生硬, 不注重沟通技巧, 医生对待工作不认真, 出现查对错误、病情观察不细、转诊不当及病历书写不规范等问题。

(2) 技术因素: 医生专业技术水平不足, 导致误诊误治或漏诊, 手术中操作失误引起损伤、处置不当、副损伤等。

(3) 植入物断裂: 医疗器械质量不过关, 出现钢板或钢板螺钉断裂。

(4) 并发症: 术后伤口不愈合或伤口感染等。

(5) 药物因素: 用药不当或药物过敏反应等。

(6) 患方因素: 患者对疗效有过高的期望值, 对治疗结果不理解不满意^[5]。

(7) 无责任赔偿归类: 为医院名誉选择息事宁人赔偿, 或者医院出于人道主义关怀赔偿等情况^[6]。

从表1中可见, 医疗纠纷产生的主要因素是责任因素, 而责任因素中多是由于骨科患者病情复杂, 医师工作量大, 造成医师无法集中精力处置病情, 对身边的病患家属解释不够详细、态度生硬或缺乏病情风险告知等, 造成家属误解或对医生产生不信任; 手术后不重视病历书写, 病历错

误、遗漏现象普遍；会诊推委、夜间抢救不及时等情况也是构成医疗纠纷的主要原因。技术因素中出现最多的是医生专业水平不足，对疾病病情变化的预见性不强，如颈髓受伤后合并高位截瘫的患者，突然出现心跳骤停，低年资医师对颈髓水肿出现的时间特点掌握不足，防治措施不当；或复合伤中存在血管、神经、肌肉等损伤时，术前未准备充足的器械、药品等，造成术中出现问题应对不及。骨科植入物断裂在本次医疗纠纷调查中排位第3，其植入物的材质问题值得研究。如一例锁骨粉碎性骨折患者，在颈丛麻醉下行锁骨切开复位钢板螺钉内固定术10 d后，拍X线片发现锁骨钢板断裂、骨折移位，立即取出断裂钢板并更换锁骨重建钢板，术后第10 d又出现内固定钢板断裂。患者起诉至法院，医院只能以赔偿结案^[7]。该例植入物断裂在术后10 d拍片检查时发现，可排除金属器材长期使用造成的疲劳断裂，因是锁骨骨折，负重或承载断裂的成因不足，操作的失误和器材劣质给患者带来的肉体痛苦和经济损失。如若医师在第1次发生钢板断裂后能认真查找原因，深究器材质量，该患者第2次出现的内固定钢板断裂即可避免。

2 医疗纠纷高发科室

医疗纠纷与科室关系分布，见表2。

表2 医疗纠纷与科室关系分布表

位序	科别	例数	构成比(%)
01	骨科	223	14.37
02	普外科	202	13.02
03	妇产科	176	11.34
04	其他内科	102	7.73
05	其他外科	115	7.41
06	儿科	76	4.90
07	急诊	73	4.70
08	泌尿外科	56	3.61
08	医技科	56	3.61
09	心血管内科	53	3.41
10	其他	47	3.03
11	消化内科	41	2.64
12	呼吸内科	39	2.51
13	门诊	35	2.26
14	神经外科	33	2.13
14	口腔科	33	2.13
15	肝胆外科	24	1.55
15	神经内科	24	1.55
17	眼科	23	1.48
18	胸外科	15	0.97
19	耳鼻喉科	14	0.90
19	中医科	14	0.90
20	后勤管理	11	0.71

21	脑外科	10	0.64
22	肛肠外科	9	0.58
23	心外科	8	0.52
24	肿瘤科	7	0.45
24	护理	7	0.45
25	内分泌科	6	0.39
26	肾内科	5	0.32
27	烧伤科	4	0.26
28	检验病理	3	0.19
29	麻醉科	2	0.13
29	皮肤科	2	0.13
29	重症医学科	2	0.13
29	医疗美容科	2	0.13

2.1 科室分组说明

① 门急诊分组：将文献中出现的医院门诊部、急诊科、重症医学科的医疗纠纷和预防接种不良反应归于门急诊组；② 内科分组：将文献中内科各科发生的医疗纠纷统计在一组，其中包含感染科、中医科；③ 外科分组：除骨科外，所有外科各科发生的医疗纠纷统计在一组，其中包含麻醉科、肿瘤科、放疗科、皮肤科、医疗美容科；④ 骨科：因骨科是医疗纠纷高发科室，各篇文献报道中骨科独立分析齐全，统计准确性高；⑤ 妇产科：因文献中多数将妇科与产科资料合并报道，其中包含计划生育，无法独立提取，本文将报道中出现的妇科、产科及计划生育数据统计为一组；⑥ 儿科分组：含小儿内科、小儿外科和儿保的资料统计；⑦ 五官科分组：五官科分组是将眼科、耳鼻喉科、口腔科分为一组；⑧ 医技科分组：检验科、理疗科、放射科、B超诊断、药剂科分为一组；⑨ 护理分组：统计数据中所有与护理有关的数据；⑩ 后勤管理分组：统计文献中出现的后勤管理数据，其中包含文献中出现的“其他”数据统计。

2.2 科室分布特点分析

如表2所示，骨科的医疗纠纷高于其他所有科室，1552案例中构成比占14.37%，排于第1位；其次是普外科占13.02%，位于第2位；妇产科位于第3位，占构成比11.34%；其余各科室构成比较分散，从中可看出发生医疗纠纷的科室较多，而高发科室是侵入性操作多的外科片区。

2.3 骨科纠纷高发成因分析

骨科患者外伤多、病情急、多为复合伤、多发伤，因此，并发症较多，如骨盆骨折常合并腹膜后血肿、膀胱损伤、肠破裂等情况，早期诊断有一定困难，极易漏诊、误诊；骨科手术费用高、亲属对医疗结果期望值亦较高，加上骨科医师在短时间内超负荷工作等因素，医师可能会出现不细心、缺乏耐心、违反操作规程、病历书写错漏、服务态度生硬、侵犯患者知情权等问题，这些都是造成医疗纠纷

的主、客观因素。另外,骨科植入物术后风险多,如植入物断裂、变形、松动、脱位、磨损、感染等潜在并发症较多,因此,骨科要重视引进医疗器材的调研工作。

3 讨论

3.1 医疗器械质量问题

本次调查,植入物断裂因素在医疗纠纷中占4.12%,在1552例医疗纠纷案例中排在第3位。目前临床上医疗器械采购管理不规范,多是由科室医生决定器械品牌,部分医生职业道德观念淡薄,收了厂家的回扣,导致劣质器材进入医疗市场^[8]。针对医疗器械管理中存在的问题,应建立健全医疗器械监管机构。医师在今后工作中如发现医疗器械存在质量问题,要及时反映给相关部门,及时将不合格的器械封存或退货,同时要追查劣质器械来源,真正做到从源头杜绝劣质医疗器械进入临床。田万成^[9]等报道的以信息平台管理医疗器材的方法和理念有其可行性。

3.2 责任因素分析

1552例医疗纠纷中,责任因素占47.1%,主要原因是:医师在工作中不遵守规章制度、延误抢救时机、病历书写不规范、服务态度差、告知不详等因素^[10],其中,不遵守规章制度是引发医疗纠纷的主要原因。这与骨科医师长期以来重视操作,轻视病历书写和耐心细致的病情告知有直接关系。病历书写疏漏、复制的电子病历中男女性别出错、病历中医护记录相互矛盾^[11],术前盲目承诺等因素,造成患者及亲属对医疗质量失去信任。建议科室及医院管理者,在今后对临床医师管理工作中,重点抓好医疗规章制度的落实,提前防范可引发医疗纠纷的不良风气^[12]。

3.3 技术因素分析

本次统计中,技术因素占38.60%,主要原因是医师专业技术水平不足,出现手术操作不熟练不规范、手术方式选择不当、漏诊误诊、医疗质量管控不力、过分依赖辅助检查等^[13]。骨科手术复杂多变,低年资医师在抢救处置复杂病例前要充分了解患者伤情,全面考虑自己的能力所及,没有把握时,要及时请教专家协助,以便突发意外情况时能顺利应急处理。在骨科手术前,要选择适合患者适应证的骨科植入物。每一步操作都要细心,如脊柱矫形时选用的矫形用棒,若力学强度不够可导致断裂;股骨骨折应用髓内针穿入固定时,若选用横径小于髓腔或长度不够的髓内针可导致固定失稳而造成植入物的断裂。医生的技术水平不足,导致植入物植入后人体生物应力不平衡,患者在负重过度的时候就可能引起植入物的断裂等一系列不良后果^[14]。

综上所述,责任因素和技术因素是医疗纠纷的主要原因。骨科植入物的使用较好地解决了患者的机体功能,随

着植入物的广泛应用,由此所产生的医疗纠纷也越来越多。而植入物断裂引发的医疗纠纷影响面很大,多数患者表示不能理解^[15],不可避免地产生医疗纠纷。建议骨科医师在进行植入物手术操作前,除认真选择好合适的内固定物及掌握好适应证外,还需针对患者本人及其家属进行详细的手术中及手术后可能出现的断裂、松动、变形、感染等并发症及注意事项进行交待,增强对医疗技术局限性和高风险性的了解,增加对医生的信任。骨科医师在临床实践中,需落实医疗规章制度,提高专业技术水平,耐心和蔼地对待每位患者,细致地完成每1例手术操作,从思想上提高防范医疗纠纷的认识,加强自我保护意识,才能避免和减少医疗纠纷的发生。

[参考文献]

- [1] 虞琳,王熙,周洪柱.骨科医疗纠纷的原因及应对措施[J].中国医药导报,2011,8(13):155-156.
- [2] 帅军,苏琦,周玉刚.56例骨科植入物可疑不良事件的分析[J].中国药物警戒,2011,8(10):629-631.
- [3] 王宏,杨丽君,邓剑雄,等.广东省骨科植入物不良事件调查分析[J].中国药物警戒,2010,7(3):172-174.
- [4] 张元宇.某医院医疗纠纷成因216例分析及防范措施[J].现代预防医学,2012,39(10):2478-2479,2481.
- [5] 彭凤翔,周建丽,张继万,等.老年人死亡引发的医疗纠纷16例尸检结果分析[J].临床误诊误治,2013,26(1):37-39.
- [6] 赵强.医院不应直面医疗纠纷[J].中国医院院长,2013(18):91.
- [7] 刘同亭,薛源,朱建军,等.某三级甲等医院107例医疗纠纷分析[J].西部医学,2011,23(5):999-1000.
- [8] 成定胜,谢凤鸣,仲辉,等.医疗设备使用人员准入制度实践[J].中国医疗设备,2013,28(3):107-108.
- [9] 田万成,隋友乐,潘风雨.骨科医疗纠纷成因与预防措施[J].实用医药杂志,2009,26(9):91-92.
- [10] 冉茂艳,代强.乡镇卫生院常见的医疗纠纷原因和防范措施[J].中国社区医师,2014,30(3):135,137.
- [11] 顾桂国,唐敏,王卫国,等.社区卫生服务中心医疗纠纷和事故的常见原因分析与防范[J].中国卫生事业管理,2013,30(1):11-14.
- [12] 谢廷慧,刘琼.医疗纠纷产生的原因分析及管理对策[J].中国病案,2014,15(2):38-40.
- [13] 郭福勇,蔡路平.郊区医院146例医疗纠纷原因及特点分析[J].中国误诊学杂志,2011,11(10):2409.
- [14] 汤永刚.骨科植入物不良事件现状分析及控制对策[J].中国药物警戒,2010,7(3):175-177.
- [15] 王玲玲,王晨,曹艳林,等.医院场所暴力伤医趋势、不良影响分析与思考[J].中国医院,2014,18(3):4-6.

基于WADO的医学影像浏览系统研究与设计

Study and Design of a Medical Image Viewing System Based on WADO

梁炳进^{1,2}, 郭文明², 林国雄³,
蔡荣杰²

1.广东食品药品职业学院 软件学院,
广东 广州 510520; 2.南方医科大学
网络中心, 广东 广州 510515; 3.易联
众信息技术股份有限公司, 福建 厦门
361008

LIANG Bing-jin^{1,2},
GUO Wen-ming²,
LIN Guo-xiong³, CAI Rong-jie²

1.School of Software, Guangdong
Food and Drug Vocational College,
Guangzhou Guangdong 510520, China;
2.Network Center, Southern Medical
University, Guangzhou Guangdong
510515, China; 3.YLZ Information
Technology Co., Ltd, Xiamen Fujian
361008, China

[摘要] 目的 解决目前区域医疗、远程会诊和移动医疗等对Web下访问医学影像的需求问题。方法 采用WADO技术（用于医学图像的传输和显示的技术）和URI（资源标志符）技术实现B/S架构的医学影像浏览系统。该系统基于DICOM标准，浏览器端通过HTTP方式请求要查看的医学影像，Web服务器端通过公共网关接口（CGI）技术实现医学影像处理并返回JPEG格式影像，客户端浏览器收到影像后进行显示。结果 通过在Windows的IE、Firefox、Google Chrome、Apple Safari等主流浏览器上进行测试，系统均可以顺利运行。结论 该系统与操作系统、浏览器版本无关，是跨操作系统、跨浏览器的医学影像浏览系统。

[关键词] 医学影像浏览系统；WADO技术；PACS；B/S架构；DICOM标准

Abstract: Objective To cope with the regional medical, remote consultation and mobile medical problems in Web access to medical images. Methods With adoption of WADO-URI (Web Access to DICOM Objects- Uniform Resource Identifier) technology, a medical image viewing system was constructed based on the B/S (Browser/Server) architecture. In line with the DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) standard, the request of viewing medical images was sent out by the client browser via HTTP (Hyper Text Transfer Protocol). Then, the Web server realized the medical image processing through CGI (Common Gateway Interface) technology and returned with the JPEG format images. The images would be displayed after receipt. Results According to the test results, the system had proven its successful operation in Windows IE, FireFox, Google Chrome, Apple Safari and other mainstream browsers. Conclusion Being independent with the operating system and browser version, the system was a medical image viewing system across multiple operating systems and browsers. Key words: medical image viewing system; web access to DICOM objects; picture archiving and communication systems; browser/server architecture; digital imaging and communications in medicine standards

[中图分类号] TP393.092 [文献标识码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.027

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0085-04

0 前言

近年来，随着网络技术及医学信息技术的发展，越来越多的医院都建立了影像归档和通信系统（PACS）。PACS一般采用C/S架构，由专用的医学影像浏览软件把医疗医

收稿日期：2014-12-02

修回日期：2015-02-06

基金项目：广东省战略性新兴产业核心技术攻关项目（2012A010701013）；广州市产学研项目（2012Y5-00002）；广州市科技攻关项目（2013J4300072）。

本文作者：梁炳进，高级工程师，在读硕士研究生。

通讯作者：郭文明，教授，硕士研究生导师。

通讯作者邮箱：632740278@qq.com

学数字图像通讯标准（DICOM）^[1]影像下载到本地后再进行阅片等操作。随着网络技术快速发展，区域医疗^[2]、远程会诊和移动医疗等对在Web下访问医学影像的需求越来越强烈，且异构的PACS间影像的调阅也越来越频繁^[3]，传统C/S架构的PACS阅片工作站面临挑战，使很多厂家都在研究B/S架构下的阅片技术。目前对于Web方式访问医学影像一般是通过编写ActiveX控件内嵌到IE浏览器来解决影像调阅问题，但也存在很多问题，如控件的安装、更新、管理维护等问题。另外，ActiveX控件只能在IE浏览器应用，

在移动平板、手机等设备无法应用。因此,我们研究用于医学图像的传输和显示(WADO)技术^[4-5],并利用Web前端技术实现跨浏览器、跨操作系统的医学影像阅片系统。

1 基于WADO的影像浏览系统

1.1 WADO原理简介

美国电气制造商协会(NEMA)和国际化标准组织(ISO)引入了WADO技术,为医学影像在Web中传输、交互与显示等提供了切实可行的技术方案。WADO技术规范定义了PACS、医院信息系统(HIS)、电子病历系统(EMR)等客户端,在DICOM服务器中获取影像数据的方法及相关的技术规范。WADO标准在DICOM标准2004版本第18章定义,在最新的DICOM标准2014版本中不断完善;同时在ISO国际标准ISO/WD1.14中也有定义。WADO已作为DICOM服务器与HIS、EMR等信息系统之间互通信息的重要内容的标准接口的重要内容。WADO的数据通讯模型,见图1。

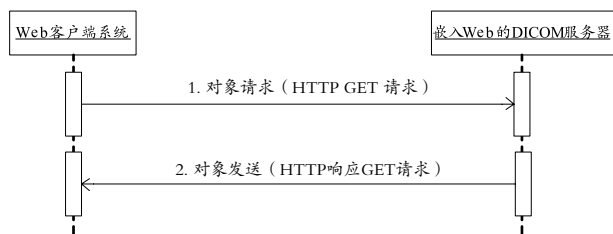


图1 WADO数据通讯模型

DICOM持久性对象,指的是单帧影像、多帧视频影像、文本对象及其他对象,DICOM标准2014版本主要定义了WADO-URI获取图像方式。本研究主要通过WADO-URI request方式获取影像,服务器端通过公共网关接口(Common Gateway Interface, CGI)程序方式,把DICOM影像影像转换后返回给客户端并显示影像。

1.2 WADO-URI介绍

我们设计的B/S架构阅片工作站,通过浏览器发起请求,并在浏览器端显示病人的检查影像,系统使用WADO-URI方式调阅影像。通用资源标识符(Uniform Resource Identifier, URI)在IETF RFC2396中有明确定义^[6-7],其语法如下:

<scheme>://<authority><path>?<query>

query组件在URI请求中通过HTTP Get方法提出申请请求,具体语法在IETF RFC2396中同样有详细定义。

HTTP Get方法的请求和返回消息在IETF RFC2616等规范里面也有详细定义。WADO-URI通过不同的参数设置可以取回不同显示效果的影像:① contentType指定取回不同格式影像,可以是DICOM/JPEG/GIF/JP2等不同格式;② rows, columns指定影像的显示尺寸;③ region指定影像显示的区域;④ windowCenter, windowWidth指定影像显示的窗宽窗位;⑤ Annotation指定影像显示的注释

信息;⑥ frameNumber指定动态影像的要显示的帧数;⑦ imageQuality指定影像的压缩质量。

1.3 CGI原理介绍

本系统中,我们利用C++开发兼容WADO标准的CGI部署到Web服务器上。CGI是互联网交互技术中最重要的技术之一,由于其自身特点,在经历了十多年的发展仍受开发者青睐。CGI技术是外部CGI程序与Web服务器之间的接口标准,是两者之间传递信息的规范,其允许在Web服务器中执行外部CGI程序,并将它们的输出发送给Web浏览器并呈现^[8-9]。CGI是用户和Web服务器进行交互的最基本的手段之一^[10-11]。CGI程序处理步骤如下:①用户通过浏览器把请求发送到Web服务器;②Web服务器接收用户请求后运行相应的CGI程序,并把请求交给CGI程序处理;③CGI程序处理收到的请求,处理完成后把处理结果传送回Web服务器;④Web服务器再把结果返回到客户端浏览器并呈现给用户。

2 软件系统架构介绍

基于WADO的医学影像浏览软件系统架构,见图2。系统软件在客户端浏览器运行,并兼容IE、FireFox、Google Chrome、Apple Safari等主流浏览器。用户在客户端浏览器上进行操作,浏览器发送相应的Ajax^[12]请求到Web服务器,Web服务器收到请求后交给相应的CGI程序执行,随后返回要显示的影像。

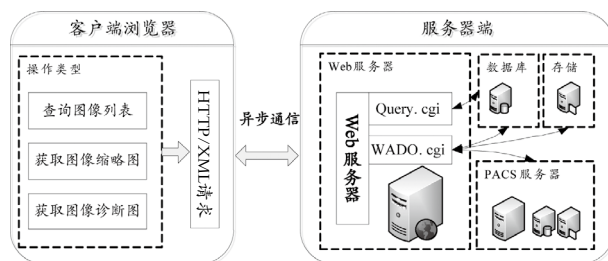


图2 软件系统架构示意图

2.1 系统主要文件及功能

(1) WebImageViewer.htm文件,是系统展现的主要界面文件,部署在Web服务器,在浏览器中展现,包含相应的Javascript、CSS等文件。

(2) Query.cgi文件,主要负责查询数据库,获取影像列表和缩略图列表等信息,部署在Web服务器,由Javascript通过AJAX方式调用。

(3) WADO.cgi文件,负责获取PACS系统图像,并把图像转换为相应的格式返回,如JPEG、DICOM、AVI等,部署在Web服务器,由Html脚本的Img标签的src属性调用。在区域影像平台下,该服务可以由区域医学平台的WADO-URI服务提供。

2.2 医学影像浏览流程

(1) Web 影像浏览系统通过区域影像平台或者院内临床系统调用, 调用方式是 HTTP Get 方式; 调用时需发送要显示检查的影像信息 (如检查号等)。

(2) Web 影像浏览系统被调用后, 进行界面初始化, 通过 Javascript 进行界面的动态调整, 界面可以显示 1×1 、 2×2 、 3×3 等比例的效果诊断影像。

(3) Web 影像浏览系统发送一系列的 HTTP Get 消息到 WADO-URI, 获取序列首张影像的 JPEG 影像。

(4) 当点击缩略图时, 系统左边区域显示检查诊断图像 (JPEG 图像), 并按照列表中对应的每张图像信息发送请求到 Web 服务器, Web 服务器把相关参数传送给 WADO.cgi 程序, 获取影像的 JPEG 格式缩略图。

详细 HTTP 请求 GET 方法的描述, 见图 3。

http://192.168.24.133/WADO.cgi	请求地址
?requestType=WADO	请求类型: WADO
&studyUID=1.2.250.1.59.40211.12345678.678910	检查唯一号
&seriesUID=1.2.250.1.59.40211.789001276.14556172.67789	序列唯一号
&objectUID=1.2.250.1.59.40211.2678810.87991027.899772.2	对象唯一号
&contentType=image/jpeg	请求返回 MIME 类型
&imageQuality=90	返回图像质量
&annotation=patient,technique	显示注释情况
&columns=400	显示的列数
&rows=300	显示的行数
&windowCenter=-1000	显示图像的窗位
&windowWidth=2500	显示图像的窗宽

图3 WADO请求串详解示意图

WADO.cgi 程序收到 HTTP Get 请求后, 解析请求串是否满足 WADO-URI 规范; 分析 URI 的 studyUID、seriesUID、objectUID 等参数信息, 从 PACS 服务器获取 DICOM 影像; 成功获取 DICOM 影像后, WADO.cgi 程序判断 contentType、imageQuality、windowCenter、windowWidth 等参数, 把 DICOM 影像转换为 JPEG 等格式影像, 并回传给客户端浏览器进行显示, 处理流程见图 4。

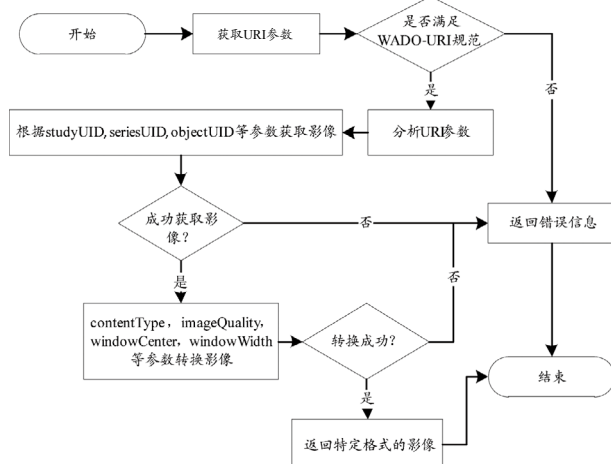


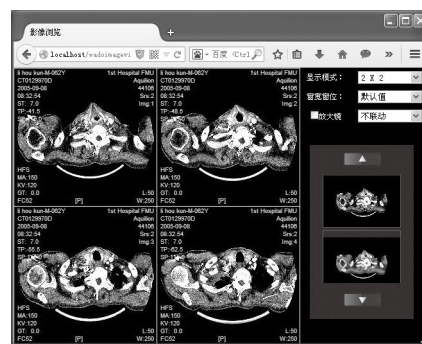
图4 CGI程序处理流程图

(5) 在诊断影像显示区域, 医生可以按下鼠标左键上下或左右移动, 当抬起鼠标后, 系统将进行鼠标轨迹运算

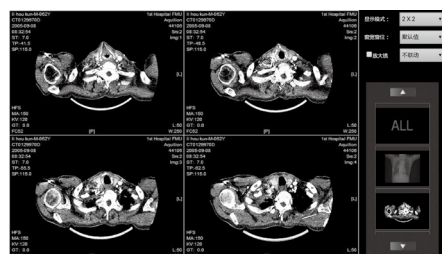
并发送新的窗宽、窗位参数, 显示新的影像。如果是在移动终端, 医生可以通过手指滑动实现窗宽、窗位调整。

3 系统应用情况

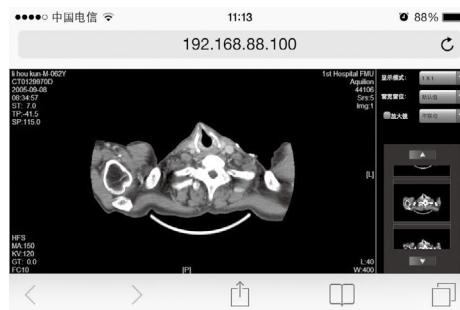
该医学影像浏览系统在 Windows 操作系统的 IE、Firefox、Google Chrome、Apple Safari 等主流浏览器上进行测试, 并在 Android、Linux、IOS 等操作系统下的 Firefox、Google Chrome 等浏览器上进行测试, 系统都可以顺利运行。其中, 系统在 Windows XP 系统显示的效果图, 见图 5(a), 浏览器为 FireFox; 系统在三星 GALAXY S5 手机的显示效果图, 见图 5(b), 浏览器为系统内置的 Chrome 浏览器; 系统在苹果 iPhone 4S 手机的显示效果图, 见图 5(c), 浏览器为系统内置的 Safari 浏览器; 在其他系统及浏览器显示的效果类似。



(a) Windows系统下FireFox浏览器显示效果图



(b) 三星GALAXY S5显示效果图



(c) iPhone 4S显示效果图

图5 医学影像浏览系统在不同操作系统显示效果图

该系统在中山大学附属第三医院、广州市妇女儿童医疗中心等医院进行使用, 应用场景为移动平板、手机端 PACS 影像阅片。系统结合院内 PACS 临床系统使用, 方便

医生查阅临床病人影像检查。

4 结论

随着网络技术快速发展,区域医疗、远程会诊和移动医疗等对 Web 下访问医学影像越来越普及,研究 Web 下医学影像的图像调阅技术适合医学信息技术发展的需要,而 WADO 方式对医学影像的调阅正是网络技术发展而制定的标准。与传统调阅图像相比,本研究方案具有以下优点:

(1) 基于浏览器的客户端技术,允许在 Windows、Linux、IOS、Android 等系统兼容使用,与操作系统无关。系统开发一次兼容多个平台,减少代码重构的时间,增加系统的利用率。

(2) WADO 技术的影像调阅,基于 DICOM 标准的影像调阅技术,有利于增加不同 PACS 厂家系统兼容性。

(3) 显示图像为 JPEG 图像,可以在院内 PACS 及区域影像平台使用^[13]。图像转换为 JPEG 返回客户端,大大减少影像加载的时间,同时传回的非 DICOM 图像,对影像数据的安全有很好的保证。

[参考文献]

- [1] 郭文明,胡光荣,严静东,等.数字医学图像传输协议(DICOM)分析及在远程放射系统中的应用[J].生物医学工程学杂志,2003,20(1):171-174.
- [2] 冯贞贞,郑西川.区域医学影像信息共享的关键技术及实现方

案[J].医疗卫生装备,2011,32(6):52-54.

- [3] 杨小燕,郭文明.异构PACS间互操作的方法研究[J].南方医科大学学报,2010,30(6):1430-1432.
- [4] 贾冬焱,杨啸.DICOM WADO原理及应用研究[J].中国医疗器械信息,2012,(1):38-41.
- [5] Wu HQ,Lv ZM,Geng XY,et al.Interoperative fundus image and report sharing in compliance with integrating the healthcare enterprise conformance and web access to digital imaging and communication in medicine persistent object protocol[J].Int J Ophthalmol,2013(6):879-883.
- [6] 赵雅静,王峰,李晓东,等.互联网资源命名寻址技术综述[J].计算机应用研究,2007,(7):1-5.
- [7] Berners-Lee T,Fielding R,Masinter L.Uniform resource identifier(URI):Generic Syntax.RFC 3986,2005.
- [8] 卿华.公共网关接口CGI的设计与实现[J].计算机工程与科学,1999,(2):37-41.
- [9] 贺龙涛,方滨兴,云晓春.CGI调试系统的设计与实现[J].计算机工程与应用,2001,37(21):34-36.
- [10] 张曦煌,柴志雷.嵌入式Web服务器中CGI的特点及实现[J].小型微型计算机系统,2003,24(11):2046-2048.
- [11] 蒋银珍,王宜怀.基于MCF52233的嵌入式Web服务器设计[J].计算机应用与软件,2012,29(3):52-54.
- [12] 熊文,熊淑华,孙旭,等.Ajax技术在Web2.0网站设计中的应用研究[J].计算机技术与发展,2012,22(3):145-148.
- [13] 李强.医学图像分割进展[J].中国医疗设备,2010,25(5):121-124,120.

上接第 100 页

技创新与应用,2014,(23):64-65.

- [3] 廖惠芳.医院人力资源管理系统优化的初探[J].管理观察,2014,(8):175-176.
- [4] 张晓琳.企业人力资源管理优化研究[J].企业改革与管理,2014,6(12):83.
- [5] 滕永昌.ORACLE9I数据库管理员使用大全[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [6] 韩思捷.Oracle数据库技术实用详解:教你如何成为10g OCP[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [7] 陆青青.浅析人力资源管理系统分析与设计[J].电脑知识与技术,2014,10(10):2257-2260.
- [8] 刘秋宏.人力资源管理信息系统建设与管理应用研究[J].管理观察,2013,(21):55-57.

- [9] 曹莉,樊俊芝,李婧.我院科室绩效考核系统的建立与应用[J].中国医疗设备,2014,29(2):80-82.
- [10] 黄浩,赵宏杰.PowerBuilder 9.0精彩编程百例[M].北京:中国水利电力出版社,2004.
- [11] 周险峰,王敏华,张方敏.PowerBuilder5.0/6.0从入门到精通[M].西安:西安电子科技大学出版社,1998.
- [12] 齐治文,乌云高娃,戴士弘.数据库应用系统开发PowerBuilder 实用编程技术[M].北京:清华大学出版社,2001.
- [13] 巢子杰.Oracle数据库优化探究[J].软件导刊,2010,9(2):142-144.
- [14] 樊小玲,李华才,宁义.医院信息化建设与应用管理[M].1版.北京:人民军医出版社,2000:116-118.
- [15] 常涛.人事数据库管理系统研发背景和现状分析[J].电脑知识与技术,2014,10(7):1364-1365.

传染病现场防控装备效能评估系统设计与实现

Design and Implementation of an Effectiveness Evaluation System for Field Infectious Disease Prevention and Control Equipment

张新雷^{1,2}, 王运斗¹, 叶素素³,
张晓峰¹, 杜海舰¹, 赵欣¹

1.军事医学科学院 卫生装备研究所,
天津 300161; 2.解放军第401医院
医学工程科, 山东 青岛 266071;
3.青岛市传染病医院 肝病六区, 山东
青岛 266041

ZHANG Xin-lei^{1,2},
WANG Yun-dou¹, YE Su-su³,
ZHANG Xiao-feng¹,
DU Hai-jian¹, ZHAO Xin¹

1.Institute of Medical Equipment,
Academy of Military Medical Sciences,
Tianjin 300161, China; 2.Department of
Medical Engineering, the 401st Hospital
of PLA, Qingdao Shandong 266071,
China; 3.The Sixth Department of Liver
Disease, Qingdao Infection Disease
Hospital, Qingdao Shandong 266041,
China

[摘要] 目的 为传染病现场防控装备的配置及评估提供重要参考依据和辅助决策评估系统。方法 基于Microsoft Visual Studio开发环境, 利用C#语言开发装备效能评估系统, 系统主要系由基础数据层、数据处理层和用户操作层构成。结果 系统操作界面友好, 操作方便。通过典型装备数据对评估系统进行性能测试, 测试结果与实际计算结果相符, 符合装备效能评估的实际需求。结论 评估指标体系较为科学, 评估方法得当, 评估结果较为客观。

[关键词] 传染病防控装备; 效能评估系统; 温水采样器; 空气采样器

Abstract: Objective To provide important references and DSS for allocation and evaluation of field infectious disease prevention and control equipment. Methods With the deployment of C# language, an effectiveness evaluation system was developed based on Microsoft Visual Studio, which mainly consisted of the basic data layer, data processing layer and user operation layer. Results This easy-to-operate and user-friendly system demonstrated its consistency with the actual calculation results in performance tests using typical equipment data, which indicated its advantages in meeting the requirements of equipment effectiveness evaluation. Conclusion With adoption of scientific evaluation indexes and methodology, the system could provide objective evaluation results.

Key words: infectious disease prevention and control equipment; effectiveness evaluation system; lukewarm water sampler; air sampler

[中图分类号] TP319 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.06.028

[文章编号] 1674-1633(2015)06-0089-04

0 前言

“非典”疫情爆发之后, 世界各国对传染病防控的重视程度空前提高, 实现了传染病防控装备的跨越式发展。防控装备在快速发展的同时, 也暴露出装备系统论证不足、装备配备不均衡、装备体系不完善、现场保障能力不足等问题。这些问题的出现反映了装备的研发、配备缺乏顶层设计与系统论证, 不能反映现场防控的实际需求^[1-2]。因此, 开展传染病现场防控装备效能评估研究, 设计与实现装备效能评估系统, 为装备的研发、配置、选型以及采购等提

供参考依据和辅助决策具有十分重要的意义。

1 传染病现场防控装备效能评估研究

目前, 国内外尚无传染病现场防控装备体系、保障效能等方面的文献报道, 对传染病现场防控装备效能的研究多以定性研究为主, 少量的定量研究也是以某类装备评估为主, 缺乏全面系统的研究, 某种程度上制约了传染病防控装备的发展和保障能力的提高。本研究主要开展以下工作:

(1) 传染病现场防控勤务任务与装备需求定位研究。以传染病预防控制机构的任务需求为牵引, 通过调研相关传染病现场处置文献资料, 归纳总结传染病现场防控基本保障流程, 明确现场防控所需装备的总体构成。

收稿日期: 2014-12-12 修回日期: 2015-04-20
基金项目: 国家科技重大专项课题(2012ZX10004801)。
本文作者: 张新雷, 硕士, 主要从事卫生装备信息研究与系统论证方面的工作。
通讯作者: 王运斗, 研究员, 博士研究生导师。
通讯作者邮箱: wyd1965@126.com

(2) 传染病现场防控装备体系研究。以传染病现场防控勤务任务与装备需求定位研究为基础,针对不同机构的任务与需求,通过专家调研,将我国地方和军队疾病预防控制机构归纳为3个大类。根据装备需求定位研究结果,并参考军地相关装备配备标准,构建了传染病现场防控三级装备体系。

(3) 传染病现场防控装备指标体系研究。在传染病现场防控装备进行分类的基础上,分析了影响每类装备保障效能的因素。按照全面性、独立性、定性与定量相结合、可操作性以及可比性的原则,分别构建每类装备的评估指标体系。对军地疾病预防控制领域相关专家进行了3轮问卷调查,在对专家意见分析整理的基础上最终确立了每类装备的评估指标体系,设计传染病现场防控装备评估指标体系专家调查表。

(4) 传染病现场防控装备效能评估研究。传染病现场防控装备效能评估主要包括单件装备效能评估和装备体系效能评估。

本课题分析了目前主要装备评估方法的优缺点,根据传染病现场防控装备具体特点,提出基于主客观权重的灰色综合评价法和模糊综合评价法对单件装备进行效能评估。在对两种方法进行详细分析和实例验证后得出模糊综合评价法更适合本研究。为此,课题采用模糊综合评价法对单件装备效能评估。在得到单件装备效能值的基础上,通过选取每类装备的典型装备聚合得到装备体系的效能值。选取某一级、二级、三级疾病预防控制机构的实际装备进行装备体系效能评估并对评估结果进行了讨论。结果表明,所建装备体系和评估指标体系较为科学,评估方法得当,评估结果较为客观。

2 装备效能评估系统设计

2.1 系统需求分析

为实现传染病现场防控装备效能评估系统的辅助决策作用,针对传染病现场防控装备效能评估工作的实际,本系统应该具有以下功能:

(1) 具备各类数据的维护功能。包括用户的管理,装备体系信息、装备指标体系信息、装备指标参数信息、专家信息、专家打分信息等数据信息的维护,还包括对数据信息的增加、删除和修改的操作。

(2) 具有装备效能的评估求解功能。可实现对单件装备效能评估和装备体系效能评估。

(3) 具有对基本信息的综合查询功能。包括装备体系、指标体系等各类信息的交互式查询、浏览、显示和输出。

(4) 具有对评估结果的显示与打印输出的功能。

2.2 系统总体结构设计

本文运用系统工程方法,采用基于C/S的软件架构,分

析装备效能评估过程的业务流程和数据流程。根据确定的装备体系、装备指标体系和装备评估体系,运用结构化方法设计系统总体结构。该系统主要由基础数据层、数据处理层和用户操作层3个层次构成^[3],见图1。

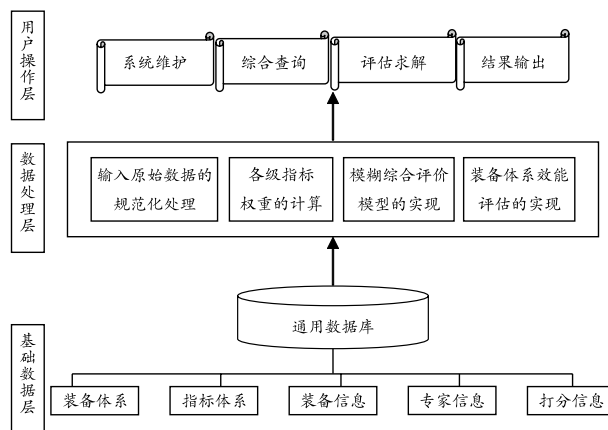


图1 传染病现场防控装备效能评估系统总体结构图

基础数据层是整个效能评估系统数据信息的基础层,数据信息存储在通用数据库中。通用数据库依据一定的数据规范和标准实现数据的存储,包含装备体系信息、装备指标信息、装备信息、专家信息、打分信息等。

数据处理层是整个系统的核心部分,分析与处理整个系统的数据信息,保障系统各类功能模块的实现。该层通过集成整合系统,进行原始数据的规范化处理、各级指标权重的计算、模糊综合评价模型实现等操作,最终提供用户操作层所需要的数据信息。

用户操作层是系统最终操作的可视化显示,通过交互式的系统界面,显示数据处理层的处理结果。主要操作包括系统维护、综合查询、评估求解、结果输出等。

2.3 装备效能评估实现流程

传染病现场防控装备效能评估按目的来分可分为两部分:①构建各类装备评估指标体系进行单件装备效能评估;②在单件装备效能评估的基础上进行装备体系效能的评估。具体评估实现流程,见图2。

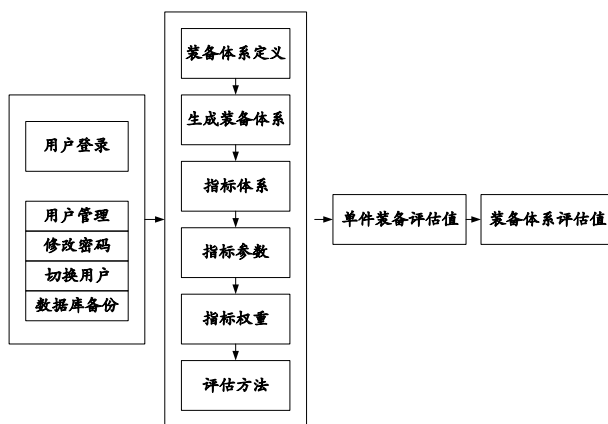


图2 装备效能评估实现流程图

2.4 系统功能模块设计

系统的功能模块结构设计, 见图 3。

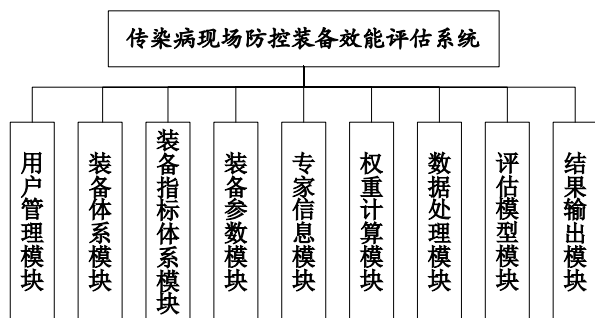


图3 传染病现场防控装备效能评估系统功能模块图

(1) 用户管理模块。检验用户合法性、修改用户名、密码等功能以及对用户操作具体模块的权限管理。

(2) 装备体系模块。实现对装备体系管理, 包括体系具体装备的增加、删除、修改功能。

(3) 装备指标体系模块。实现对各类装备的评估体系指标的增加、删除、修改功能。

(4) 装备参数模块。实现对装备的参数信息的录入、删除、修改功能。

(5) 专家信息模块。实现对专家信息及专家打分的录入、删除、修改功能。

(6) 权重计算模块。实现各指标的主观权重、客观权重以及主客观综合权重的计算。

(7) 数据处理模块。实现对录入原始数据的规范化处理。

(8) 评估模型模块。实现对各评估模型方法的选择。

(9) 结果输出模块。实现评估结果的输出, 包括单件装备效能评估值和装备体系效能评估值。

2.5 数据库结构

数据库在评估系统中的地位非常重要, 数据库结构的好坏直接影响评估系统的运行效率。数据库结构的合理设计可有效提高数据存储的效率, 保证数据的完整性和一致性^[4-5]。

本文利用 MySQL 数据库管理系统构建数据库, 通过对系统功能模块的分析, 确定建立用户信息表、权限信息表、装备信息表、专家信息表等数据表。

其他数据如装备体系、装备指标体系、装备指标参数、专家打分数据等数据表的创建均为动态创建, 管理员和用户可根据评估的实际需要创建各数据表。

3 装备效能评估系统实现

本系统在 Microsoft Visual Studio 开发环境下, 利用 C# 语言进行开发。Microsoft Visual Studio 是美国微软公司的开发工具包, 包括了整个软件生命周期所需要的大部分工具, 开发的代码适用于微软支持的所有平台, 是目前最流行的 Windows 平台应用程序的集成开发环境。C# 是微软

公司发布的一种面向对象的高级程序设计语言, C# 集成了 VB 简单的可视化操作和 C++ 的高效运行效率, 其操作能力强大、语言特性创新和面向组件编程便捷, 是 .NET 开发的首选语言^[6-8]。评估系统的操作界面, 见图 4。



图4 装备交通评估系统操作界面

系统操作界面简捷, 能够实现用户登录、用户管理、权限管理、装备体系维护、装备指标体系维护、数据规范化处理、专家信息维护及打分、指标权重计算、装备评估等操作。下面对一些重点操作进行描述。

(1) 装备体系维护。点击进入装备体系管理界面, 管理员和用户可在系统界面左侧区域内查询、增加装备体系及装备体系下各类具体装备, 也可执行对装备或装备体系的删除操作。

(2) 装备指标体系维护。点击进入装备体系管理界面, 管理员和用户可在系统界面左侧区域查询、增加、删除参评装备体系的指标, 可在系统界面右侧区域查询、增加、删除下级指标, 并对下级指标定义数据类型。

(3) 数据规范化处理。装备指标数据录入后, 点击进入数据处理模块对指标数据进行规范化处理, 可针对不同类型的指标数据选择不同的规范化方法。规范化方法包括极大优型指标计算、极小优型指标计算、固定优型指标计算、区间极大优型指标计算及区间极小优型指标计算等。

(4) 专家信息维护。点击进入专家信息管理界面, 可以对专家信息进行增加、删除、修改操作。专家信息主要包括编号、姓名、年龄、职称、工作单位、联系电话、工作经历及状态等。

(5) 专家打分。进入专家打分管理界面, 选择需要进行打分的项目, 形成指标两两比较判断矩阵, 选择打分专家, 录入专家打分值, 点击“保存”完成打分。

(6) 指标权重计算。专家打分信息及各评估装备指标数据录入完成后, 可对指标权重进行计算。指标权重分为主观权重、客观权重和主客观综合权重 3 种, 可根据实际需求选择合适的权重计算方法, 本文选用主客观综合权重。

(7) 装备评估模块。装备评估模块包括单件装备效能评估模块和装备体系效能评估模块。选择需要评估的单件装备, 再点击“计算并保存”按钮得到各评估装备的单件装备效能值及对应评价等级。在装备体系所有典型单件装

备效能评估计算完成后,点击装备体系效能评估界面,选择装备体系的典型装备,再点击“计算并保存”按钮得到装备体系的效能值及对应评价等级。

4 装备效能评估系统测试

选取东部地区某一级疾病预防控制机构,采取函调的方法调查该单位的传染病现场防控装备现状,每类装备选取3件典型装备。典型装备是指该类装备中性能及配置较为先进的装备。当该类装备配置不足3件时,取该类装备所有的装备。采样模糊综合评价模型用于评估典型单件装备的效能值,再利用聚合函数计算装备体系效能值。

一级疾病预防控制机构现场防控典型装备效能评估结果,见表1。

表1 一级疾病预防控制机构装备体系效能评估值明细表

序号	装备种类	装备型号	单件装备效能评估值	体系效能值
1	监测装备	无	无	
2	采样装备	手持式空气采样器 Grab Air Bag Sampler	3.57	
3		空气颗粒物采样器 Tactical Air Sampler (Airmetrics miniVol)	3.86	
4		ZSC- II 智能恒温水样采样器	3.44	
5	检测装备	Bio-seeq PCR	3.32	
6		手持式快速检测化验仪 (RRHHA)	3.73	
7		SMART II	3.85	
8	消杀灭装	HDW-I 型超低容量喷雾器	3.78	
9	备	TL2003 手持式气溶胶喷雾器	3.71	3.70
10		HM 型环氧乙烷灭菌器	3.43	
11	个体防护	OPTI-FIT 系列全面罩	3.94	
12	装备	M6200 系列半面罩和 M6000 系列滤芯	3.72	
13		Tyvek® Coverall	3.78	
14	集体防护	Camfil MIDILAR MDA 高效空气过滤器	3.93	
15	装备	昌特 MIDILAR MDA 高效过滤器	3.76	
16		碧源 BY-30A 高效过滤器	3.67	

对选取的一级疾病预防控制机构的实际装备数据进行体系效能评估的测试,测试结果见图5。该机构装备体系的体系效能值为3.6999,效能评价等级为“良”,与实际计算结果相符。

测试结果表明,该系统运行稳定,具有较强的可靠性,评估测试结果与实际计算结果相符,符合装备效能评估的实际需求。

型号	效能
手持式空气采样器 Grab Air Bag Sampler	3.5712
空气颗粒物采样器 Tactical Air Sampler (Airmetrics miniVol)	3.8578
ZSC- II 智能恒温水样采样器	3.4423
Bio-seeq PCR	3.3217
Rapid Response Hand Held Assay (RRHHA)	3.7269
SMART II	3.8473
HDW-I 型超低容量喷雾器	3.7832
TL2003 手持式气溶胶喷雾器	3.7069
HM 型环氧乙烷灭菌器	3.4308
OPTI-FIT 系列全面罩	3.9426
M6200 系列半面罩和 M6000 系列滤芯	3.7184
Tyvek® Coverall	3.7833
Camfil MIDILAR MDA 高效空气过滤器	3.9314
昌特 MIDILAR MDA 高效过滤器	3.7624
碧源 BY-30A 高效过滤器	3.6718
中	差
2.5~3.5	1.5~2.5
效能	评价
3.6999	良

图5 一级疾病预防控制机构装备体系效能评估结果

5 结语

针对传染病现场防控装备效能评估的具体特点,在 Microsoft Visual Studio 开发环境下运用 C# 语言设计与实现传染病现场防控装备效能评估系统。首先对效能评估系统进行了总体设计,主要包括系统功能需求分析、系统总体结构和功能模块设计以及数据库的创建;其次,对效能评估系统的主要系统操作进行了系统阐述。最后,通过典型装备数据对评估系统进行了性能测试。结果表明,该系统符合评估需求,界面友好、性能稳定、操作简便、人机交互性好,能够为传染病现场防控装备的研发、配置、选型以及采购等提供重要参考依据和辅助决策平台。

[参考文献]

- [1] 疾病预防控制体系建设研究课题组.疾病预防控制体系建设研究报告:问题与对策[M].北京:人民卫生出版社,2006.
- [2] 于竞进,于明珠,苏海军,等.中国疾病预防控制体系的困境和改革要求[J].中国公共卫生管理,2007,23(2):96-98.
- [3] 于航,王若平,赖利国.模糊综合评价方法的软件实现[J].新技术新工艺,2010,(9):104-107.
- [4] 栾振涛.卫生装备维护信息管理及评估系统的设计与开发[J].医疗卫生装备,2007,28(10):69-71.
- [5] 苏赛,朱昭俊,段哲,等.基于C#的TCP网络通信的研究与应用[J].电脑编程技巧与维护,2013,(4):39-41.
- [6] 龚幼,李上海.基于C#船舶设计模糊综合评价方法的软件实现[J].科学技术与工程,2011,11(16):3714-3719.
- [7] 姜山,刘志成,王燕.基于.NET技术的医疗设备管理系统的设计与开发[J].中国医疗设备,2014,29(3):48-50.
- [8] 李辉.军队医院卫生装备全程质量管理体系的设计与开发[D].西安:第四军医大学,2012.

基于数字网络通讯技术的数字化手术示教系统

A Digital Operation Teaching System Based on Digital Network Communication Technology

杨新光, 石秀兵, 吴志刚,
刘亮, 王旁, 王德宇
第四军医大学西京医院 医疗科, 陕西
西安 710032

YANG Xin-guang, SHI Xiu-bing,
WU Zhi-gang, LIU Liang,
WANG Pang, WANG De-yu
Department of Medicine, Xijing Hospital,
The Fourth Military Medical University,
Xi'an Shanxi 710032, China

[摘要] 目的 解决模拟信号在手术示教直播录制过程中不能随意变更视频接收终端的问题。方法 分析现有模拟信号在手术示教转播中的应用不足, 将数字网络通讯技术应用于手术示教系统, 实现了手术中的视频互动直播教学。结果 该系统提高了手术转播录制视频的清晰度, 可更加便捷地增加视频接受终端。结论 系统能很好地满足医院围绕医疗、教学、科研为目的数字化建设需求, 有助于临床医师之间的学术交流。

[关键词] 数字网络; 通讯技术; 监护仪; 手术示教系统

Abstract: Objective To solve the problem that video-receiving terminals of simulation signals cannot be randomly changed during live operation recording and teaching. Methods Through analysis of the deficiency of existing analog signal broadcast in surgery teaching, the digital network communication technology was applied to the operation teaching system, which realized the intra-operative interactive video teaching. Results The system improved the definition of operation broadcast recording video and made it more convenient to add video-receiving terminals. Conclusion The system could meet the requirements of digital hospital construction in medical treatment, teaching and scientific researches, which promoted the academic communication between clinicians.

Key words: digital network; communication technology; monitors; operation teaching systems

[中图分类号] TP37 [文献标识码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.029

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0093-03

0 前言

传统的手术视频传输是基于模拟信号的延伸技术来实现的, 这种方式存在施工复杂、信号干扰大及不可随意改变接收点等弱点, 不仅操作使用繁杂且系统维护工作量大, 还不能与医院新建设的信息化系统对接, 已成为医院信息化建设中的壁垒^[1]。随着网络信息化技术的飞速发展, 基于 TCP/IP 协议的数字网络通讯技术的手术示教系统, 不但很好地解决了变更视频接收点问题, 而且实现了手术视频的全高清记录^[2]。视频可以进行后期编辑、存储到录播服务器上供交流学习, 并且达到在手术室直接完成本地视频会诊

及远程会诊。

1 设计思路

基于上述需求, 我们根据国家智能建筑设计标准视频转播录制系统的要求, 本系统设计应符合下列要求:

(1) 实现多参数监护仪及计算机信息等同步输入信号源, 支持多路的视频输入, 支持视频及高清的电脑屏幕输入方式。

(2) 采用基于 IP 技术的网络手术视频实时系统, 不但通过网络实时接收视频直播, 也适用于广域网远程的接收实时手术直播。

(3) 达到高清流畅的视频及视频与声音同步需要, 高清摄像头通过 HDMI (高清晰度多媒体接口) 输出; 计算机数据采集最大分辨率 1600 × 1200 帧率, 30 帧/s; 手术实时

收稿日期: 2015-03-27 修回日期: 2015-05-29
本文作者: 杨新光, 工程师, 主要从事计算机软件、计算机网络、远程教育方面的研究。
通讯作者: 王德宇, 主治医师, 主要从事医院管理研究。
通讯作者邮箱: 42344020@qq.com

视频直接通过摄像头拍摄,音频通过全向麦克风直接进入视音频服务器设备进行硬件采集、压缩,高度保证了清晰度及色彩的真实性和完整性。系统支持多线路连接,高清与 VGA 任意组合视频源(包括电脑中的电子资料信息、音频信息等)^[3]。

(4) 系统在手术室直接完成各项会诊工作^[4]。

2 系统设备配置及拓扑结构

手术室内分别放置了 2~3 台高清编码器和 1 套语音交互终端设备。高清编码器用来采集术野摄像机信号、内镜图像、高清全景摄像机信号;语音交互终端设备用来和示教终端医生以及手术室内医生进行语音交互使用^[5]。手术室内的信号经过编码后传输到录播服务器上并存储,录播服务器将信号转发到示教室或者内网的计算机上,具有相关权限的用户就可以用分配给自己的用户名和密码访问录播服务器,接收手术室的图像及声音,或者点播录制好的音视频文件。系统拓扑结构图,见图 1。

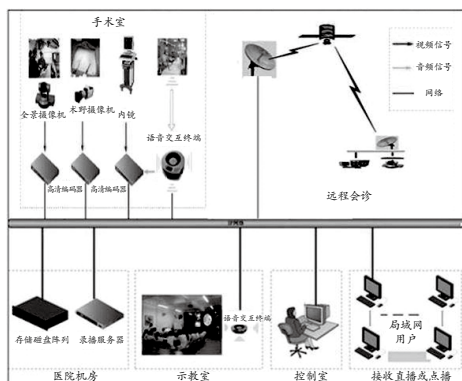


图1 系统拓扑结构图

3 系统组成

手术示教系统由 5 部分组成:信号采集部分、信号存储转发部分、信号接收显示部分、控制管理及语音交互部分、远程会诊。

3.1 信号采集

信号采集部分主要负责采集医疗活动中所需要传输和记录的各种信号,编码压缩后通过 IP 网络发送给录播服务器。信号采集部分采集的信号包括全景摄像机信号、医护仪器信号、PC 视频信号、音频信号。信号采集部分主要的设备为高清编码器、标清编码器、高清摄像机、音频交互设备^[6]。信号采集编码流程,见图 2。

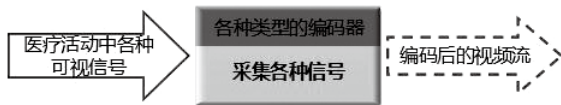


图2 信号采集编码流程图

3.2 信号存储转发

信号存储转发部分主要设备有录播服务器、磁盘阵列等。

信号存储转发主要负责将网络接收到的前端各种编码器信号,发送到录播服务器。录播服务器接收网络中编码器发送的视频流后进行多路组合录制,同时将直播手术室的多路视频流,通过录播服务器处理后直接存储到扩展的 IP-SAN 内。通过网络发送直播视频流到接收客户端,同时还响应接收多客户端的点播请求,手术完毕后即可点播。

3.3 信号接收显示部分

信号接收显示部分,主要负责从网络接收前端多媒体录播服务器发送的视频流解码,然后输出给各种显示设备。客户端通过授权 PC 使用 REACH.CL600 多媒体录播服务器(软件/硬件),就能接收手术直播、点播、远程会诊等需求。

3.4 控制管理及语音交互部分

控制管理主要通过 PC 及软件提供给用户直观、便捷的系统管理方式,再通过 IP 网络对各种设备进行管理控制以及系统的功能扩展等。

语音交互主要通过 IP 语音终端完成手术室与示教观摩端之间的语音交流功能,通过 IP 网络实现手术室与示教室的语音交流。两个 IP 语音终端即可实现手术室与示教室间点对点的语音交流,通过多方语音交互系统可扩展三方及以上的语音交互。语音交互示意图,见图 3。

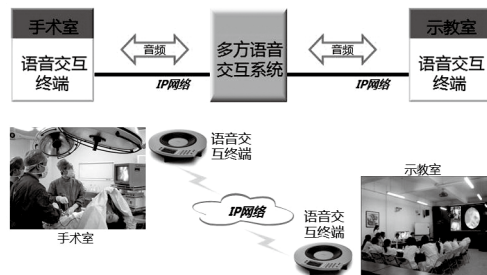


图3 语音交互示意图

3.5 远程会诊

主刀医生在手术过程中碰见疑难问题,可以在手术室内网 PC 访问 REACH.CL600 客户端,填写会诊申请单保存到 REACH.CL600 视频服务器。审批部门通过访问 REACH.600 服务器,第一时间对会诊申请单进行审批,并组织专家到远程会诊中心进行会诊。远程会诊中心接到会诊通知单,访问 REACH.CL600 视频服务器建立远程会诊。远程会诊流程示意图,见图 4。

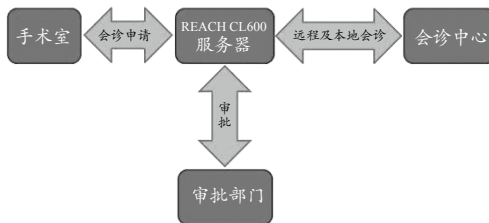


图4 远程会诊流程示意图

4 结论

该系统运用数字网络通讯技术,解决了现有模拟信号在手术示教直播录制过程中不能随意变更视频接收终端等问题。与同类系统相比,可以更加便捷地增加视频接收终端,提高手术转播录制视频的清晰度和语音质量,实现视频互动直播,并同步完成视频与语音的编辑合成。该系统很好地满足了医院围绕医疗、教学、科研为目的的数字化建设^[7-8],有效地缩短了患者救治时间,促进了临床医生之间的学术交流,进一步推动了向未来数字化医院迈进的步伐。

[参考文献]

- [1] 韩乾.我院数字化手术室音视频通讯网络及应用[J].中国医疗设备,2012,27(1):68-72.
- [2] 朱晨雁,施华强.远程病理诊断的现状与发展趋势[J].诊断病理学杂志,2010,(1):49,53.
- [3] 陈欢,李劲松,周天舒,等.全高清1080P手术示教系统的设计与实现[J].中国数字医学,2010,(1):43-46.
- [4] 符峰钊,罗娟,唐晓东.中小型医院手术示教系统的建立及问题处理[J].实用医药杂志,2011,(3):279-281.
- [5] 王国宏,郑富强,孙文泽,等.数字化手术室手术示教系统的设计与应用[J].医疗卫生装备,2010,(10):84-85.
- [6] 吴正启,陈晓芳.区域超声影像远程会诊网络平台的构建及质量控制[J].信息化研究,2010,(1):9-11.
- [7] 张鹏.远程病理学的发展现状及展望[J].浙江临床医学,2004,(7):633-634.
- [8] 彭毅,张宏阳.数字化手术室的基础设施建设与讨论[J].中国医学装备,2010,(1):2-4.
- [9] Roy S,Wang WT,Carass A,et al.PET attenuation correction using synthetic CT from ultrashort echo-time MR imaging[J]. J Nucl Med,2014,55(12):2071-2077.
- [10] Catana C,van der Kouwe A,Benner T,et al.Toward implementing an MRI-based PET attenuation-correction method for neurologic studies on the MR-PET brain prototype[J].J Nucl Med,2010,51(9):1431-1438.
- [11] Weiger M,Stampanoni M,Pruessmann KP.Direct depiction of bone microstructure using mri with zero echo time[J]. Bone,2013,54(1):44-47.
- [12] Coombs BD,Szumowski J,Coshow W.Two-point Dixon technique for water-fat signal decomposition with B0 inhomogeneity correction[J].Magn Reson Med,1997,38(6):884-889.
- [13] Navalpakkam BK,Braun H,Kuwert T,et al.Magnetic resonance-based attenuation correction for PET/MR hybrid imaging using continuous valued attenuation maps[J].Invest Radiol,2013,48(5):323-332.
- [14] Wagenknecht G,Kaiser HJ,Mottaghy FM,et al.MRI for Attenuation Correction in PET: Methods and Challenges[J]. MAGMA,2013,26(1):99-113.
- [15] Rota Kops E,Herzog H.Alternative methods for attenuation correction for PET images in MR-PET scanners[J].IEEE Nucl Sci Conf R,2007,6:4327-4330.
- [16] Rota Kops E, Herzog H. Template-based attenuation correction for PET in MR-PET scanners[J].IEEE Nucl Sci Conf R,2008:3786-3789.
- [17] Hofmann M,Steinke F,Scheel V, et al.MRI-based attenuation correction for PET/MRI: a novel approach combining pattern recognition and atlas registration[J].J Nucl Med,2008,49(11): 1875-1883.
- [18] Bezrukov I,Schmidt H,Mantlik F,et al.MR-based attenuation correction methods for improved PET quantification in lesions within bone and susceptibility artifact regions[J].J Nucl Med,2013,54(10):1768-1774.
- [19] Johansson A,Karlsson M,Nyholm T.CT substitute derived from MRI sequences with ultrashort echo time[J].Medical Physics,2011,38(5):2708-2714.
- [20] Mollet P,Keereman V,Clementel E,et al.Simultaneous MR-compatible emission and transmission imaging for PET using time-of-flight information[J].IEEE Trans Med Imaging, 2012,31(9):1734-1742.
- [21] Mollet P,Keereman V,Bini J,et al.Improvement of attenuation correction in time-of-flight pet/mr imaging with a positron-emitting source[J].J Nucl Med,2014,55(2):329-336.
- [22] Nuyts J,Dupont P,Stroobants S,et al.Simultaneous maximum a posteriori reconstruction of attenuation and activity distributions from emission sinograms[J].IEEE Trans Med Imaging,1999,18(5):393-403.
- [23] Salomon A,Goedicke A,Schweizer B,et al.Simultaneous reconstruction of activity and attenuation for PET/MR[J].IEEE Trans Med Imaging,2011,30(3): 804-813.
- [24] 沈国华,周绿漪,贾志云,等.最新PET/MRI成像的研制进展[J].中国医疗设备,2014,29(1):59-62.
- [25] 刘家金,富丽萍,尹大一,等.PET/MR一体机安装、调试及临床初步应用[J].中国医疗器械信息,2013,(10):15-20.



上接第78页

- [19] Roy S,Wang WT,Carass A,et al.PET attenuation correction using synthetic CT from ultrashort echo-time MR imaging[J]. J Nucl Med,2014,55(12):2071-2077.
- [20] Catana C,van der Kouwe A,Benner T,et al.Toward implementing an MRI-based PET attenuation-correction method for neurologic studies on the MR-PET brain prototype[J].J Nucl Med,2010,51(9):1431-1438.
- [21] Weiger M,Stampanoni M,Pruessmann KP.Direct depiction of bone microstructure using mri with zero echo time[J]. Bone,2013,54(1):44-47.
- [22] Coombs BD,Szumowski J,Coshow W.Two-point Dixon technique for water-fat signal decomposition with B0 inhomogeneity correction[J].Magn Reson Med,1997,38(6):884-889.
- [23] Navalpakkam BK,Braun H,Kuwert T,et al.Magnetic resonance-based attenuation correction for PET/MR hybrid imaging using continuous valued attenuation maps[J].Invest Radiol,2013,48(5):323-332.
- [24] Wagenknecht G,Kaiser HJ,Mottaghy FM,et al.MRI for Attenuation Correction in PET: Methods and Challenges[J]. MAGMA,2013,26(1):99-113.
- [25] Rota Kops E,Herzog H.Alternative methods for attenuation correction for PET images in MR-PET scanners[J].IEEE Nucl Sci Conf R,2007,6:4327-4330.
- [26] Rota Kops E, Herzog H. Template-based attenuation correction for PET in MR-PET scanners[J].IEEE Nucl Sci Conf R,2008:3786-3789.
- [27] Hofmann M,Steinke F,Scheel V, et al.MRI-based attenuation correction for PET/MRI: a novel approach combining pattern recognition and atlas registration[J].J Nucl Med,2008,49(11): 1875-1883.
- [28] Bezrukov I,Schmidt H,Mantlik F,et al.MR-based attenuation correction methods for improved PET quantification in lesions within bone and susceptibility artifact regions[J].J Nucl Med,2013,54(10):1768-1774.
- [29] Johansson A,Karlsson M,Nyholm T.CT substitute derived from MRI sequences with ultrashort echo time[J].Medical Physics,2011,38(5):2708-2714.
- [30] Mollet P,Keereman V,Clementel E,et al.Simultaneous MR-compatible emission and transmission imaging for PET using time-of-flight information[J].IEEE Trans Med Imaging, 2012,31(9):1734-1742.
- [31] Mollet P,Keereman V,Bini J,et al.Improvement of attenuation correction in time-of-flight pet/mr imaging with a positron-emitting source[J].J Nucl Med,2014,55(2):329-336.
- [32] Nuyts J,Dupont P,Stroobants S,et al.Simultaneous maximum a posteriori reconstruction of attenuation and activity distributions from emission sinograms[J].IEEE Trans Med Imaging,1999,18(5):393-403.
- [33] Salomon A,Goedicke A,Schweizer B,et al.Simultaneous reconstruction of activity and attenuation for PET/MR[J].IEEE Trans Med Imaging,2011,30(3): 804-813.
- [34] 沈国华,周绿漪,贾志云,等.最新PET/MRI成像的研制进展[J].中国医疗设备,2014,29(1):59-62.
- [35] 刘家金,富丽萍,尹大一,等.PET/MR一体机安装、调试及临床初步应用[J].中国医疗器械信息,2013,(10):15-20.



掌上挂号系统的设计与实现

Design and Implementation of a Mobile Registration System

孔帆帆, 贝乾

苏州大学附属第二医院 信息中心,
江苏 苏州 215002

KONG Fan-fan, BEI Qian

Department of Information, The Second
Affiliated Hospital of Suzhou University,
Suzhou Jiangsu 215004, China

[摘要] 在分析了医院各种挂号平台优缺点的基础上, 开发了一种掌上挂号系统。本文详细介绍了系统结构设计、功能设计和运行环境及操作方法。掌上挂号系统方便患者自主挂号, 可减少门诊窗口工作人员的压力, 一定程度上缓减了医院的管理压力。

[关键词] 掌上挂号系统; 系统架构设计; 移动设备; 医院信息系统

Abstract: On the basis of analysis of advantages and disadvantages of various registration systems in the hospital, a mobile registration system was developed. This paper expounded its structure and function design as well as operation environment and operation methods. The system made it more convenient for patients to perform self-help registration and alleviated the pressure of staff working in the inpatient window, which reduced the pressure of management in the hospital to some extent.

Key words: mobile registration system; system structure design; mobile devices; hospital information systems

[中图分类号] TP311.52 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.030

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0096-03

0 前言

医院掌上挂号系统是以病人为中心开展医疗服务的重要改革措施, 对于方便群众就医、提高医疗服务水平具有重大意义。医院施行预约和实时诊疗服务, 有利于患者进行就医咨询, 提前安排就医计划, 减少候诊时间, 也有利于医院提升管理水平, 提高工作效率和医疗质量, 降低医疗安全风险^[1]。

当前, 国内有许多实施预约诊疗服务的医院, 以及从事相关服务的公司, 但在系统的标准化、管理制度化、使用方便化等方面都存在一定缺陷。为在一定程度上解决患者“挂号难, 就医难”的问题, “掌上自助挂号系统”采用了信息化的方式, 通过各种移动终端设备等途径给患者提供医院的实时就诊信息, 方便患者就诊。

1 掌上挂号系统的功能

掌上挂号系统在分析了其他各种挂号平台优缺点的基础上, 同时调查分析了数千名患者需求, 对数据进行分析整理后, 得出患者必须的功能需求, 开发了相应的系统功能^[2-3]。

收稿日期: 2014-12-22
作者邮箱: kongff1109@qq.com

修回日期: 2015-01-05

1.1 选择医院

笔者开发的掌上挂号系统提供了两种查询方式, 让患者尽快找到合适的医院。第一种是通过患者的 GPS 信息进行定位, 查找到离患者最近的医院信息以供患者选择; 第二种是提供患者的历史就诊记录, 让患者选择之前就诊的医院信息, 从而免去了要到处下载客户端的麻烦。

1.2 查询排班信息

患者选择医院后, 就可以查询该医院的排班信息。操作步骤为: 选择科室→选择医生→查询排班信息。这里也可以用个各种方式进行组合, 比如选择某个科室下面的某个医生进行查询, 或者根据医生姓名进行查询, 或者根据医生的职称进行查询。查询得到的结果是由各个医院的信息系统 (HIS) 接口返回的真实数据。

1.3 选择/新增患者

很多掌上的客户端都没有为多个患者进行考虑, 而在实际中很多患者不会进行网络操作 (如部分老年人以及对网络比较陌生的人群), 但他们可以通过亲戚朋友进行掌上挂号。为此设计新增患者界面, 通过输入患者的身份证、电话号码、姓名、性别、就诊卡号、家庭住址等基本的信息, 掌上挂号系统将其保存在本地, 就可以为亲友实现挂号, 从而解决了不熟悉网络的患者的需求。

1.4 预约挂号

选择医生、选择患者之后,点击“预约挂号”模块的“挂号”按钮,掌上挂号系统就通过公网向医院的 HIS 发起请求,进入挂号流程,并把挂号的结果返回给患者。实际的过程分为两步,首先掌上挂号系统会锁定指定医院的号源信息,然后系统再对该号源进行挂号,从而避免了挂号号的问题。

1.5 查询历史记录

系统提供查询历史挂号记录的功能,用户可以通过不同的方式,选择不同的时间段,查询不同患者的就诊信息。在查询历史记录的同时,也可以查询当前挂号的记录,包括已过期和未过期,已缴费和未缴费几种类型记录。对于未过期的挂号信息,提供选择“取消”功能,以免造成不必要的损失。

1.6 缴费功能

缴费功能是掌上挂号系统很重要的一个功能,它可以为医院解决号源失效的问题。比如某个患者在网上进行了预约,但因为临时有事或其他原因,没有去医院及时就诊,在他取消挂号之前,医院就浪费了部分资源。通过预缴费功能,当患者点击挂号之后,就会弹出缴费页面,显示当前号源的挂号费用;在用户确认之后,掌上系统就会通过支付宝或银联预先扣去保证金(图1),从而一定程度避免了浪费资源。

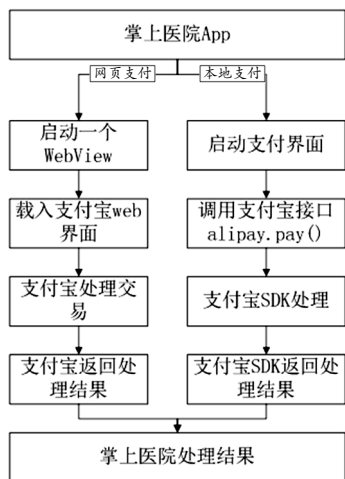


图1 缴费功能示意图

1.7 其他功能

掌上挂号系统还提供了比较人性化的功能,比如加入了时下流行的“push”功能,及时地为患者推送各种有用的信息;比如某个医生发现某个患者未能按期来检查,可以通过“push”推送一个消息到患者的设备上,提醒患者及时前往医院诊治;比如患者进行了网上预约,因为事情耽搁,系统可以自动提醒患者关注预约信息,及早做出相应的安排。另外,掌上系统还提供了健康咨询等模块,方便用户查询相关的健康信息,了解自己的健康状态^[4]。

2 掌上挂号系统环境分析及设计

掌上挂号系统不同于医院其他信息系统,它位于公网的环境,对网络速度、信息安全方面都有一定的要求。基于各方面的综合考虑,整个系统可以分为客户端和服务端两部分。按照挂号途径可以分为人工和自助两种方式,按照网络途径可以分为局域网和公网两种方式,分别通过多种媒介让患者达到快速挂号的目的。系统流程示意图,见图2。

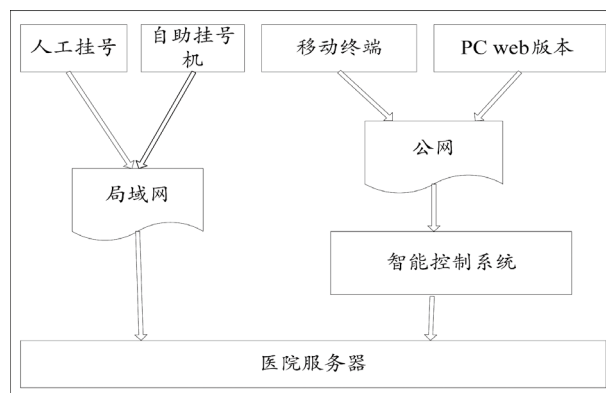


图2 系统流程示意图

2.1 客户端设计

掌上系统的客户端支持各种型号的移动设备,包括 iPhone 手机、Android 手机、各种 Pad 设备;自助挂号机分布在各个医院内,以及 PC 终端,以 Web 的方式或者应用程序的方式访问服务器。

2.2 服务器端设计

硬件环境:CPU 为 8 核,内存为 8 G,带宽为 5 M。

软件环境:采用 Strut2 + MyBatis 为主框架。strut2 负责处理来自客户端的请求,MyBatis 负责与数据库 MySQL 交互。以 Apache Tomcat 为容器,以 Jenkie 为自动打包部署环境。整个服务器部署在阿里云上,操作系统为 64 位操作系统 CentOS。

服务器端又分为各个医院私有云和针对公网的公有云系统(智能控制系统),医院的私有云存储了医院内部的数据信息,包括科室列表、医生列表、患者列表等私有信息。智能控制系统负责公网和私网的对接,处理与挂号相关业务逻辑数据,以及对用户信息、充值等涉及安全性的问题进行控制。

2.3 智能控制系统架构设计

智能控制系统,处理来自 client 的 HTTP 请求或者 Socket 请求(扩展功能),在兼顾并发性、实时性的同时,还要考虑安全性的问题,所以这些方面对服务器端是一个较大的考验。整个系统的架构采用 VMC 模式,client 端的 page 等属于表现层;Server 端的 Strut2、Jaksen、Validation 属于控制层;而 Server 后台的 Mybatis、Freemarker,以及

MySQL 都属于数据层。各层负责的功能如下：

(1) Struts2：以 WebWork 为核心，采用拦截器的机制来处理用户的请求，这样的设计也使得业务逻辑控制器能够与 ServletAPI 完全脱离开，所以 Struts2 可以理解为 WebWork 的更新产品。由于 Struts2 的 Action 是一个请求对应一个实例（每次请求时都新 new 出一个对象），所以不存在线程安全方面的问题。

(2) Jakson：将 Java 对象转换成 json 对象和 XML 文档，同样也可以将 json、XML 转换成 Java 对象，方便数据的存储和传递。

(3) Validataion：是自定义的模块，完全自主设计，主要负责数据安全性方面的工作，比如对客户端的请求进行校验，对无效的请求进行过滤等。

(4) MyBatis：支持普通 SQL 查询，是存储过程和高级映射的优秀持久层框架。MyBatis 消除了几乎所有的 JDBC 代码和参数的手工设置以及结果集的检索。MyBatis 使用简单的 XML 或注解用于配置和原始映射，将接口和 Java 的 POJOs（Plain Old Java Objects，普通的 Java 对象）映射成数据库中的记录。简而言之，它简化了数据库操作的过程，只需要在一个 XML 文件中配置好相关的数据操作命令，就可以方便的在控制层中调用对应的数据库操作。

(5) Freemarker：是一个用 Java 语言编写的模板引擎，它基于模板来生成文本输出。FreeMarker 与 Web 容器无关，即在 Web 运行时，它并不知道 Servlet 或 HTTP。它不仅可以用作表现层的实现技术，而且还可以用于生成 XML、JSP 或 Java 等文档。

总体而言，Action 负责对 client 的请求进行分发；Service 负责对解析 Client 的请求，同时将其转化成 SERVER 需要的 Bean 信息，通过 MyBetas 或 FreeMarker 分别跟本地的数据库或各个医院的数据库进行数据交互，得到相关的信息；最终，通过 Jakson 把所有的数据以 Json 的格式返回给 Client。Client 端数据请求流程，见图 3。

用户通过网页或应用程序进入自助挂号管理系统，可以选择登录和注册两个功能模块。在得到系统的授权认证之后，可以进入挂号系统，分别查看该医院的科室信息和医生的信息，选择科室或者医生后可以看到该科室或该医生的排班信息，时间段为 1 周。选择好医生后，就可以进行挂号，把数据请求发送到 Web 服务器，Web 服务器将数据发送到医院本地的系统，并将最终的处理结果，返回给挂号系统。该操作结束后，用户可以在查询界面查看相关的挂号信息，还可根据自己的需求进行取消挂号等操作。

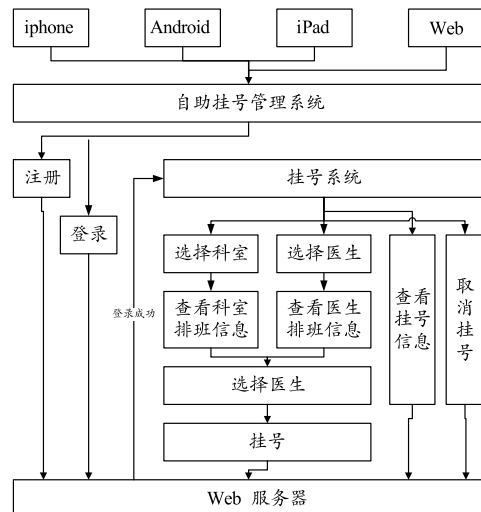


图3 Client端数据请求流程

3 结束语

在当今的移动物联时代，如何更加高效地解决用户的切身需求，方便、快捷为用户提供服务，是所有医院共同追寻的目标^[5]。掌上自助挂号系统，能进一步拉近患者和医院的距离，为患者提供实时有效的信息，在保证安全性的前提下，很好的给患者提供了便捷的服务^[6-8]，正是移动物联完美结合的体现。

[参考文献]

- [1] 张利. 门诊预约挂号的实践与效果[J]. 现代临床护理, 2011, (11): 60, 65.
- [2] 李振纲, 郝珍, 董盛霞. 大型综合性医院提高预约门诊率方式方法的研究[J]. 中国医院, 2011, (4): 10-12.
- [3] 封国生, 闫勇, 侯生才, 等. 完善预约挂号管理探索门诊服务创新[J]. 医院院长论坛, 2011, (5): 27-30.
- [4] 杨骅, 蔡全才, 王铁军, 等. 某医院门诊医患双方对预约挂号需求的调查研究[J]. 中国医院, 2012, (3): 32-35.
- [5] 肖久庆, 吴家锋, 封国生. 全面实施预约挂号方便患者就医[J]. 医院院长论坛, 2012, (2): 36-38.
- [6] 童思木, 钦煜, 席德江. 门诊预约挂号信息系统的应用[J]. 中国医疗设备, 2014, 29(8): 39-42.
- [7] 李翔, 唐慧. 多方式实时付费预约挂号平台的设计与实施[J]. 中国医院管理, 2011, 31(5): 70-71.
- [8] 季磊, 薛万国, 吕俊文, 等. 我院预约挂号系统的开发与应用[J]. 医疗卫生装备, 2010, 31(3): 56-58.

基于“军卫一号”人力资源管理系统的设计与实现

Design and Realization of a HR Management System Based on No.1 Military Medical Project

张文峰, 鲜荣华, 彭小斌
南京军区福州总医院 476临床部
信息科, 福建 福州 350002

ZHANG Wen-feng, XIAN Rong-hua, PENG Xiao-bin
Department of Information, No. 476
Clinical Section, Fuzhou General Hospital
of Nanjing Military Command, Fuzhou
Fujian 350002, China

[摘要] 本文介绍了基于“军卫一号”的人力资源管理系统的设计和实现过程, 重点阐述了该系统的设计思路、流程分析、系统特色和实现方法, 对实现军队医院的人力资源信息化管理有一定的实用价值和借鉴作用。

[关键词] 军卫一号信息系统; 人力资源管理系统; 医院信息系统

Abstract: This paper introduced the design and realization of a HR (Human Resources) management system based on No.1 Military Medical Project and focused on the design thought, flow analysis, characteristics and implementation procedure of the system. The system had demonstrated its practical effectiveness and provided some references for realization of HR informational management in the army hospital.

Key words: No.1 military medical project; human resource management system; hospital information system

[中图分类号] TP311.52 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.031

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0099-02

0 前言

“军卫一号”系统是以 ORACLE 数据库为平台, 以 PowerBuilder 语言开发的一套 C/S 结构的大型医院信息管理系统 (HIS)^[1], 目前在军队医院中获得广泛的应用。该系统涵盖了诊疗、收费、药品管理、物资管理、统计查询等一系列医院管理领域, 其相关业务子系统达到近百个, 但稍显欠缺的是, “军卫一号”系统没有自己的人力资源管理系统^[2]。长期以来, 许多部队医院的人事部门仍然依靠手工报表的方式来进行本院的人力资源管理^[3], 因此研发一套基于“军卫一号”的人力资源管理系统就显得尤为重要^[4]。

1 系统设计目标及流程分析

1.1 系统设计目标

本研究旨在建立一套基于“军卫一号”的人力资源管

理系统, 以满足人力资源管理工作需要, 并为医院各部门提供全方位、多维度的人力资源管理信息和统计报表数据, 从而提高医院人力资源管理效率。

1.2 数据库设计

考虑到与“军卫一号”的整合, 人力资源系统不单独创建数据库, 而是在“军卫一号”数据库中创建单独的表空间 (tsp_hr), 然后在表空间创建人力资源系统的用户、表、同义词、视图等数据库对象^[5-6], 这里不一一赘述。

1.3 流程设计

人力资源系统流程相对简单。包括人员新入、相关信息录入、人员续聘、人员调动、解聘或离职等几个环节^[7]。具体流程见图 1。

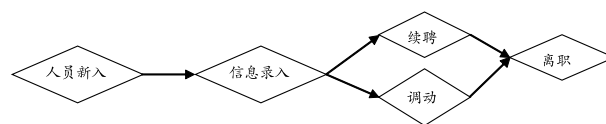


图1 人力资源系统流程图

收稿日期: 2014-12-09
作者邮箱: 18650758710@163.com

修回日期: 2015-05-05

2 系统实现

2.1 科室字典对照

人力资源系统要与“军卫一号”系统实现整合,首要的工作就是将人力资源系统的科室与“军卫一号”科室进行对照。“军卫一号”的科室字典分类详细主要和用户账号相关联^[8-9]。人力资源系统的科室字典是在“军卫一号”基础建立,其排序更加合理,并且科室划分为一级和二级科室。

2.2 图片上传和下载

对于人员照片的上传和下载,一般有两种方法^[10]。第一种方法是利用FTP站点或共享文件夹的方式,将照片上传到服务器的某个文件夹里,然后程序中通过访问该文件夹来读取照片^[11];第二种方法是照片以二进制文件的方式写入数据库的LONGRAW类型的字段中,需要读取的时候直接从数据库的照片字段(emp_picture)中读取^[12]。第一种方法实现起来比较简单,缺点是照片的存储和访问安全性低;第二种方法比较复杂,但安全性更高^[13]。本系统采用的是第二种方法。实现图片上传的核心代码如下:

```
ll_filelen = FileLength(ls_photofile) (获取图片文件的大小);
li_filenum = FileOpen(ls_photofile,STREAMMODE!,READ!,LOCKREAD!) (打开图片文件);
IF LL_FILELEN > 32765 THEN (如果文件大于 32765 个字节);
    LI_LOOPS = ((LL_FILELEN - 1) / 32765 + 1) (获取文件读取次数);
ELSE
    LI_LOOPS = 1 (如果文件小于 32765 个字节,文件只读取 1 次);
END IF
FOR LI_COUNTER = 1 TO LI_LOOPS;
    FILEREAD (LI_FILENUM, LB_READ) (将每次读取的文件内容赋予变量 LB_READ);
    LB_PICTURE = LB_PICTURE + LB_READ (将变量 LB_READ 赋予 LB_PICTURE);
NEXT
UPDATEBLOB EMP_INFO SET emp_picture =:LB_PICTURE WHERE id_no =:id_no using sqlca (将获取的图片内容存入数据库照片字段中)。
图片下载的核心代码如下:
SELECTBLOB emp_picture into :emp_id_pic FROM EMP_INFO WHERE id_no =:id_no using sqlca (将照片字段内容存入变量 emp_id_pic 中);
li_filenum = fopen (txtname,streammode!,write!,shared!,replace!) (创建并打开文件 txtname);
```

fwrite (li_filenum,emp_id_pic) (将变量 emp_id_pic 中的内容写入文件 txtname 中)。

3 人力资源系统功能及特色

3.1 系统功能

人力资源系统功能主要分4个部分^[3],包括人员管理、统计查询、字典维护、系统管理。其中人员管理模块涵盖了人员信息录入、人员续聘登记、人员调动管理、离职信息管理等;统计查询模块包括人员信息查询、统计分析报表、全院综合统计分析图等功能;字典维护模块包括字典维护和字典信息表维护;系统管理包括用户口令设置、系统界面风格设置等。

3.2 系统特色

(1) 实现了人员流动的全过程跟踪。即医院人员从新人、调动、进修、续聘、离职整个流动过程均可实现信息的跟踪和管理。

(2) 实现了人员信息的全方位管理。即对医院人员的基本信息、学历信息、家庭信息、继续教育情况、奖惩情况、任免情况等实现全方位管理,使医院管理部门对员工个人情况有全面的了解和掌握。

(3) 实现了人力资源的全视角分析。即为管理部门提供多种维度的统计汇总图表和报表数据,比如根据学历、年龄、身份、职称、工作类别等分类汇总医院的人力资源数据,根据不同时间段和不同部门汇总医院的人员流动情况等。

(4) 实现了与“军卫一号”的全面整合。由于该系统直接建立在“军卫一号”数据库基础上,并且实现了与“军卫一号”公共字典的良好对接,实际上可将之视为“军卫一号”的一个应用子系统,也为今后“军卫一号”其他子系统调用该系统数据或针对该系统进行的二次开发提供了良好的兼容性。

4 结语

综上所述,通过与“军卫一号”数据库的整合以及科室字典等基础信息的对照,本系统基本实现了与“军卫一号”系统的无缝衔接,较好地满足了我院人力资源管理的各种需求^[14],其统计查询及报表功能也比较齐全,对实现军队医院的人力资源信息化管理有一定的借鉴作用^[15]。

[参考文献]

- [1] 王蓉.PowerBuilder应用开发技术详解[M].北京:电子工业出版社,2001.
- [2] 皇甫宜娣.浅析医院信息化建设存在的问题与解决策略[J].科

下转第 88 页

便携式健康体检信息采集系统的研制与应用

Development and Application of a Portable Health Examination Information Acquisition System

刘侃, 何皎, 庄军, 朱立强
解放军第322医院 信息科, 山西 大同
037006

LIU Kan, HE Jiao, ZHUANG Jun,
ZHU Li-qiang
Department of Information, The 322nd
Hospital of the PLA, Datong Shanxi
037006, China

[摘要] 目的 研制便携式健康体检信息采集系统, 实现基层部队人员体检数据自动采集, 为军人电子健康档案系统提供准确的健康数据信息。方法 以移动存储介质做为信息采集、传递的载体, 使用PowerBuilder 9.0为工具开发便携式健康体检信息采集系统。结果 系统由人员基本信息登记程序、体检项目指标采集程序、检验标本信息采集程序、数据分类汇总接口程序组成, 实现了对体检信息实时精准的采集与传输。结论 便携式健康体检信息采集系统提高了基层部队体检信息采集的准确性和体检人员的工作效率, 提升了为部队服务水平。

[关键词] 便携式体检信息系统; 移动存储介质; 电子健康档案; 医院信息系统

Abstract: **Objective** To develop a portable health examination information acquisition system to realize automatic collection of soldiers' health examination information so as to provide accurate information for the military electronic health record system. **Methods** Taking the mobile storage media as the information carrier, the portable health examination information acquisition system was developed through PowerBuilder 9.0. **Results** The portable health examination information acquisition system was composed of personal information collection, indexes collection, sampling information collection and data classification binding interface, which realized accurate real-time collection and transfer of health examination information. **Conclusion** The system improved the accuracy of information acquisition and medical personnel's working efficiency, which improved military medical services.

Key words: portable examination information acquisition system; mobile storage media; electronic health records; hospital information system

[中图分类号] TP311.52 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.032

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0101-03

0 前言

随着我军卫勤保障任务的实施, 军事战斗人员健康标准由“状态健康”向“能力健康”提升, 官兵的健康需求由疾病预防、伤病救治向预防医疗保健一体化转变。为满足在新模式中的健康管理工作的新需求, 提高、创新、深化为兵服务的综合水平, 军队自2011年开始推广应用军人电子健康档案系统。该系统集预防、医疗保健管理于一体, 构建全员、全程、全要素的军队人员健康管理模式^[1]。军人电子健康档案系统应用的前提和基础是军人健康信息的

采集, 为使其顺利实施, 我院配套开发了适合医疗队下部队体检使用的便携式健康体检信息采集系统。在体检实施中使用该系统, 对军队人员健康数据信息实现快捷、准确、自动化的采集^[2-3]。

1 便携式体检信息采集系统程序设计

便携式体检信息采集系统的便携特点^[4-8]体现在: 抛开信息系统必须依托计算机网络环境运行的观念, 采用移动存储介质(如加密U盘)作为收集、传输数据的载体, 体检工作人员只需打开配备的笔记本, 插上U盘, 运行相

收稿日期: 2014-11-03
作者邮箱: 322xxk@sina.com

修回日期: 2015-01-22

关的程序就可以开展体检工作,体检过程既引用了信息化手段又保留继承了原有的体检模式^[9-11]。体检过程以受检官兵个体为中心,受检官兵的基本信息和体检信息均以文本文件形式存储在移动存储介质中,随体检流程在各体检环节实现数据采集,其工作流程见图1。

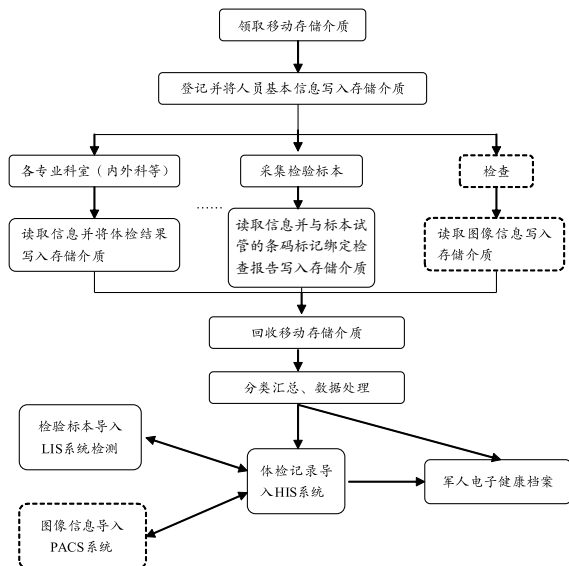


图1 便携式体检信息采集系统流程图

负责登记的工作人员利用读卡器读取军人保障卡或二代居民身份证(新兵使用)中的人员基本信息,存入U盘后发放给受检官兵;各专科室工作人员按体检流程的顺序在配备的笔记本电脑上操作读取U盘中的信息,并将体检结果写回U盘;在采集检验标本(血液、尿液)的同时,利用条码技术将标本信息与受检人员身份证号进行绑定,保存在U盘中;最终将全部受检人员的U盘回收汇总,再由统计汇总程序处理、分类、生成符合医院医疗信息系统(HIS),医院检验信息系统(LIS),影像存储与传输系统(PACS)等数据格式的数据导入包,由相关的系统进行加工生成军队人员电子健康档案系统所需要的健康信息^[12]。

2 便携式体检信息采集系统的实现

便携式体检信息采集系统采用Powerbuilder 9.0为前台开发工具,分别编写体检人员信息登记程序、体检项目指标采集程序、检验标本采集程序、(检查图像报告采集程序)、分类汇总接口程序等模块。所有数据信息均以文本文件的形式存入U盘,每一受检人员对应一份文本文件,文件的命名方式为:账号+姓名。文件的内容格式与HIS相应表的数据结构对应关系。文件内容结构见图2。

2.1 人员基本信息登记程序

采用读卡器自动读取军人保障卡或利用二代居民身份证(新兵)信息读取技术的双重方式,将读取的人员信息按HIS系统数据库中表INSURANCE_ACCOUNTS, PAT_



图2 文件内容结构

MASTER_INDEX, CLINIC_MASTER的数据格式要求写入文本文件中。

2.2 体检项目指标采集程序

各专科室体检医师使用体检项目指标采集程序,先从U盘中读取人员信息,再对所检项目进行勾选,或使用模板快速录入检查情况简述,数据存入文本文件对应的项目中,操作界面见图3。



图3 体检项目指标采集界面

2.3 检验标本信息采集程序

检验标本信息采集程序实现将装有标本的试管条码信息与受检人员信息进行绑定,在获取检材时同步完成。使用条码枪读取标本试管条形码,按试管前缀数码存入文本文件[LIS]项对应条目中,如试管条码为0100118414,前缀号为01则写入barcode_01=0100118414。标本送至后方医院,由LIS扫描试管条码获取受检人员相关信息,自动生成对应的检验结果。

2.4 分类汇总接口程序

体检流程最后环节使用分类汇总接口程序,实现回收U盘,并将体检过程中保存在U盘文本文件中的各类信息和指标信息汇总到本地小型ACCESS数据库中,待全部U盘中的数据汇总完毕再进行处理、加工,分别生成符合HIS、LIS、PACS和军人电子健康档案等系统的数据格式数据导入包。相关的信息系统中需要查询导入的数据表,见表1。

表1 系统网络连接状况表

HIS	LIS	军人电子健康档案系统
INSURANCE_ACCOUNTS	lis_data_patient	INSURANCE_ACCOUNTS
PAT_MASTER_INDEX	lis_data_barcodeorder	T_BASE_DETAIL
CLINIC_MASTER	lis_data_barcodestatus	T_BASEINFO
OUTP_TREAT_REC	lis_data_collection	JCXM
OUTP_ORDERS_COSTS	lis_data_cost	JYXM
OUTP_ORDERS	lis_data_cupbarcode	T_HEALTH
EXAM_MASTER		T_CEPING
EXAM_REPORT		TJ_LAB_RESULT
LAB_TEST_MASTER		TJ_PERSON_VS_TEST
LAB_RESULT		

注：HIS：医院信息系统；LIS：医院检验信息系统。

2.5 与HIS、LIS、PACS的衔接

(1) 与 HIS 的衔接。① 人员的基本信息：体检时利用军人保障卡或二代居民身份证采集到信息数据也要在 HIS 数据库中保存 1 份，这样在 HIS 数据库中的病人主索引记录 (PAT_MASTER_INDEX) 中也就存在了体检信息的数据，可用于日后查询、进行数据统计；② 就诊记录信息：官兵每 1 人次的体检，对医院而言，相当于 1 次门诊工作量，映射到 HIS 数据库中就是 1 次就诊记录，这样也就保证了统计数据的一致性，如在工作量统计分析中就能提供准确的数据信息。

(2) 与 LIS、PACS 的衔接。军人的检验检查有关的体检项目，首先在 HIS 中形成检验、检查申请信息，然后 LIS 与 PACS 从 HIS 数据库中提取申请信息；体检得到的结果回传给 HIS 相应的结果表中；军队人员电子健康档案系统再从 HIS 中去提取回传的数据。这样就可以充分发挥医院的资源优势，提升为兵服务水平。

(3) 与军人电子健康档案系统的衔接。① 体检导入包中的健康信息，如健康状况、内外科的一般检查，可以直接存入军人电子健康档案系统数据库中，直接利用；② 需要经过 LIS、PACS 系统处理的检验、检查的体检信息都存储在医院 HIS 数据库中，军人电子健康档案系统服务器端按军人保障卡账户信息，去 HIS 数据库中查找结果数据，一旦发现有电子健康档案需要的健康数据，便会自动提取保存，实现了数据的实时性采集。

3 应用效果

3.1 提高体检效率

便携式体检信息采集系统解决了人员基本信息手工采集登记用时长、差错率高的问题。各专业模块填报项目清

晰、明确，数据标准规范，使录入操作变得简单方便快捷，也将体检全过程纳入规范管理。该系统随行我院为兵服务体检分队到基层部队体检 9 次，受检人数达 900 余人，以往体检信息需要几天或更长的时间手工录入电子健康档案，现在体检数据当天即可导入到电子健康档案中。人员基本信息和检验标本通过读卡 and 条形码绑定，避免系统的原始数据出现错误、遗漏，数据准确可靠。

3.2 提升体检数据的准确率

经便携式健康体检信息采集系统采集处理过的数据可以为军人电子健康档案系统提供准确的军队人员健康信息，是军人电子健康档案系统的补充、完善，也探索创新了体检数据采集的方法、渠道，为官兵个体以及部队群体健康管理提供准确的依据。

3.3 适用范围广泛

该系统投入小、成本低，开设简单方便，适合于驻地远离医院，人员规模不大、不便于组织官兵到医院体检的单位使用。

3.4 提升为部队服务能力

便携式体检信息采集系统的实施，使后方医院信息化取得的成果（如检验联机系统、PACS 等系统）延伸于基层部队，使基层部队不出营区就能直接或间接地享受到与在后方医院相同的健康服务。同时引入信息化管理理念和手段，制定统一规范的体检流程，对体检业务活动全过程进行管控，为医院做好部队体检工作提供更多、更好、更规范的支持。

4 讨论

由于便携式体检信息采集系统开设简单，成本不高，在满足部队应用同时，还可以扩展到社区、乡镇等为驻地百姓体检中使用。同时所采集的数据信息通过处理可应用于其他需要健康信息的系统（如居民电子健康档案）。

加密 U 盘在插拔过程中容易损伤接口，造成数据传输不稳定甚至丢失，在技术的不断成熟，移动存储介质成本不断下降的今天，可以用非接触式存储替代以提高系统稳定性，并延长便携式体检信息采集系统的硬件使用寿命。目前应用便携式体检信息采集系统对检查图像采集还没有完全实现，与 PACS 的整合有待下一步完善。

[参考文献]

- [1] 张雁灵. 实施数字化卫勤工程引领我军卫勤战略转型[J]. 人民军医, 2011, 54(4): 259-262.
- [2] 文俭. 军队人员电子健康档案使用教材[M]. 北京: 北京军区联勤部卫生部, 2011.
- [3] 陈金雄, 刘宝妹, 钟俊华. 基于云计算的军人电子健康档案平

下转第 152 页

我院门诊医生出诊管理系统的设计与实现

Design and Implementation of an Outpatient-Visiting Management System for Physicians in the Hospital

洪瑞安, 杨保卫, 吴雅云

解放军第180医院 信息科, 福建 泉州
362000

HONG Rui-an, YANG Bao-wei
WU Ya-yun

Department of Information, The 180th
Hospital of PLA, Quanzhou Fujian
362000, China

[摘要] 本文通过总结分析现阶段军队医院门诊医生出诊安排系统存在的问题, 研发了我院门诊医生出诊管理系统。该系统兼容了我院的预约挂号平台, 避免了在安排医生出诊时出现冲突及信息不准确等现象, 从而解决了医生跨部门出诊和多程序协商等繁琐问题。

[关键词] 军卫一号信息系统; 医院信息系统; 医生工作站; 医院数字化

Abstract: This paper summarized problems in the outpatient-visiting management system in military hospitals and developed an outpatient-visiting management system for physicians in the hospital. In combination with the registration platform in the hospital, the system prevented the conflicts and inaccurate information in outpatient-visiting management so as to solve the problems in involvement of physicians from multiple departments and multiple complex procedures in outpatient visiting.

Key words: No.1 military medical project; hospital information system; physician workstation; hospital digitalization

[中图分类号] TP311.52 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.033

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0104-02

1 背景

目前, 大多数军队医院的门诊医生出诊安排还是使用“军卫一号”医院信息系统“门诊综合设置”的一个功能模块“门诊安排”。随着各家军队医院信息化的发展, 原有的门诊安排已经满足不了需求^[1-2]。主要存在如下几点问题:

(1) 各家医院对原有系统的医生出诊安排可能根据自身需求经过多次的开发, 没有形成一个统一的版本, 处于比较混乱的状态。

(2) 医生出诊安排信息冗余, 未坐各门诊的医生也有相应的号, 导致门诊号列表中的数据杂乱无章。

(3) 医生出诊安排信息不准确, 门诊坐诊的医生与门诊安排记录表中的数据不符。

(4) 支持“全预约”模式兼容性差、科室及医生信息维护不全等问题。

(5) 对医生出诊状态管控不及时; 对医生出诊前、出

诊中、出诊后的行为管控不到位。

(6) 医生出诊安排制度未完善。

通过总结上述存在的问题, 为了解决所存在的问题及兼容其他业务系统的使用提出了研发医生出诊管理系统^[3-4]。

2 医生出诊管理系统设计与实现

2.1 系统架构

医生出诊管理系统采用B/S模式, 框架使用的是struts2+Spring技术, 开发环境采用jsp+tomcat+oracle+MyEclipse进行研发。

2.2 系统的兼容性

医生出诊管理系统不仅要兼容我院的预约挂号平台还需兼容互联网上主流的预约挂号平台^[5-6]。根据各预约挂号平台实际使用专家、专科、普通号的情况进行动态调整分配预约号。

2.3 系统功能模块

医生出诊管理系统主要包括3大功能模块: 字典维护

收稿日期: 2014-11-03
作者邮箱: 719571985@qq.com

修回稿日期: 2015-05-05

模块、系统设置模块、出诊管理模块(图1)。

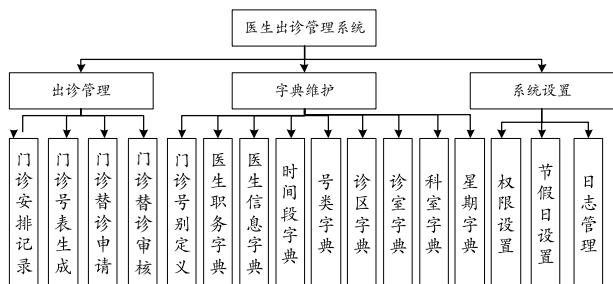


图1 系统功能模块框图

2.3.1 字典维护

字典维护内容包括门诊号别定义、号类字典、诊区字典、诊室字典、医生职务字典、医生信息字典、科室字典、星期字典、时间段字典。这些字典都包括数据的增加、删除、修改、查询等操作。

2.3.2 系统设置

系统设置包括权限设置、节假日设置、日志管理3部分。

(1) 权限设置。权限设置可分为系统管理员、各科室排班员、各门诊排班员、机关人员、医生等权限设置。系统管理员的权限是可以对医生出诊管理系统所有功能进行操作；各科室排班员主要是安排本科室哪些医生坐诊，并审核医生提出的替诊或者停诊；各门诊排班员主要是针对各个科室安排的出诊医生进行审核、增加、删除、修改等操作，并根据审核完的门诊安排记录生成门诊号表（各门诊排班员对替诊或者停诊的医生进行协商更换，并及时更新门诊号表）；机关人员的主要权限是查询各个功能模块数据运行情况节假日设置；医生主要的权限是查看自己的出诊的时间表、修改个人资料及申请停诊、替诊等功能。

(2) 节假日设置。节假日设置主要是根据国家法定假日及结合我院实际放假时间设定的。节假日期间所开设的专家、专科门诊较平常有所减少，部分专科门诊合并为大专科，所以节假日门诊医生出诊与平时不同。

(3) 日志管理。日志管理主要是针对每天专家和专科及普通门诊接诊人数、预约人数、医生出诊时间、医生结束出诊时间、各预约平台预约号数的实际数据进行采集，然后根据收集的数据进行分析，动态地调整专家、专科、普通门诊的预约号数的限制，调整互联网上主流平台分配的号数。

2.3.3 出诊管理

出诊管理包括门诊安排记录、门诊号表生成、门诊替诊申请、门诊替诊审核4部分子功能。

(1) 门诊安排记录。门诊安排记录子功能主要实现的是对某个医生或者专科进行出诊安排。出诊安排包括对某个医生或者科室坐诊日期、坐诊时段、坐诊诊区、坐诊诊室、挂号数限制、预约号数限制等信息进行增、删、改、查的操作。

(2) 门诊号表生成。门诊号表生成子功能主要实现的

是根据门诊安排记录生成门诊号表；对生成的门诊号表进行增、删、改、查的操作。

(3) 门诊替诊申请。主要是用于坐诊医生因其他因素，需要停诊或者替诊的申请。

(4) 门诊替诊审核。各科室排班员审核替诊或者停诊的申请，并及时安排其他医生进行替诊；门诊排班员根据申请的信息进行门诊号表的调整。

系统工作流程，见图2。

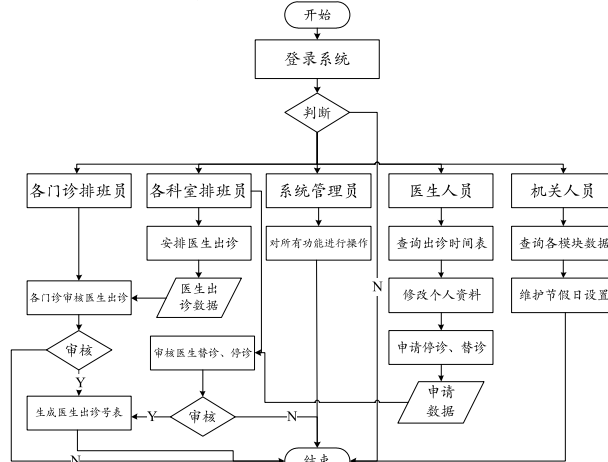


图2 系统工作流程图

3 结语

通过研发门诊医生出诊管理系统，解决了以往排班系统存在的问题，兼容了医院的预约平台，解决了安排医生出诊中跨部门和多程序协商繁琐等问题，避免了在安排医生出诊出现冲突及信息不准确等问题^[7-8]。系统支持“全预约”模式，方便了患者就诊，减少患者在候诊区的等候时间和拥堵现象，改善我院门诊就诊秩序，实现患者分流和错峰就诊，营造更加文明有序的就医环境。

[参考文献]

- [1] 杨红,林敏.假日门诊量分析与医生排班管理[J].现代医院,2009,9(10):90-91.
- [2] 王彦.医院门诊医生站管理子系统的设计与实现[D].济南:山东大学,2014.
- [3] 刘畅.专家门诊现状调查及改进策略研究[D].北京:中国人民解放军医学院,2012.
- [4] 李振刚,郝珍,董盛霞.大型综合性医院提高预约门诊率方式方法的研究[J].中国医院,2011,15(4):10-12.
- [5] 李建宏,施扬华,潘安.区域联合预约就诊平台的设计与应用[J].中国医院,2011,15(10):58-60.
- [6] 金鹏,黄志中.分诊系统在门诊工作中的应用[J].中国医疗设备,2012,27(12):65-66.

下转第71页

加速器治疗床T板加热装置的研制与临床应用

Development and Clinical Application of a T-Plate Heating Device for the Medical Accelerator Treatment Table

钱建升, 陈谦, 王书文

西安交通大学医学院第一附属医院
放疗科, 陕西 西安 710061

Qian Jian-sheng, CHEN Qian,
WANG Shu-wen

Department of Radiation Oncology,
the First Affiliated Hospital of Xi'an
Jiaotong University, Xi'an Shaanxi
710061, China

[摘要] 本文探讨了加速器治疗床T板加热装置的研制过程与临床应用。该装置主要由碳纤维加热膜、温度传感器、温控器等部件构成, 可将T板从19℃加热至28℃的时间缩短至15 min左右, 并且能够保持T板表面温度恒定。临床应用证实, 加速器治疗床T板加热装置安全有效, 达到了临床使用的预期目的。

[关键词] 放射治疗; T板加热装置; 治疗床; 传感器

Abstract: This paper mainly explored the development and clinical application of a T-plate heating device for the medical accelerator treatment table, which consisted of the carbon fiber heating membrane, temperature sensors and temperature controllers. The device could heat the T-plate from 19℃ to 28℃ within 15 min and maintain the stable surface temperature. According to the clinical applications, its safety and effectiveness had been demonstrated and its intended use was achieved.

Key words: radiotherapy; T plate heating device; treatment table; sensor

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.034

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0106-03

0 前言

随着现代精确放疗技术的发展, 三维适形放疗(3D CRT)、调强适形放疗(IMRT)及影像引导放射治疗(IGRT)的临床应用越来越广泛, 肿瘤患者每次在治疗床上的停留时间也延长至10~30 min^[1]。在秋冬季节, 虽然治疗室内有空调等制热设备可以维持室内温度保持相对恒定, 但是由于外部环境湿冷, 治疗室又需要使用通风系统, 治疗床床面及T板表面温度有时相对偏低, 老年及体质偏弱的患者容易受凉、感冒, 导致治疗中断。针对上述现象, 笔者研制了一款加速器治疗床T板加热装置, 具有一定的临床使用价值。

1 材料与方法

1.1 一般资料

选取2013年11月~2014年3月在我院进行治疗的肿瘤

收稿日期: 2015-02-28

修回日期: 2015-03-25

通讯作者: 钱建升, 工程师。

通讯作者邮箱: jianshengqian@163.com

患者40例, 年龄45~68岁, 对其使用加速器治疗床T板加热装置的感受进行了详细的随访与汇总。

1.2 使用材料

研制加速器治疗T板加热装置使用的材料包括ELEKTA加速器全碳素治疗床、有机玻璃T板、温度计(测量范围: 0~100℃)、碳纤维加热膜(75 cm×48 cm)、热电偶(镍铬-镍硅K型)、温控器(XTM608系列)、T板特制固定板和固定螺栓、空气开关以及FLUKE187数字万用表等。

1.3 设计思路

电源经温控器输入电源连接至固定在治疗床T板上的加热部件, 温度传感器将测得的T板表面温度反馈至温控部分, 温控部分将热电偶反馈的实际测量温度与设置温度进行比较后, 通过控制相线确定是否为加热部件提供电源输出, 保证T板表面温度在达到设置温度后能够保持相对恒定。加速器治疗床T板加热装置由电加热器、温度传感器和温控器三部分构成。

1.4 部件选择

(1) 加热部分: 加热部分主要采用碳纤维电热膜, 它

是由非金属碳纤维发热材料与高强度绝缘材料经高温高压密闭复合而成。其性能特点主要有：①热转换效率高达98%以上；②温度均匀，面状发热；③防水等级6级；④超薄柔软，可以卷成圆形或半圆；⑤使用寿命长达 $3\times 10^4\text{ h}^{[2]}$ 。

（2）测温部分：温度传感器的种类繁多，常用的有PTC/NTC热敏电阻、热电偶等，经过反复测试，热电偶作为温度传感器，其特点主要有：①测量精度高：与被测对象直接接触，不受中间介质影响；②热响应时间快：对温度变化反应灵敏；③测量范围大：40~1600℃连续测温；④性能可靠、机械强度高；⑤使用寿命长、安装方便。

（3）温控部分：选择XTM608系列智能数显温度器，其特点主要有：①测量误差小： $\pm 0.5\text{ F}\cdot\text{S}$ ，附加冷端补偿功能；②控制方式为PID、二位式可选；③输入类型多。

1.5 具体线路和系统测试

T板加热装置的线路连接，见图1。T板加热装置主要使用温控器和热电偶来控制T板加热温度的范围和时间。此装置根据加速器机房的环境温度和患者对T板温度的感知度来设置温控器加热温度的上、下限。在加热过程中，热电偶将测量的T板温度反馈至温控器，温控器根据此温度值判断是否继续加热，控制受控相线的输入，保证T板温度保持在相对恒定的范围内。T板加热装置系统测试主要包括：温控器与热电偶性能测试、T板加热效果测试以及在实际治疗条件下进行的相关测试（表1）。

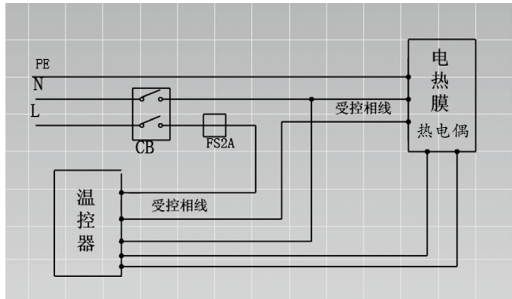


图1 T板加热装置线路连接图

表1 T板加热装置系统测试

系统测试	环境 温度 (℃)	相关参数数值设定			
		报警上限	量程上限	量程下限	测量误 差修正
温控器与热电 偶性能测试 ¹	22	33.0	33.0	30.0	0.0
T板加热效果 测试 ²	22	41.0	41.0	30.0	0.0
实际测试 ³	19				

注：¹以40 W白炽灯为假负载；²按照加热装置连接图进行接线等试验前准备工作；³测量地点为ELEKTA Synergy治疗室，按照加热装置连接图进行接线和相关参数设定。

2 结果

温控器与热电偶性能测试数据，见表2。在设置温度

范围内，负载加热温度与设置温度相近，当加热温度超过设置温度时，温控器快速响应并关闭电源，说明温控器与热电偶的性能满足使用要求。

表2 温控器与热电偶性能测试数据

温控器温度显示(℃)	灯泡表面温度(℃)	温控器动作	灯泡反应
25.0	25.5	无	亮
26.2	25.8	无	亮
28.0	27.5	无	亮
29.0	28.9	无	亮
30.0	29.5	无	亮
31.0	29.8	无	亮
32.0	31.5	无	亮
33.0	32.8	无	亮
34.0	33.5	动作	灭
30.0	29.0	无	亮
31.5	30.5	无	亮
32.0	32.5	无	亮
33.0	33.5	动作	灭
29.5	29.0	无	亮

T板加热效果的测试数据，见表3。T板的表面温度从室温达到接近32℃，需要约7 h；温控器显示温度与电热膜表面温度接近（平均相差： $\pm 0.82\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）；但T板表面温度较低。上述测试结果不能满足临床需要，改进步骤如下：①经过对温控器相关参数的反复调整、测试和加热效果的比较，相关参数数值最后确定为：报警上限：40.0，量程上限：40.0，量程下限：19.0，测量误差修正：0.0；②考虑到T板为有机玻璃材料，其热量传导性较差（导热系数： $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $0.19\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ； $< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $0.20\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ），且整体面积较大，采取在T板加热区域间隔3 cm用Φ6钻头打孔的措施以增加整体的热传导效果；③为了保证碳纤维电热膜的解热效果，对T板、碳纤维电热膜在治疗床面上加以固定，使用的器件规格为：固定螺栓（Φ8，长：10 mm），固定板：14 mm×20 mm×4 mm。在治疗室模拟正常治疗条件下T板加热装置的测试数据，见表4。对40例肿瘤患者使用T板固定加热装置，统计结果如下：35例：比较满意，3例：一般，1例：偏热，1例：偏凉。

表3 T板加热测试数据

计时时间 (min)	电热膜表面温度 (℃)	温控器显示温度 (℃)	T板表面温度 (℃)
0.00	25.0	26.8	19.1
10.00	34.0	32.2	23.3
40.00	36.0	34.5	24.3
60.00	37.0	36.6	28.3
420.00	40.0	39.5	32.5
480.00	40.0	39.3	32.6
660.00	40.8	41.1	32.8

表4 模拟治疗条件下T板加热测试数据

计时时间 (min)	电热膜表面 温度(℃)	温控器显示 温度(℃)	T板表面温 度(℃)	温控器 动作
0.00	19.5	19.4	19.6	灭
15.00	32.5	33.2	27.5	灭
30.00	38.5	38.8	32.5	灭
45.00	39.8	39.6	34.5	灭
60.00	40.0	40.0	35.5	灭
75.00	40.2	40.1	36.5	灭
90.00	40.5	40.5	35.8	灭
105.00	41.0	40.8	36.0	亮
120.00	40.5	40.6	35.5	亮
135.00	40.5	40.5	35.5	亮

注：治疗室通风正常，环境温度19℃。

3 讨论

随着精确放疗的实施，在实际治疗过程中不仅要考虑治疗计划实施的安全性、准确性，也要保证肿瘤患者治疗体位的重复性、一致性，因此放疗体膜及固定装置的使用越来越广泛，国内对各种体部固定装置的研究也较多^[3-8]。精确放疗固定板具有使用方便、灵活、减少损耗、摆位迅速、舒适等优点，但是舒适性不足^[9]。在临床应用中，由于外部环境湿冷，治疗室又需要使用通风系统，治疗床床面及T板表面温度有时相对偏低，老年及体质偏弱的患者容易受凉、感冒，导致治疗中断。

本研究选择的温控器与热电偶的性能可以满足设计使用要求（表2）。在对温控器参数进行反复设置、测试，对T板进行固定并在加热区域打孔后，T板从19℃加热至27℃的时间缩短至15 min左右；在实际治疗流程中，同时开启加速器与T板加热装置，在加速器设备达到预热条件的情况下，T板表面温度基本已达到约32℃（表3~4）。当温控器显示温度达到设置温度上限40℃时，温控器自动调整输出，从而保证T板表面温度基本保持稳定；当温控器显示温度在40℃左右时，T板表面温度基本保持在35.5~36.0℃之间，而且可以维持24 h，避免了烧烫伤等意外的发生。当温度超过设置温度上限时，装置提示报警，可以手动关闭电源。在上述实验过程中，为了保证T板和加热膜的位置相对固定，用T板固定装置将二者固定在满足临床治疗要求的治疗床的相应区域，提高了临床摆位的准确性，缩短了摆位时间。

T板加热装置的临床使用，能够提高在特殊温度环境下病人治疗的舒适性，避免老年及体质偏弱的患者受凉、感冒，当加速器机房环境和T板表面温度达到正常温度时，

该装置可以关掉电源。该装置在以下几个方面进行了系统测试：① 安全性：由于上述加热装置采用碳纤维加热膜交流电加热，首先必须考虑其使用的安全性，避免电击等意外的发生。该装置的相关元器件均选择最高安全等级；电气部分严格按照操作规范进行连接、测试，各部件尤其是碳纤维加热膜在通电过程中的绝缘性达到医疗设备使用要求^[10-11]；② 过热或烫伤：经过对装置相关参数的反复调整和测试，最终T板的表面温度保持在35.0~36.0℃，避免烧烫伤等意外的发生；③ 对治疗剂量的影响：有机玻璃、碳纤维加热膜、T板固定装置各部件对放射治疗患者吸收剂量的测量，与韦汉荣^[12]等的测量结果相近，最终选择尼龙材料作为T板加热装置的固定器件材质。经过反复观察、比较，T板固定装置部件位于治疗X射线路径之外，对临床治疗剂量无影响。

T板加热装置在满足临床治疗需求的前提下，可以提高肿瘤患者在治疗过程中的舒适性，该装置对于医院的其他检查科室（如CT、DR、B超等）也有一定的临床使用价值。

[参考文献]

- [1] 乔延伟.肿瘤精确放疗技术发展及应用现状[J].中国医疗设备, 2014,29(7):73-76.
- [2] 任磊.关于电热膜技术的应用与研究[J].科技风,2011,(12):20.
- [3] 刘晖,张俊,钟亚华,等.自制体部固定装置在SBRT放疗中的应用分析[J].中华放射肿瘤学杂志,2013,22(6):501-503.
- [4] 刘德稳.不同体位固定技术在胸腹部肿瘤放射治疗中的应用比较[J].中外医学研究,2014,12(19):121-122.
- [5] 武宁,姜德福,韩东梅,等.胸腹部肿瘤放疗中应用不同体位固定技术的效果比较[J].中华放射肿瘤学杂志,2011,20(4):320-321.
- [6] 程光惠,武宁,韩东梅,等.不同体位固定技术在胸腹部肿瘤放射治疗中的应用比较[J].中国肿瘤,2010,19(10):702-704.
- [7] 方良毅,李俊铭,黄敏敏.放射治疗一体化固定板的应用与优势[J].医疗装备,2013,26(12):11-12.
- [8] 徐军,马艳伟,马景光,等.一体化放疗固定板的研制与临床应用[J].中国医疗器械杂志,2012,36(1):67-68.
- [9] 李勤,蔡英全,杨怡萍,等.多功能精确放疗固定板的临床应用体会[J].现代肿瘤医学,2009,17(8):1559-1560.
- [10] GB9706.15-2008,医用电气设备 第1-1部分:安全通用要求[S].
- [11] 魏景锋.国家标准GB9706.1-2007医用电气设备安全通用要求所需试验及仪器分析[J].中国医疗器械信息,2013,(9):17-20.
- [12] 韦汉荣,曾自力.体位固定材料对放射治疗患者剂量的影响[J].广西医学,2014,36(6):767-769.



医用分子筛制氧机能耗分析

Energy Consumption Analysis of the Medical Molecular Sieve Oxygen Generator

杨斌, 刘志华, 张美
北京军区总医院 医学工程科,
北京 100700

YANG Bin, LIU Zhi-hua,
ZHANG Mei
Department of Medical Engineering,
General Hospital of Beijing Military
Area Command of Chinese PLA, Beijing
100700, China

[摘要] 目的 计算分子筛制氧机制取富氧气体的单位能耗, 评价其实际运行成本。方法 通过空气压缩机机组输入比功率和分子筛输入输出比, 计算理论耗电量, 然后根据对卸载、干燥等实际影响因素的分析, 计算各因素对耗电量的影响因子, 并通过实际测试进行验证。结果 在理想状态下制取1 m³富氧气体, 耗电量为1.54~1.87 kWh; 在不考虑增压机耗电量的情况下, 分子筛制氧机制取1 m³富氧气体的实际耗电量不低于2 kWh。结论 分子筛制氧机单位能耗大, 更适用于使用汇流排供氧的医院。

[关键词] 分子筛制氧机; 富氧气体; 机组输入比功率; 空气压缩机

Abstract: Objective To calculate the electrical energy consumption per unit for the medical molecular sieve oxygen generator in generation of oxygen-rich gas so as to evaluate its actual operation costs. Methods Through analysis of the input specific power of the air compressor unit as well as the input-output ratio of the molecular sieve, the electrical consumption could be calculated the oretically. Then, each factor's influences on electrical consumption were also calculated on the basis of the analysis of various actual influence factors like un-installation and dryness. Finally, verification was made through actual tests. Results Under ideal conditions, generation of 1 m³ oxygen-rich gas would consume 1.54~1.87 kWh. Without consideration of the electrical consumption of the booster, no less than 2 kWh was consumed in generation of 1 m³ oxygen-richgas by the medical molecular sieve oxygen generator. Conclusion With high erelectrical consumption per unit, the molecular sieve oxygen generator was more suitable for hospitals that utilized the cylinder manifold for air supply.

Key words: molecular sieve oxygen generator; oxygen-rich gas; input specific power; air compressor

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] B
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.035
[文章编号] 1674-1633(2015)07-0109-03

0 前言

分子筛制氧方式通过近十几年的发展, 与氧气汇流排和液氧储罐一起成为我国医院集中供氧的主要方式。对分子筛制氧在医院应用的安全性和运行成本一直存在着不同看法。支持者认为分子筛制氧方式安全、环保、成本低; 反对者认为其制出的氧纯度低于药典和国家标准, 运行成本远高于液氧。而双方所引用的分子筛制氧机的单位耗电量差异较大, 从 1.2~3.8 kWh/m³[1-6]。

本文通过对我院分子筛制氧机实际运行状况的分析, 归纳出单位耗电量的理论计算方法, 并根据医院的实际应

用情况, 客观分析影响分子筛制氧机单位耗电量的各种因素。通过相关测试, 对分析结果进行验证。

1 分子筛制氧机的理论耗电量

分子筛制氧过程: 空气压缩机将空气加压, 经除油、除水等处理后, 分子筛吸附塔将氮气吸附, 氧气富集输出, 然后分子筛减压解吸, 排放氮气, 如此循环工作。

1.1 理论耗电量计算

分子筛制氧机的理论耗电量是指在最佳条件下, 制取 1 m³ 富氧空气所消耗的最低能量。空气压缩过程是主要的耗能环节。压缩空气的耗电量是根据空气压缩机额定功率和输出流量这两个参数计算, 即在额定功率下, 1 h 所消耗

收稿日期: 2015-02-26
通讯作者: 杨斌, 工程师。
通讯作者邮箱: yb88214@sina.com

修回日期: 2015-04-07

的能量与产生的压缩空气体积之比。为了统一计算标准,参考国家标准 GB19153-2009《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级》定义的能效等级参数,即机组输入比功率($\text{kW} \cdot \text{min}/\text{m}^3$)^[7]。分子筛制氧机常采用的喷油螺杆空气压缩机1级能效机组输入比功率见表1。分子筛制氧机中常用的美国 AirSep 公司的分子筛吸附塔技术参数见表2。可以看出,制取 1 m^3 富氧气体,理论上需要消耗空气 $8.7 \sim 11.2 \text{ m}^3$ 。

表1 1级能效喷油螺杆空气压缩机输入比功率($\text{kW} \cdot \text{min}/\text{m}^3$)

排气压力	功率			
	45 kW	37 kW	22 kW	18.5 kW
0.7 MPa	6.8	6.8	6.8	6.9
0.8 MPa	7.2	7.2	7.2	7.4

表2 2分子筛吸附塔输入输出参数

参数	设备型号			
	AS-L	AS-K	AS-J	AS-G
空气输入流量 (Nm^3/h)	271.8~346.2	178.2~275.4	126~186.6	62.4~102
氧气输出流量 (Nm^3/h)	28.32~39.64	17.0~26.9	11.33~17.0	5.66~9.1
空气输入/氧气输出	8.7~9.6	10.2~10.5	11~11.1	11~11.2

综上所述,分子筛制氧机单位耗电量的理论计算公式为:

$$\text{单位耗电量} = \frac{\text{机组输入比功率}}{60} \times \frac{\text{空气输入}}{\text{氧气输出}} \quad (1)$$

根据分子筛制氧机的空气压缩机工作状态,并假定实际使用的空气压缩机能效高于表1中数值,即空气压缩机的机组输入比功率是表1中数值的90%。将AS-K和AS-L的空气输入与氧气输出的比值带入公式,计算出分子筛制氧机单位耗电量的理论值为0.91~1.10 kWh。

1.2 理论耗电量影响因素

1.2.1 空气压缩机卸载过程

在实际应用中,空气压缩机通常在加载和卸载两种状态下工作。加载是指当空气储罐压力低于设备所需压力时,压缩机运转,给储罐加压,运转功率为额定功率,输出为额定流量。卸载是指当储气罐的压力达到设定气压时,空气进气阀关掉,但空气压缩机继续运转,空气压缩机运转功率为额定功率的30%~50%^[8-9],输出流量为0。卸载是为了避免大功率空气压缩机启动时对电网和压缩机造成损害,也是导致空气压缩机能耗升高的主要因素。

根据空气压缩机参数的计算公式:

$$\text{加载时间} = \frac{\text{储气常量}}{\text{输出流量} - \text{使用流量}} \quad (2)$$

$$\text{卸载时间} = \frac{\text{储气常量}}{\text{使用流量}} \quad (3)$$

$$\eta = \frac{\text{卸载功率}}{\text{加载功率}} \quad (4)$$

其中,储气常数是管道系统存储压缩空气相关的体

积常数;输出流量是指空气压缩机的额定输出流量值;使用流量是指分子筛制氧系统实际消耗空气的流量值; η 是卸载功率与额定功率的比值,由此可以推出:

$$\frac{\text{加载时间}}{\text{卸载时间}} = \frac{\text{使用流量}}{\text{输出流量} - \text{使用流量}} \quad (5)$$

$$\frac{\text{卸载能耗}}{\text{加载能耗}} = \eta \times \frac{\text{输出流量} - \text{使用流量}}{\text{使用流量}} \quad (6)$$

依据以上公式,由此分析不同条件下空气压缩机卸载过程对分子筛制氧机耗电量的影响。当输出流量小于使用流量时,需汇流排补充氧气,无卸载过程;当输出流量等于使用流量时,无卸载过程,能效最高;当输出流量是使用流量的2倍时,加载时间与卸载时间相等,卸载过程浪费的电量是加载过程的30%~50%。

医院氧气用量的峰谷差异较大,制氧机不具备调节能力,因此分子筛制氧机组的制氧能力要满足医院的峰值需求,其设计流量要远高于实际应用中的平均流量^[10-14]。以我院为例,按照规范设计的峰值流量是 $263 \text{ m}^3/\text{h}$,是实际氧气平均流量($102 \text{ m}^3/\text{h}$)的2.58倍。在实际设计中,空气压缩机要再留出10%~20%的输出裕量,那么空气压缩机最大输出流量应是平均用量的2.84~3.10倍。因此,在实际运行中,空气压缩机卸载浪费的能耗大约是加载能耗的1/2,甚至更多。

1.2.2 压缩空气干燥过程

由于分子筛对于水分、杂质气体敏感,若不去除干净,会直接影响分子筛的工作效率和使用寿命^[15-16]。本研究主要采用两种干燥设备:吸附式干燥机和冷冻式干燥机,其中吸附式干燥机又分为普通式和微热式。

普通吸附式干燥机通过消耗压缩空气来再生吸附剂,一般压缩空气消耗量 $\geq 5\%$,按15%的空气损耗计算,耗电量增加约6%;微热吸附式干燥机具有电加热装置,通过加热再生空气,降低压缩约7%的空气消耗量,但由于引入了电加热源,耗电量相当于增加机组输入比功率 $0.4 \sim 0.6 \text{ kW} \cdot \text{min}/\text{m}^3$,综合耗电量增加约9%;冷冻式干燥机没有压缩空气损失,耗电量相当于增加机组输入比功率 $0.2 \text{ kW} \cdot \text{min}/\text{m}^3$,综合耗电量增加约3%,因其除水率较低,分子筛的工作效率和使用寿命均受影响。冷冻式加吸附式干燥机级联设计,虽有利于空气干燥,但总体能耗较大。

1.2.3 空气压缩机实际性能的下降

空气压缩机长期处于高速运转状态,经过磨损、高温、高压等因素影响,转子间、转子与端盖和轴承的距离变大,空压机运行效率下降。一般空气压缩机在运行2000~4000 h后,性能进入稳定期,相对于新机能效降低10%~15%,综合耗电量增加3%~6%。

1.2.4 增压机

分子筛制氧机输出压力0.4 MPa左右,并不能完全满

足医院实际需求,不少医院制氧机系统包括增压机、高压钢瓶灌装装置^[5,10,17]。一是保障高压氧舱舱压 ≥ 0.4 MPa;二是确保整个管道系统压力稳定;三是使制氧机具备一定的峰谷调节能力。

空气压缩机输出压力每升高 0.1 MPa,耗电量将增加 7%,增压机综合能耗大约增加 20%~30%。钢瓶灌装装置不仅耗电量高,而且风险大、故障率高,不建议采用。

1.2.5 其它因素

分子筛制氧机系统的合理化设计,与能耗密切相关。有的设计将空气压缩机与分子筛装置安装在同一机房内,导致散热条件恶化,需安装空调降温^[6];有的设计将分子筛废气排放口与空气压缩机空气吸入口相邻,直接导致空气中氧含量过低,降低设备工作效率;有的管径设计偏小,管道压降损失大。制氧机的分子筛制氧效率与工作温度密切相关。温度过低,分子筛效率下降,需要采取电热增温措施来保持工作效率,额外增加耗电量^[18]。

2 实际测试

2.1 测试空气压缩机卸载功率与加载功率的比值

测试空气压缩机卸载功率与加载功率的比值(η)是衡量空气压缩机卸载过程耗电量的重要指标,也可以直接反映空气压缩机的综合性能,可以通过测量卸载电流与加载电流的比值来计算。

选用我院 2 台已运行 6 年的喷油螺杆空气压缩机进行测试,测量工具为数字式钳形电流表。空气压缩机为 GD 公司的 ES22-8.5,额定功率 22 kW,额定输出压力为 0.85 MPa,输出流量为 3.52 m³/min。模拟分子筛制氧机的空气压缩机运行状况,加载压力范围设为 0.65~0.75 MPa,分别测量卸载和加载电流值。空气压缩机加载和卸载电流数据,见表 3。

表3 空气压缩机加载和卸载电流(单位:A)

电流	1 号机	2 号机
加载电流	38.0~40.8	37.7~40.6
卸载电流	17.2~24.0	26.9~29.7
卸载电流 / 加载电流	52%	72%

2.2 分子筛制氧机满负荷工作耗电量测试

由于分子筛制氧机没有独立的电度表计量耗电量,因此让空气压缩机满负荷工作,耗电量相当于额定功率的能耗,氧气输出量通过分子筛制氧机上的氧流量计读取。

以我院安装的分子筛制氧机组为测试对象,机组包括:2 台阿特拉斯喷油螺杆变频空气压缩机,型号为 GA18VSD,额定功率 18.5 kW,空气输出量为 3.35 m³/min;2 套美国 AirSep 公司的 AS-J 型分子筛吸附塔,制氧量为 11.3~17.0 m³/h。

测试时选取制氧机满负荷工作时段,制氧机输出不足部分由氧气汇流排补充,每小时读取数据,即空气压缩机以最高转速运转,运行 1 h 后,同时读取制氧输出量和汇

流排补氧量数值。为了使数据更接近制氧机满负荷状态,从 11 d 所采集的 176 组数据中,选取补氧量 >14 m³/h 的数据^[13],见表 4。

表4 满负荷测试数据表

编号	耗电量 (kWh)	氧浓度	制氧量 (m ³)	补氧量 (m ³)	单位耗电量 (kWh/m ³)
1	37	88.7%	23	14.4	1.61
2	37	87.5%	18	14.8	2.06
3	37	85.6%	23	18.0	1.61
4	37	89.2%	28	18.8	1.32
5	37	89.6%	28	16.0	1.32
6	37	84.7%	31	14.8	1.19
7	37	85.7%	24	14.0	1.54
8	37	89.4%	20	18.4	1.85
平均	37	87.55%	24.375	16.15	1.56

3 测试结果分析

3.1 η 值测试分析

空气压缩机 η 值的测试设备是我院的正压空气源,工作负荷要远低于分子筛制氧机,实际运行时间不到 2×10^4 h。在测试中,加载电流随着输出压力的升高而增大,卸载电流随着运行时间的增长而下降。两台设备的加载电流基本相同,但卸载电流差异较大。

以上数据表明,设备性能下降对加载电流的影响差异不大。选取两者的平均值进行计算,可以近似反映实际应用中的 η 值。从计算出的 η 值可以发现,实际运行中的卸载能耗所占比率要高于理论数值(30%~50%)。

3.2 满负荷能耗测试分析

测试用分子筛制氧机已在我院运行 2.5 年,其制氧量已远不能满足我院的实际需求。测试数据中的氧浓度均未达到 90%,汇流排补氧量超过制氧量的 50%,表明制氧机输出已经超出工作极限。根据空气压缩机操作面板显示的螺杆转速一直运行在标称极值,故消耗功率取值为设备额定功率。

此次测试没有涉及卸载、增压机、温度等因素影响。从表中数据可以看到,分子筛制氧机的实际单位耗电量是 1.56 kWh,若考虑卸载因素和实际 η 值的影响,能耗应比实际测试值高 50% 以上。

4 讨论

根据理论分析,20~30 m³/h 输出量的分子筛制氧机制取 1 m³ 富氧气体,理想情况下,理论耗电量 ≥ 0.91 ~1.10 kWh,考虑到卸载、干燥、空压机性能的影响,理论耗电量 ≥ 1.54 ~1.87 kWh。根据实际测试,笔者发现在实际运行中的能耗比理论值高,制取 1 m³ 富氧气体耗电量应 ≥ 2 kWh。

医疗机构用电属于一般工商业用电,北京地区采用峰

下转第 133 页

口腔COPT与CBCT对受检者的体表辐射剂量对比

Comparative Study on Patient Surface Radiation Doses of Oral COPT and CBCT

张立新¹, 于洋¹, 董小刚¹,
李柠羽¹, 王鑫¹, 王宝玲¹,
王新明²

1.北京通州区新华医院 放射科, 北京 101100; 2.北京市疾病预防控制中心
放射卫生防护所, 北京 100013

ZHANG Li-xin¹, YU Yang¹,
DONG Xiao-gang¹, LI Ning-yu¹,
WANG Xin¹, WANG Bao-ling¹,
WANG Xin-ming²

1.Department of Radiology, Beijing
Tongzhou Xinhua Hospital, Beijing
101100, China; 2.Institute for Radiation
Hygiene Protection, Beijing Center
for Diseases Prevention and Control,
Beijing 100013, China

[摘要] 目的 研究口腔COPT和CBCT受检者的体表辐射特征, 做好全口腔影像检查的辐射防护。
方法 应用长杆电离室和X射线多功能检测仪, 采用非介入式方法测试COPT和CBCT影像接收器处的辐射剂量, 计算受检者入射体表空气比释动能和空气比释动能率。**结果** 在最小技术条件下, CBCT和COPT受检者入射体表空气比释动能分别为0.21、0.13 mGy, 空气比释动能率分别为20.10、8.65 $\mu\text{Gy/mAs}$ 。在最大技术条件下, CBCT和COPT受检者入射体表空气比释动能分别为20.05、4.49 mGy, 空气比释动能率分别为178.2、21.02 $\mu\text{Gy/mAs}$ 。在临床常用技术条件下, CBCT (84~90) kV和COPT (62~70) kV受检者入射体表空气比释动能分别为 (16.61~18.62) 和 (0.87~3.12) mGy, 空气比释动能率分别为 (105.3~138.2) 和 (11.42~14.42) $\mu\text{Gy/mAs}$ 。**结论** 口腔CBCT受检者入射体表辐射剂量高于COPT。口腔临床和放射医生要遵守辐射防护三原则, 合理应用COPT与CBCT。

[关键词] COPT; CBCT; 体表辐射剂量; 空气比释动能; 空气比释动能率

Abstract: Objective To study the patient surface radiation doses of oral COPT (Computed Orthopantomography) and CBCT (Cone Beam Computed Tomography) in order to take better radiation protection measures for full-oral clinical imaging examinations. **Methods** With application of the long pole ionization chamber and X-ray multi-functional detector, non-interventional methods were utilized to test the radiation dose of COPT and CBCT in the image receiver. Then, the patients' oral surface air kerma and the air kerma rate were calculated according to the inverse square law between the radiation dose and the distance. **Results** Under the minimum technical conditions, the patients' oral surface air kerma and the air kerma rate of CBCT and COPT were 0.21 mGy and 20.10 $\mu\text{Gy/mAs}$ in comparison with 0.13 mGy and 8.65 $\mu\text{Gy/mAs}$ respectively. While, under the maximum technical conditions, the patients' oral surface air kerma and the air kerma rate of CBCT and COPT were 20.05 mGy vs 4.49 mGy and 178.2 $\mu\text{Gy/mAs}$ vs 21.02 $\mu\text{Gy/mAs}$, respectively. And under commonly-used clinical technical conditions, the patients' oral surface air kerma and the air kerma rate of CBCT (84~90) kV and COPT (62~70) kV were (16.61~18.62) mGy and (105.3~138.2) $\mu\text{Gy/mAs}$ in contrast with (0.87~3.12) mGy and (11.42~14.42) $\mu\text{Gy/mAs}$, respectively. **Conclusion** The patient surface radiation dose of oral CBCT was higher than that of COPT. Three principles of radiation protection should be followed by oral clinical physicians and radiation physicians so as to make reasonable utilization of COPT and CBCT.

Key words: computed orthopantomography; cone beam computed tomography; surface radiation doses; air kerma; air kerma rate

[中图分类号] TH774 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.036

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0112-03

收稿日期: 2015-03-10

通讯作者: 王宝玲, 主治医师。

通讯作者邮箱: wangbaoling0501@126.com

本研究主要通过比较口腔计算机曲面断层摄影 (Computed Orthopantomography, COPT) 和口腔颌面锥形束立体断层扫描 (Cone Beam Computed Tomography, CBCT) 受检者的体表辐射特征, 探讨相应口腔影像检查中如何做好全口腔受检者的辐射防护。

1 材料与方法

1.1 受检者口腔辐射剂量检测设备及检测方法

(1) 检测设备: 瑞典 Piranha 型 X 射线机多功能质量检测仪 (简称剂量仪) 和 DCT-10 型长杆电离室 (简称探测器), 均经中国计量科学研究院检定合格。

(2) 检测方法: 将探测器固定在影像接收器的照射野内, 选择最大照射野, 采用非介入式方法测试焦点到影像接收器处的辐射剂量, 并通过剂量与距离的平方成反比的原理计算出受检者入射体表空气比释动能和空气比释动能率。用 DSDD 代表 X 线焦点到长杆电离室的垂直距离, DSPD 代表 X 线焦点到受检者体表的垂直距离, 距离单位: cm。

1.2 口腔牙齿检测设备及检测方式

(1) 检测设备: COPT 为 PLANMECA ProMax 型口腔颌面全景 X 射线机, CBCT 为 PLANMECA ProMax 3D MIC 型口腔颌面锥形束立体计算机断层扫描 X 射线机。影像管理软件为 Romexis 软件。二者共用诊断工作站, 采用 LCD Monitor 液晶显示器阅读影像 (北京通州新华医院放射科)。

(2) 检测方式: COPT 和 CBCT 口腔体表辐射剂量检测

方式, 见表 1。COPT 和 CBCT 口腔技术条件选择均为标准成人技术档位, 检查技术条件和成像时间, 见表 2^[1-2]。

1.3 口腔 COPT 和 CBCT 受检者体表辐射剂量评价

1.3.1 评价内容

比较 COPT 和 CBCT 受检者入射体表空气比释动能和空气比释动能率的最大值、最小值及临床实用值范围关系特征。

1.3.2 评价方法

COPT 和 CBCT 受检者入射体表 (SPD) 处的比释动能由探测器位置 (SDD) 检测的比释动能依据 X 线感光效应公式 ($K_{SPD}=K_{SDD} \times D_{SDD}^2/D_{SPD}^2$, K 代表比释动能, D 代表距离) 换算得出, SPD 处比释动能率为 SPD 处比释动能与相应曝光量之比。辐射剂量由专业检测医师、放射科医师、技师及口腔科医师进行集体评价, 结果出现争议时, 以少数服从多数为原则。

2 结果

SPD 空气比释动能: COPT 最小技术条件时为 0.075 mGy, 最大技术条件时为 2.624 mGy, 常用技术条件为 0.510~1.822 mGy, D_{SDD} 距离 34 cm, D_{SPD} 距离 26 cm; CBCT 最小技术条件时为 0.110 mGy, 最大技术条件时为 10.496 mGy, 常用技术条件为 8.664~9.714 mGy, D_{SDD} 距离 36 cm, D_{SPD} 距离 26 cm。

换算的 COPT 和 CBCT 受检者入射体表 (SPD) 空气比释动能和空气比释动能率结果, 见表 3。

表1 COPT 和 CBCT 口腔体表辐射剂量检测方式

检查方法	电离室检查定位	扫描 X 线运行特征	检查技术方式	影像及后处理验证	检查时间
COPT	探测器垂直固定在摄影架上, 探测器的中心轴线与定位线十字点轴心线重合; 探测器置于定位线十字点与口腔咬合水平面中心, 摄影平面为其中心所在口腔咬合水平面。	摄影过程中 X 线束通过探测器始终垂直于平板探测器 (FPD)。	1. FPD 置左侧牙齿咬合水平面左侧后区 120° 垂直位置; 2. FPD 与 X 线管球连线长杆电离室位置为轴心, 自左向右顺时针旋转 240°, 摄影后沿原轨迹返回。	1. 观察探测器影像是否位于照射野的正中心合理位置; 2. 影像可经由工作站推至影像阅读器 (CAD) 阅读分析; 3. 读取剂量仪测试结果, 并记录检测条件。	<30 s
CBCT	探测器垂直固定在扫描架内, 探测器的中心轴线与定位线十字点轴心线重合; 探测器置于定位线十字点与口腔咬合水平面中心, 扫描平面为其中心所在口腔咬合水平面。	扫描过程中 X 线束通过探测器垂直于 FPD。	1. FPD 置口腔左侧咬合平面左侧后垂直位置; 2. FPD 与 X 线管球连线探测器位置为轴心, 顺时针从左向右旋转 180°, 扫描后沿原轨迹返回。	1. 观察探测器影像是否位于扫描图像的正中心合理位置; 2. 影像可经由工作站推至 CAD 阅读进分析; 3. 读取剂量仪测试结果, 并记录检测条件。	<30 s

注: COPT: 口腔计算机曲面断层摄影; CBCT: 口腔颌面锥形束立体断层扫描。

表2 COPT 和 CBCT 口腔检查技术条件和成像时间

摄影方法	管电压 (kV)		管电流 (mA)		曝光时间 (s)	曝光量范围 (mAs)	实际成像时间
	范围	实用	范围	实用			
COPT	54~84	62~70	1~14	5~14	16	80~224	摄影后 3~5 s 内出图像
CBCT	60~90	84~90	1~14	8~14	12	96~168	摄影后 3~5 s 内出图像, 后处理重建观察约 2~5 min

注: COPT: 口腔计算机曲面断层摄影; CBCT: 口腔颌面锥形束立体断层扫描。

表3 COPT 和 CBCT 受检者入射体表空气比释动能和空气比释动能率

设备类型	参数	最小检查条件		常用检查条件			最大检查条件		
		空气比释功能 (mGy)	空气比释功能率 ($\mu\text{Gy}/\text{mAs}$)	参数	空气比释功能 (mGy)	空气比释功能率 ($\mu\text{Gy}/\text{mAs}$)	参数	空气比释功能 (mGy)	空气比释功能率 ($\mu\text{Gy}/\text{mAs}$)
COPT	54 kV、1 mA、14.8 s	0.13	8.65	62~70 kV、5~16 mA、 $(15.36 \pm 0.3) \text{ s}$	0.87~3.12	11.42~14.42	84 kV、14 mA、15.3 s	4.49	21.02
CBCT	60 kV、1 mA、10.5 s	0.21	20.10	84~90 kV、8~14 mA、 $(11.41 \pm 0.3) \text{ s}$	16.61~18.62	105.3~138.2	90 kV、14 mA、12.3 s	20.05	178.2

注：COPT：口腔计算机曲面断层摄影；CBCT：口腔颌面锥形束立体断层扫描。

3 讨论

3.1 COPT和CBCT口腔牙病影像检查现状

目前，全口腔牙齿的临床影像检查主要有两种应用技术：COPT 和 CBCT。在临床中，二者均被用于口腔牙齿、颌骨及颞下颌关节等的骨骼影像显示，项目涉及牙齿解剖结构及牙周检查、矫正方案制定、种植牙前评估、智齿定位、牙齿拔除等外科手术方案的制定和风险评估等^[3]。

目前国家和 IEC 均有关于 COPT 和 CBCT 的相关卫生标准^[4-6]，但对口腔受检者入射体表空气比释动能或空气比释动能率限值和 CT 剂量指数 (CTDI) 值，现行国家辐射卫生标准中还没有具体规定，因此有必要对口腔 COPT 和 CBCT 受检者体表的辐射特征及关系进行定性及定量研究，为制定相关标准提供依据。

3.2 口腔COPT和CBCT受检者入射体表辐射特征

本研究表明，口腔 CBCT 受检者入射体表的辐射剂量明显高于 COPT。具体结果为：最小技术条件下，CBCT 和 COPT 受检者入射体表空气比释动能分别为 0.21、0.13 mGy，空气比释动能率分别为 20.10、8.65 $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ 。最大技术条件下，CBCT 和 COPT 受检者入射体表空气比释动能分别为 20.05、4.49 mGy，空气比释动能率分别为 178.2、21.02 $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ 。临床常用技术条件下，CBCT (84~90) kV 和 COPT (62~70) kV 受检者入射体表空气比释动能分别为 (16.61~18.62) mGy 和 (0.87~3.12) mGy，空气比释动能率分别为 (105.3~138.2) $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ 和 (11.42~14.42) $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ 。

3.3 COPT 和CBCT口腔检查的现状及防护措施

鉴于 COPT 和 CBCT 属于辐射检查手段，对受检者都有一定的辐射危害且 CBCT 辐射剂量高于 COPT 这一特性，

在临床影像检查中，一方面要遵循辐射实践正当化、辐射防护最优化和个人剂量限值三原则^[7]，做好口腔临床受检者的辐射防护工作^[8-10]，例如口腔检查中应选择与受检者年龄相匹配的技术档位条件，尽量缩小照射野，在不影响检查前提下，对受检者敏感器官、组织要进行专门的防护等；另一方面，口腔临床检查项目要根据牙病需求针对选用，COPT 一般是首选的全口腔牙齿影像检查手段，CBCT 应在 COPT 的基础上选用或为特殊牙病检查专用。

[参考文献]

- [1] 陈涛, 宁丽霞, 刘玉爱, 等. 颞下颌关节计算机曲面断层与胶片摄影技术对比研究[J]. 中华放射学杂志, 2007, 41(12): 1365-1368.
- [2] 张立新, 顾华, 牛延涛, 等. 口腔MSCT-3D与COPT对比研究[J]. 中国医学影像学杂志, 2009, 17(6): 449-453.
- [3] 汪长岭, 汤黎明, 夏勋荣. 全景X射线牙片机辐射检定和质量控制[J]. 中国医疗设备, 2014, 29(8): 61-63.
- [4] JJG 744-2004, 医用诊断X射线辐射源检定规程[S].
- [5] GB/T 117551-1989, 医用诊断X射线机管电压测试方法[S].
- [6] IEC 61223-3-4, Evaluation and routine testing in medical imaging departments Part 3.4: Acceptance tests—Imaging performance of dental X-ray equipment[S].
- [7] GB 18871-2002, 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].
- [8] 朱志贤, 韩发明, 唐文祥, 等. 牙科X射线全景摄影所致受检者体表剂量测量方法研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2001, (S1): S75-S76.
- [9] 于久愿, 黄新生. 牙科摄影受检者吸收剂量研究[J]. 中国辐射卫生, 2008, 17(2): 180-181.
- [10] 陈海辉, 曾莹莹, 吴淑芳. 新型牙科X机的设计及样机研制[J]. 中国医疗设备, 2013, 28(8): 23-25.



数字心电图机计量检定探讨

Discussion on Metrological Verification of Digital ECG

田晓东, 季家红, 李国栋
空军总医院 医学工程科,
北京 100142

TIAN Xiao-dong, JI Jia-hong,
LI Guo-dong
Department of Medical Engineering,
General Hospital of Air Force, Beijing
100142, China

[摘要] 目前在临床上应用的心电图机绝大部分为数字心电图机, 对其检定正确与否对临床心电图机的合格率至关重要。本文探讨数字心电图机检定过程中容易忽略并引起判定失误的问题, 有助于计量工程师标确理解领会检定规程, 在检定实践中选择合适的检定条件, 得出正确结论。

[关键词] 数字心电图机; 计量检定; 检定规程

Abstract: As a clinically commonly-used ECG (Electrocardiogram), metrological verification of digital ECG played a vital role in identification of its pass rate. This paper discussed problems that might be neglected or result in wrong determinations during metrological verification of digital ECG, which helped metrology engineers have a better understanding of the purposes of verification regulations. Moreover, it was also helpful for selecting proper verification conditions and making right conclusions in verification practices.

Key words: digital electrocardiograph; metrological verification; verification regulations

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] B
doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.037
[文章编号] 1674-1633(2015)07-0115-03

0 前言

心电图 (Electrocardiogram, ECG) 是对心脏产生的体表电活动的记录, 通过安放在指定位置的体表电极采集心电信号, 其特征为 6 个以字母排序的波峰和波谷, 依次对应 P、Q、R、S、T 和 U^[1]。心电信号还含有很强的干扰信号, 主要的干扰源有: 电源工频干扰、电极接触噪声、肌肉收缩、呼吸引起的基线偏移以及其他电子设备的电磁干扰^[1]。心电图机是记录人体心电信号的仪器。随着电子信息技术的迅猛发展, 特别是计算机在各领域的广泛应用, 数字化信息处理为医学界进步和深入研究提供了现代化高科技手段。自 1978 年美国 Marquette 公司首推数字化 12 导同步心电图机, 便开创了心电图记录、分析与诊断、保存与管理的新纪元。数字心电图机不仅作为一个基本装备在医院里发挥着重要作用, 而且已开始进入社区和家庭, 为心脏病患者或可疑病人的预防保健提供良好的服务。医院计量器具的精确与否关乎医疗质量安全, 计量工程师对计量检定规程的正确理解运用又是能否准确判断计量器具合格与否的关键。

收稿日期: 2014-12-01
通讯作者: 田晓东, 工程师。
通讯作者邮箱: tian.xd@163.com

1 心电图机计量检定规程简介

1.1 概述

心电图机从模拟心电图机发展到数字心电图机, 其计量检定规程也在不断更新与完善, 见表 1。

表1 心电图机检定规程的发展历程

心电图机检定规程	制定年限	适用机型
JJG543-1996 《心脑电图机》检定规程	1996	心、脑电图机通用
JJG1041-2008 《数字心电图机》检定规程	2008 ¹	数字心电图机专用
JJG543-2008 《心电图机》检定规程	2008 ²	模拟心电图机

注: ¹2008 年 4 月 16 日发布, 2008 年 7 月 16 日实施; ²2008 年 5 月 23 日发布, 2008 年 11 月 23 日实施。

根据心电图机的工作原理、记录方式的差异, 数字心电图机与模拟心电图机检定规程的检定项目也有所区别: ① 相同项目: 外观和工作正常性检查、内定标电压、耐极化电压、内部噪声电平、幅频特性、时间常数、共模抑制比; ② 模拟心电图机单独检定的项目: 电压测量、时间间隔、时标、灵敏度、记录速度、记录滞后、过冲、基线宽度、基线漂移、输入阻抗^[2]; ③ 数字心电图机单独检定的项目: 输入电压范围、加权系数误差、波形识别能力与幅度-时间参数测量、心率 (HR) 测量误差^[3]。

1.2 数字心电图机计量检定规程

为了确保数字心电图机的临床应用质量,以及保障患者的安全和诊断结果准确性,我国于2008年4月发布了JJG1041-2008《数字心电图机》检定规程,对数字心电图机的计量性能要求做了明确规定^[3-4]。

众所周知,心脏为三维空间体,由无数心肌细胞组成,心脏电活动是心肌细胞多方位电活动的综合结果,那么记录出同一心动周期的心电信息越丰富,对比性越强,诊断价值越大^[5]。数字心电图机为12导联同步记录心电图机,是12导联同步采集、放大、描记的心电图机,可以显示出同一心动周期在不同方位、导联上的完整图形,弥补了单导心电图机的缺陷,显著增加了心电信息量,便于准确测量和分析,目前已广泛应用于我国的心电领域。

由于实现12导联同步描记心电图的关键是利用计算机的全数字化采集、滤波及放大等信息处理技术,在同一时间内记录出同一心动周期在多导联中的单一心电信息,可以从多角度(方位)分析和研究同一心电活动,从而获得较为完整可靠的信息依据,有利于精确定位和定性,达到明确诊断目的。另外,因采用计算机数字化智能处理方式,心电图的各种波幅、段、时限、间期及心搏等的准确测量和标准规范均成为可能,并能按用户要求打印出诊断报告。

数字心电图机对心脏异常激动及传导异常的分析、判断最为有利,对心肌梗塞、心室大等具有三维空间的立体分析效果好。而利用P波起源、P-R间期,QRS时限在不同导联中的投影不一致,同步记录即可充分显示同一心动周期的P-QRS-T波形情况,信息更丰富。

心电图机的周期检定是医院计量管理工作的重要组成部分,亦是一项复杂的系统工程。计量检定管理工作的核心是做定期准确的计量检定,“准确”就是计量管理的中心任务。心电图检查的目的是为临床诊断提供准确可靠的依据,当属医院必然承担的责任,所以心电图机的准确与否事关重大^[6]。

2 数字心电图机计量性能要求

对数字心电图机的计量性能要求做了明确的规定,数字心电图机的主要计量特性有:内定标电压、内部噪声电平、时间常数、共模抑制比、幅频特性等。

2.1 内定标电压

数字心电图机有1 mV标准信号发生器。内定标电压是数字心电图机的最重要指标之一,如果内定标电压产生较大的误差,将使得心电信号P波、R波、T波幅度比真实幅度偏高或偏低,导致波形失真,引起误诊^[4]。

在检定过程中,内定标电压波形会偶尔出现齿状或横

杠弯曲,对照检定规程,仪器设定条件完全符合检定规程的要求。经反复试验,发现是由于反漂移系统或基线漂移抑制打开引起的,将此功能关闭,恢复为正常的方波。

2.2 内部噪声电平

内部噪声是由于心电图机内部电子元器件的电子不规则热运动产生的,即使没有心电信号,仍会有微小的杂波输出,如果噪声过大,不但影响图形美观,还会进一步影响医生对患者病情的诊断^[7]。

一般情况下,记录波形为直线,如果出现较大的噪声,应首先排除各种干扰因素如电源的交流干扰、接地不良、检定仪与心电图机接地端子是否已短接(同位地)等的可能性。

按照检定规程的要求,在检定内部噪声电平时,检定仪应关机或处于HELLO状态,并关闭被检心电图机的所有滤波器。根据多年检定实践发现,工程师比较关注接地不良问题,容易忽略同位地,但是如果检定仪与心电图机未一点接地(同位地),便会引起交流电噪声。在检定时,一定要注意避免由同位地引起的噪声现象。

2.3 时间常数

当有直流信号输入时,心电图机的输出幅度由100%下降到37%左右所需的时间,称为时间常数。时间常数反映心电放大器低频特性的好坏,数值越小,输出幅度就下降越快,使波形失真;数值越大,表示低频响应越好,但过大时基线稳定性下降。

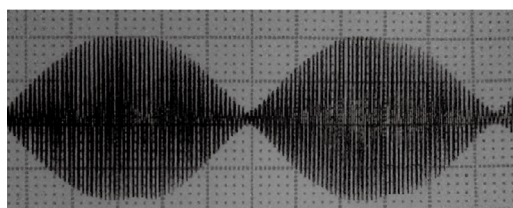
通过计算可得出,要达到计量规程的要求,输出幅度由100%下降到37%左右所需走纸的长度必须 ≥ 80 mm,而数字心电图机一般都降不到37%,因此,数字心电图机的时间常数通常为 ∞ 。但也有部分数字心电图机达不到规程要求。如果是新购置设备可退回厂家,对于在用设备,只能由厂家修理。时间常数不合格,不仅会引起心电波形长度改变,也会引起幅度改变,使得ST段、QRS波、HR等数值不真实,如果继续使用,在临床诊断上可能会引起误诊、漏诊。另外,检定规程中规定输入信号为2 mV, 10 s (0.1 Hz),而信号源默认输出为1 mV, 1 s的方波,每次检定时,工程师必须改变幅度与周期,过程繁琐。

2.4 共模抑制比

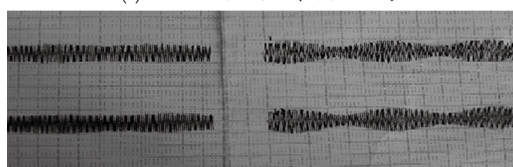
心电图机一般采用差动式放大电路,这种电路对共模信号如周围电磁场所产生的干扰信号有抑制作用,而对差模信号如心电信号有放大作用。共模抑制比(Common Mode Rejection Ratio, CMRR)是指心电图机的心电信号放大倍数与干扰信号放大倍数之比,是衡量心电图机抑制干扰信号能力的一个重要指标。

心电图机与CMRR检测仪同不同位地对共模抑制比波形影响不大,但共模盒不接地对波形影响较大,见图1(a)。CMRR正常波形以及心电图机或CMRR检测仪的电源线与

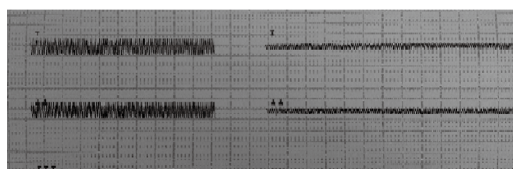
导联线有交叉时的波形,见图1(b)。因此,在检定时导联线应尽量远离共模盒及被检心电图机的电源线,以减少干扰。心电图机交流和肌电滤波是否关闭会直接影响检测结果。从波形上很容易判断,如果滤波不关闭,测量结果不准确,见图1(c)。



(a) CMRR检测仪未接地波形



(b) 正常波形(左)及电源线与导联线交叉时波形(右)



(c) 交流、肌电滤波打开时的CMRR

图1 CMRR检定波形

2.5 幅频特性

心电图机输入相同幅值、不同频率信号时,其输出信号幅度随频率变化的关系称为频率响应^[7],在计量检定时,也称仪器的幅频特性。心电图机的频率响应取决于放大器和记录器的频率响应。数字心电图机由于运用数字化采集和处理技术,采用精密热点阵记录仪,其频响范围可提高到0.01~150 Hz^[4]。

在安装检定某一厂家生产的多台心电图机时均有下列现象:显示屏上显示正常,但在打印时,前几个波能看清,后面的波越来越不清晰,频率越高现象越明显。用检定仪及多参数模拟器作为信号源,输出正常的心电波形,显示屏上显示正常,记录的波形也正常,没有慢慢变淡的情况发生。为了排除检定仪引起的故障,在相同条件下,用相同型号机器,采用其他厂家的12导心电图机进行记录,波形均正常。但加权系数误差及波形识别能力与幅度-时间参数测量项目检定均合格。记录的波形变淡,但波幅没有变化,可能是仪器的热点阵记录仪部分的问题。

3 心电图机使用注意事项

(1) 检定环境的选择:心电图机检定与使用环境要远离强磁场,如放射线机、高频电疗机、电梯等^[8]。医学计量室在修建选址时应经过反复考查论证,挑选相对适合的环境,同时注意必须要接地良好。

(2) 检定仪与心电图机合理摆放:尽量使检定仪及被检心电图机的电源线远离导联线,避免50 Hz工频电源的交流干扰。

(3) 接地状态对波形的影响:大部分心电图机有接地端,在检定时工程师都会与检定仪同位地,在检定仪不接地时,即使心电图机交流滤波打开,波形也有很明显的交流干扰。将检定仪接地端连接到计量室专用接地端后,波形正常。在检测本身无接地端的心电图机时,要将检定仪接到实验室的专用接地端。

4 结论

可将检定条件一样的项目放在一起,缩短调整心电图机及信号源参数的时间;在检定内部噪声电平时,检定仪应处在关机或HELLO状态;可将内部噪声电平检测调整到最后,检定原始记录表上的排序也应进行相应调整。在检定过程中,除严格按照计量检定规程要求设定条件外,发现有异常情况时,应首先尝试修改规程中未提及的心电图机的设定条件。

[参考文献]

- [1] 陈基明,侯开江,张连强.USB2.0接口在心电信号数字化中的应用[J].医疗设备信息,2007,22(6):20-22.
- [2] JJG543-2008,心电图机检定规程[S].
- [3] JJG1041-2008,数字心电图机检定规程[S].
- [4] 庄伟龙,魏锡安,贾春榕.数字心电图机计量检定项目的意义[J].中国医疗设备,2009,24(5):49-50.
- [5] 陈基明,李玉峰,项延宽.全自动12导心电图机原理及常见故障维修[J].中国医疗设备,2010,25(2):94-95.
- [6] 陈和益,张维兰,严瑛,等.医院心电图机的检定管理与质量保障[J].医疗设备信息,2006,21(8):67-68.
- [7] 郭勇.医学计量[M].北京:中国计量出版社,2001,12:234-260.
- [8] 贾建革.医学计量实用检测技术[M].北京:中国计量出版社,2005:77-86.



无创BiPAP呼吸机在阻塞性睡眠呼吸暂停综合征治疗中的应用

Application of the Non-Invasive BiPAP Respirator in Treatment of OSAS

林建良¹, 郑辉才²

1. 临高县人民医院 呼吸内科, 海南 临高 571800; 2. 海南省农垦三亚医院 呼吸内科, 海南 三亚 572000

LIN Jian-liang¹, ZHENG Hui-cai²

1. Department of Respiratory Medicine, People's Hospital of Lingao County, Lingao Hainan 571800, China; 2. Department of Respiratory Medicine, Hainan Province Nongken Sanya Hospital, Sanya Hainan 572000, China

[摘要] 目的 探讨无创双水平气道正压 (BiPAP) 呼吸机治疗阻塞性睡眠呼吸暂停综合征 (OSAS) 的临床效果。方法 将130例OSAS患者随机分为对照组和治疗组, 每组各65例。对照组行常规保守治疗; 治疗组则在此基础上加用无创BiPAP呼吸机治疗。比较两组患者的生命体征、血气分析及血流动力学指标。结果 治疗组的心率、呼吸频率、动脉压均明显低于对照组 ($P<0.01$), 夜间血氧饱和度和夜间最低血氧饱和度则明显高于对照组 ($P<0.01$)。治疗组的氧分压、左室射血分数明显高于对照组 ($P<0.01$), 二氧化碳分压则明显低于对照组 ($P<0.01$)。治疗组的甘油三酯明显低于对照组 ($P<0.01$)。结论 采用无创BiPAP呼吸机治疗OSAS患者, 可有效缓解患者的缺氧状态, 改善临床症状, 提高临床的治疗效果。

[关键词] 阻塞性睡眠呼吸暂停综合征; 呼吸机; 双水平气道正压; 血气分析; 血流动力学

Abstract: Objective To explore the clinical effectiveness of application of non-invasive BiPAP (Bilevel Positive Airway) respirator in patients with OSAS (Obstructive Sleep Apnea Syndrome). **Methods** Altogether 130 cases of OSAS were randomly and evenly divided into Control Group (65 cases) and Experiment Group (65 cases). Conventional conservative treatment was performed in both Control Group and Experiment Group, on the basis of which Experiment Group was treatment with the non-invasive BiPAP respirator additionally. Then, indexes of vital signs, blood gas analysis and hemodynamics were compared between the two groups post-operatively. **Results** Experiment Group showed remarkably lower heart rate, breathing frequency and arterial pressure than that in Control Group ($P<0.01$). But the nighttime blood oxygen saturation and the lowest nighttime blood oxygen saturation in Experiment Group were much higher than Control Group ($P<0.01$). Partial pressure of oxygen and LVEF (Left Ventricular Ejection Fraction) in Experiment Group were much higher than Control Group ($P<0.01$); while, partial pressure of carbon dioxide and the level of triglyceride in Experiment Group were much lower than Control Group ($P<0.01$). **Conclusion** Application of non-invasive BiPAP in treatment of OSAS patients could relieve the hypoxia state and improve clinical symptoms for patients, which raised the effectiveness of clinical treatment.

Key words: obstructive sleep apnea syndrome; respirators; bilevel positive airway pressure; blood gas analysis; hemodynamics

[中图分类号] R197.39 [文献标志] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.038

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0118-03

阻塞性睡眠呼吸暂停综合征 (Obstructive Sleep Apnea Syndrome, OSAS) 是由于患者睡眠功能紊乱所引起的睡眠时上呼吸道狭窄或者关闭, 产生缺氧和二氧化碳潴留, 从而导致呼吸暂停、低通气不足、睡眠状况极差的疾病, 严重者可引发心脑血管疾病、全身各器官的损害等^[1-2]。目前, 对于 OSAS 以无创双水平气道正压 (Bilevel Positive Airway Pressure, BiPAP) 呼吸机通气治疗为首选。笔者对 65 例 OSAS 患者行无创 BiPAP 呼吸机通气治疗, 并以 65 例行常规保守治疗的 OSAS 患者为对照, 探讨了无创 BiPAP 呼吸机的治疗效果, 报道如下。

收稿日期: 2015-01-09
基金项目: 海南省自然科学基金项目资助 (309125)。
作者邮箱: linstat@126.com

1 材料与方法

1.1 研究对象

选取 2011 年 1 月~2014 年 12 月本院呼吸内科收治的 130 例 OSAS 患者作为研究对象, 所有患者均经美国邦德安百多导睡眠监测仪确诊, 并排除了合并其他系统疾病、恶性疾病、肾脏损害、药物过敏等的可能。

依据入院顺序, 按照伪随机数字表法将 130 例患者随机分为对照组和治疗组, 每组各 65 例。对照组, 男性 39 例, 女性 26 例; 年龄 35~80 岁, 平均 (51.5 ± 12.8) 岁; 依据中华医学会呼吸病学分会颁布的 OSAS 病情分类标准^[3], 分为轻度 12 例、中度 25 例、重度 28 例。治疗组, 男性 42 例, 女性 23 例; 年龄 32~76 岁, 平均 (52.0 ± 11.7) 岁; 轻度 15 例、中度 20 例、重度 30 例。两组患者的性别、年龄、病情程度等资料比较均无统计学差异 ($P>0.05$), 具有可比性。

1.2 治疗方法

对照组患者行常规保守治疗, 包括抗感染治疗、平喘祛痰、降血压、降血糖、降血脂、改善心肌缺血、维持水电解质平衡、补液支持治疗等, 并指导患者合理饮食、戒烟限酒、避免睡前过饱等, 密切观察并发症, 并针对相应症状采取药物治疗。所有患者均行鼻导管持续低流量吸氧治疗。

治疗组则在对照组基础上, 加用美国伟康公司生产的无创 BiPAP 呼吸机治疗, 呼吸机的参数设置如下: 通气模式设置为 S/T (自主呼吸定时), 呼吸频率设置为 12~18 次, 吸气压力调节为 8~22 cmH₂O, 呼气压力调节为 4~6 cmH₂O, 吸氧流量设置为 4~6 L/min, 定时进行血气检查, 使得血氧饱和度维持在 90% 以上。使用 BiPAP 呼吸机可以间歇进行, 中间患者可进食、活动等。

1.3 观察指标

主要观察指标如下: ① 生命体征指标: 心率 (次/min)、

呼吸频率 (次/min)、动脉压 (mmHg)、夜间血氧饱和度 (%)、夜间最低血氧饱和度 (%); ② 血气分析指标: 氧分压 (mmHg)、二氧化碳分压 (mmHg)、pH 值、左室射血分数 (%); ③ 血流动力学指标: 纤维蛋白原 (mmol/L)、甘油三酯 (mmol/L)、全血比粘度 (切变率 30/s)、红细胞聚集指数。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 18.0 软件进行统计分析, 计量资料采用均值 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较使用 t 检验; 计数资料比较采用 χ^2 检验, 以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 生命体征指标比较

生命体征指标比较结果, 见表 1。治疗组的心率、呼吸频率、动脉压均明显低于对照组 ($P<0.01$), 而夜间血氧饱和度和夜间最低血氧饱和度则明显高于对照组 ($P<0.01$)。

2.2 血气分析指标比较

血气分析指标比较结果, 见表 2。治疗组的氧分压、左室射血分数明显高于对照组 ($P<0.01$), 而二氧化碳分压则明显低于对照组 ($P<0.01$)。

2.3 血流动力学指标比较结果

血流动力学指标比较结果, 见表 3。治疗组的甘油三酯明显低于对照组 ($P<0.01$)。两组纤维蛋白原、全血比粘度、红细胞聚集指数比较无统计学差异 ($P>0.05$)。

3 讨论

阻塞性睡眠呼吸暂停综合征 (OSAS) 是较为常见的一种慢性睡眠性疾病^[4]。OSAS 严重者进展到后期, 可出现呼吸衰竭、高血压、冠心病、心肌梗死、脑卒中、肾脏损害等^[5]。

表1 两组患者的生命体征指标比较结果 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	心率 (次/min)	呼吸频率 (次/min)	动脉压 (mmHg)	夜间血氧饱和度	夜间最低血氧饱和度
对照组	65	125.9 $\pm$ 10.7	34.8 $\pm$ 4.0	124.5 $\pm$ 21.3	83.5% $\pm$ 3.7%	75.6% $\pm$ 3.8%
治疗组	65	87.1 $\pm$ 9.2	26.0 $\pm$ 2.9	97.6 $\pm$ 10.8	97.2% $\pm$ 3.4%	90.3% $\pm$ 3.5%
t	—	22.168	14.360	9.081	-21.981	-22.940
P	—	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表2 两组患者的血气分析指标比较结果 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	氧分压 (mmHg)	二氧化碳分压 (mmHg)	pH 值	左室射血分数
对照组	65	57.5 $\pm$ 12.0	50.6 $\pm$ 3.7	7.3 $\pm$ 0.3	56.4% $\pm$ 4.2%
治疗组	65	88.6 $\pm$ 13.3	39.1 $\pm$ 2.9	7.4 $\pm$ 0.3	62.9% $\pm$ 5.8%
t	—	-13.997	19.722	-1.900	-7.318
P	—	0.000	0.000	0.060	0.000

表3 两组患者的血流动力学指标比较结果 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	纤维蛋白原 (mmol/L)	甘油三酯 (mmol/L)	全血比粘度 (切变率 30/s)	红细胞聚集指数
对照组	65	4.0 $\pm$ 2.2	1.9 $\pm$ 0.7	5.4 $\pm$ 0.5	2.2 $\pm$ 0.4
治疗组	65	3.4 $\pm$ 1.9	1.6 $\pm$ 0.4	5.5 $\pm$ 0.6	2.1 $\pm$ 0.3
t	—	1.664	3.000	-1.032	1.612
P	—	0.099	0.003	0.304	0.109

OSAS 患者因长期伴低氧血症和高碳酸血症,往往合并有心脑血管疾病,对外科手术的耐受性较差;加上 OSAS 患者颈粗短、咽喉较为狭小、睡眠紊乱的特点,实施麻醉插管比较困难,且术后容易出现咽喉水肿、咽喉保护性反射、创面渗血等并发症,使围手术期的风险性增加^[6]。

目前,对于 OSAS 首选无创持续气道正压通气治疗。持续性正压通气治疗可增加上气道内的正压和喉括约肌的张力,有利于降低上呼吸气道的阻力和扩大肌张力,起到开放上呼吸气道的作用,从而有效防止睡眠过程中出现上气道塌陷的情况^[7],进而有效解除夜间严重的低氧血症和高碳酸血症。

本组结果显示,实施无创 BiPAP 治疗后,治疗组的生命体征得到了明显的改善,主要表现为心率、呼吸频率、动脉压水平明显下降,而夜间血氧饱和度和夜间最低血氧饱和度水平明显提高,这与张宗红^[8]报道的结果相似。持续正压通气治疗可有效降低睡眠过程中反复出现的呼吸暂停,有利于提升夜间血氧饱和度和最低血氧饱和度,使呼吸性微觉醒明显减少,从而改善 OSAS 患者的睡眠结构。此外,本组血气分析指标比较结果显示,治疗组的氧分压、左室射血分数明显高于对照组,二氧化碳分压则明显低于对照组,这进一步证实了持续正压通气治疗有助于改善患者的血氧水平和高碳酸血症,提高左室射血分数。此外,除了甘油三酯外,无创 BiPAP 治疗对血流动力学改善不明显,这需要辅助相关的药物治疗来解决^[9]。

总之,无创 BiPAP 呼吸机治疗 OSAS 具有较好的临床效果。使用 BiPAP 呼吸机治疗时,应注意人机配合,密切监测患者的生命体征指标,确保患者能够安静入睡、无胸闷气急现象。医护人员应定期检查呼吸机管道是否连接良好,确保无扭曲、脱落,以及面罩贴合是否良好,避免漏气等;同时要定期做好患者心率、呼吸、血压、血氧饱和度等指标的记录^[10-11]。

[参考文献]

- [1] 张小飞,高树峰,张少容,等.BiPAP呼吸机在阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征围手术期的应用[J].吉林医学,2013,34(33):7080-7081.
- [2] 何书平.BiPAP无创呼吸机治疗睡眠呼吸暂停综合征疗效观察[J].中国实用医药,2012,7(28):60-61.
- [3] 中华医学会呼吸病学分会睡眠呼吸障碍学组.阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征诊治指南[J].中华结核和呼吸杂志,2012,35(1):9-12.
- [4] 廖小雯,张亦飞,汤玉蓉.持续正压通气呼吸机在阻塞性睡眠呼吸暂停综合征治疗中的应用[J].中外医学研究,2014,12(23):44-45.
- [5] 董有睿,邹小明,李林阳.无创呼吸机在阻塞性睡眠呼吸暂停综合征中的应用[J].贵州医药,2011,35(5):432-433.
- [6] Aihara K,Oga T,Harada Y,et al.Analysis of anatomical and functional determinants of obstructive sleep apnea[J].Sleep Breath 2012,16(2):473-481.
- [7] 李丽,金晓杰.持续气道正压通气在阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合症治疗中的应用现状[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2007,21(10):477-480.
- [8] 张宗红.持续正压通气呼吸机治疗阻塞性睡眠呼吸暂停综合征的疗效观察与护理[J].实用心脑血管病杂志,2011,19(5):846-847.
- [9] Chan HS,Chiu HF,Tse LK,et al.Obstructive sleep apnea presenting with nocturnal angina,heart failure,and near miss sudden death[J].Chest,1991,99(4):1023-1025.
- [10] 张希龙,黎燕群.持续气道正压通气治疗阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征合并难治性高血压疗效分析[J].中华医学杂志,2009,89(26):1811-1814.
- [11] 祁富贵,李川涛,张华,等.一种非接触呼吸暂停检测技术的研究[J].中国医疗设备,2014,29(12):24-27,35.

上接第 62 页

糙”征象对结肠癌术前分期的价值[J].中国介入影像与治疗学,2010,7(1):8-9.

- [9] 郭学民,赵会军,杨秀春,等.增强CT在直肠癌术前诊断及T分期中的价值[J].中国介入影像与治疗学,2012,9(5):396-398.
- [10] 孙灿辉,孟俊非,李子平,等.结肠肠充气螺旋CT对结肠癌术前分期的诊断价值[J].中华胃肠外科杂志,2004,7(2):107-109.
- [11] Wang Da-long,Yu Li-juan,Tian Mo-han,et al.The value of 18F-FDG PET/CT imaging in the preoperative staging of colorectal cancer[J].Journal of Clinical Radiology,2012,31(1):70-74.
- [12] 胡宁,白卓杰,闵港,等.多层螺旋CT双期增强扫描在结肠癌

术前分期的应用价值[J].中国医学装备,2014,11(8):101-103.

- [13] 何明英,尚乃舰,周洋,等.64层螺旋CT增强扫描对结肠癌术前T分期的临床应用价值[J].现代医学生物进展,2014,14(29):5738-5741.
- [14] Filippone A,Ambrosini R,Fusehi M,et al.Preoperative T and N staging of colorectal cancer accuracy of contrast-enhanced multi-detector row CT colonography initial experience[J].Radiology,2004,231(1):83-90.
- [15] Ashraf K,Ashraf O,Haider Z,et al.Colorectal carcinoma, preoperative evaluation by spiral computed tomography[J].J Pak Med Assoc,2006,56(4):149-153.

多功能可调式治疗盘的设计

Design of a Multi-Functional Adjustable Treatment Plate

吴明慧, 刘迪娜

孝感市中心医院 口腔科, 湖北 孝感
432000

WU Ming-hui, LIU Di-na

Department of Stomatology, Xiaogan
Central Hospital, Xiaogan Hubei
432000, China

[摘要] 本文阐述了一种多功能可调式治疗盘的设计过程。该装置主要由抽屉拉手、活动隔板、托板拉手、滑槽、托盘主体、活动托板、分置隔板、抽屉构成, 具有体积小、操作面积可调节、便于物品分区摆放的优点。临床实际应用结果表明, 使用多功能可调式治疗盘能够显著提高护士的工作效率, 且能有效避免针刺、护理差错的发生, 值得临床推广。

[关键词] 可调式治疗盘; 活动隔板; 托板; 滑槽

Abstract: This paper expounded a multi-functional adjustable treatment plate, which mainly consisted of the drawer handle, a movable partition, the pallet handle, runner, pallet body, movable supporting plate, splitting clapboard and a drawer. This smart-sized plate had proven its advantages in the adjustable operation zone and convenient placement of goods into different sections in clinical practices, which contributed to obviously higher work efficiency and effective prevention of needles and nursing errors for nurses and deserved wider clinical promotion.

Key words: adjustable treatment plate; movable clapboard; supporting plate; runners

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.039

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0121-02

0 前言

临床上医护人员在进行多项操作时, 均需要使用治疗盘, 可以使技术操作规范化。目前常用的治疗盘是普通的开放式长方形托盘, 所放物品全部暴露在空气中; 且没有分隔区, 所放物品无固定位置, 混杂在一起, 易造成混拿; 消毒液的容器不能固定在治疗盘上, 在护士操作时容易被碰倒; 医务人员行走移动时, 托盘内的物品易随之移动而碰倒, 易造成交叉污染; 托盘容量有限, 所用物品不能依次摆放, 只能堆放在一起, 易造成物品难以辨认, 给工作带来了极大不便^[1-2]。为此, 笔者设计了一款多功能、容积大小可调节的治疗盘, 报道如下。

1 多功能可调式治疗盘的设计

1.1 制作方法

治疗盘采用不锈钢材质制作, 为方形结构, 拐角处为圆弧。治疗盘分为上、中、下3层, 主要由抽屉拉手、活动隔板、托板拉手、滑槽、托盘主体、活动托板、分置隔板、

抽屉构成。抽屉与治疗盘本体之间通过滑槽连接, 不使用时, 可以插入治疗盘盒内, 节省空间; 使用时, 可以通过抽屉拉手直接拉开, 根据需要存放不同物品。抽屉上方还设计有托板, 当打开抽屉时, 可以根据需要拉出托板, 增加托盘平台面积。左右抽屉功能有所区别: 左边抽屉设有活动隔板, 可以通过调节隔板位置改变隔板空间; 右边抽屉设有分类隔板, 用于存放棉签、药瓶等。治疗盘面板下还设有一个可左右任意滑动的托板, 托板两端均设有拉手, 面板下设有两个可完全重合的抽屉, 抽屉门上均设有拉手; 重合时的内抽屉有4边, 内设分置隔板, 可将抽屉分为不同的分隔区, 外抽屉有3边, 即外抽屉拉手侧的对侧无边框, 这样可便于两抽屉重合; 两个抽屉由滑槽固定在治疗盘上, 便于拉开, 外抽屉两侧边的内侧设有滑槽, 滑槽上安有与外抽屉门平行的隔板; 两个抽屉内的隔板高度略低于抽屉外框, 均可取出。多功能可调式治疗盘结构示意图, 见图1。

1.2 使用方法

在设有横竖隔板抽屉的小分隔区内分别放置注射器或输液器、消毒液、棉签、胶布、手套、纱布等用物, 带孔处放置各种瓶装消毒液、药液、试管, 将无菌包等体积较大的物品分类摆放在大分隔区内。操作时, 取出无菌包, 于治疗盘面板上打开即可进行操作, 如需增加操作台面,

收稿日期: 2015-03-09
通讯作者: 刘迪娜, 主管护师。
作者邮箱: mhui_wu@163.com

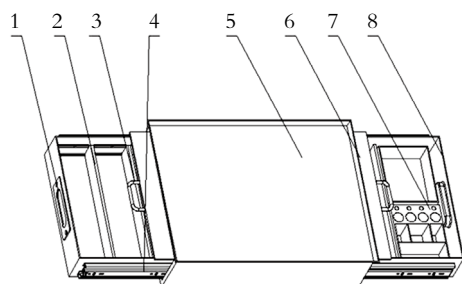


图1 多功能可调式治疗盘结构示意图

注：1：抽屉拉手；2：活动隔板；3：托板拉手；4：滑槽；5：托盘主体；6：活动托板；7：分置隔板；8：抽屉。

可拉开活动托板盖于任意一侧抽屉上。需要调整分隔区时，可拉开两侧抽屉，将外层抽屉内的滑动隔板沿着滑槽任意滑动，分隔区内可分类放置医疗垃圾^[3]。操作结束后，取走各类医疗废物，使滑动隔板紧靠抽屉门，还原两侧抽屉和滑动盖板。

2 应用效果

在230余例手术中应用了该治疗盘，效果满意，基本达到了设计目的。但该治疗盘还有一些地方需要改进，笔者将针对临床医护人员使用后的建议进行进一步改进。

3 讨论

多功能可调式治疗盘采用不锈钢材质，结构简单、使用方便；拐角处为圆弧，易于清洁与消毒；固定体积小，便于存放；可从左右任一方向拉开滑动的盖板来随意调节操作台面的大小^[4]；其面板和活动盖板，可避免物品裸放于治疗盘内，符合护理操作规范的要求。外层抽屉只有3边，可使两个抽屉可完全重合，以减小固定体积，操作时拉开

两个抽屉即可分别放置作用物和医疗废物，使无菌区、清洁区与污染区分开^[5]。重合时内抽屉里的隔板可将治疗盘分成不同的分隔区，使物品放置有序^[6]、固定牢固、方便取放；重合时外抽屉可通过隔板的滑动调整分区，可对操作后的医疗废物进行分类放置，在提高护士工作效率的同时能有效避免护士被针刺伤^[7-8]。

4 结论

多功能可调式治疗盘符合院感要求，便于清洁与消毒，能够有效地避免交叉感染，减少护理差错的发生，减轻护士的工作量，值得临床推广。

[参考文献]

- [1] 葛志红, 庞爱莲, 董宇. 治疗盘的改进与应用[J]. 护士进修杂志, 2007, 22(15): 1398.
- [2] 罗晓华, 杨骏, 沈姜津, 等. 新型双层多功能治疗盘的临床应用[J]. 护理研究, 2010, 24(4A): 939.
- [3] 陈红, 郑思琳, 牟倩倩, 等. 多功能治疗盘研制与应用[J]. 护理研究, 2014, 28(4B): 63.
- [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] 张玲玲, 赵杰刚, 王萧逸, 等. 安全型多功能治疗盘的制作与应用[J]. 护理学杂志, 2013, 28(6): 58.
- [6] 曹仁花. 多功能治疗盘临床应用研究[J]. 齐鲁护理杂志, 2009, (7): 118-119.
- [7] 刘阳. 牙科手机的使用及维护保养[J]. 中国医疗设备, 2013, 28(2): 93, 109-110.
- [8] 徐竹梅, 袁辉. 可挂式治疗盘在临床护理工作中的应用[J]. 齐鲁护理杂志, 2010, 16(7): 43.

上接第166页

质量和安全管理，使得我院医疗设备在使用情况及维修登记方面走向标准化和规范化^[6-7]。实践证明，PDCA循环管理工具可以有效提高医疗设备的管理，提升管理水平和质量，也得到了使用科室的一致好评，而我院护理部也将此项工作作为优质护理的考核内容之一^[8]。PDCA管理工具作为指导日常开展工作的重要工具仍需在实践中进一步完善。

[参考文献]

- [1] 周益清. 现代企业管理方法—PDCA工作方法研究[J]. 中国科技博览, 2009, (4): 67-68.
- [2] 王贤卿. PDCA循环在医疗设备管理中的应用[J]. 中国医学装备, 2014, (S1): 386-387.

- [3] 胡伟标, 何丽娜, 任洁. 戴明循环在提高医疗设备质量管理中的应用[J]. 中医药管理杂志, 2012, (6): 594-596.
- [4] 郑松柏, 汪洪, 何秀丽, 等. PDCA循环在医院医疗质量管理中的应用[J]. 医学理论与实践, 2007, (10): 1238.
- [5] 冯春. 应用PDCA理论提升医疗设备管理及验收质量方法研究[J]. 现代仪器, 2012, (6): 69-70, 73.
- [6] 姚雨露, 戴建荣. PDCA理论在我院医学装备管理中的应用[J]. 中国医疗设备, 2014, (9): 105-106, 151.
- [7] 蔡碧芳, 陈春喜. PDCA管理循环在消毒供应中心带教中的应用[J]. 中国消毒学杂志, 2011, (5): 658-659.
- [8] 尹传胜, 李涛, 吉利侠. PDCA在医用设备管理中的应用[J]. 中国医学装备, 2006, 3(4): 17-19.

教学用双向关节角度测量器的设计与应用

Design and Application of a Teaching Two-Way Joint Angle Measurement Device

李岩¹, 秦霞², 董军³, 王蕾³, 荆琳³

1.山东省泰山医院, 山东 泰安 271000;
2.泰安市妇幼保健院, 山东 泰安 271000; 3.泰山医学院 运动医学与康复学院, 山东 泰安 271000

LI Yan¹, QIN Xia², DONG Jun³, WANG Lei³, JING Lin³

1.Shandong Provincial Taishan Hospital, Taian Shandong 271000, China; 2. Taian Maternal and Child Health Care Hospital, Taian Shandong 271000, China; 3.College of Sports Medicine and Rehabilitation, Taishan Medical University, Taian Shandong 271000, China

[摘要] 本文阐述了一种双向关节角度测量器的设计与应用过程。该装置主要由全圆量角器、固定臂和移动臂组成, 可用于康复医学、运动医学、运动创伤学等学科的实验授课。实际应用结果表明, 采用普通关节活动测量尺以及双向关节角度测量器测量肘、膝关节屈曲度具有较高的相关性, 其中对肘关节屈曲度的测量结果无明显差异, 对膝关节屈曲度的测量结果存在明显差异。因此, 在教学中采用双向关节角度测量器代替普通的关节活动度测量尺测量肘关节是可行的。

[关键词] 双向关节角度测量器; 全圆量角器; 肘关节; 膝关节; 屈曲度

Abstract: The paper expounded the design and application process of a two-way joint angle measurement device, which mainly consisted of a full-round angle protractor, the fixation arm as well as the mobile arm and was intended for experimental teaching in the subject of rehabilitation medicine, sport medicine as well as sport injuries. High relevance had been shown in practical application of the common joint measurement device and the two-way joint angle measurement device in measurement of the flexion of elbows and knees, among which no obviously statistical differences were seen between the measurement results of the flexion of elbows; while the measurement results of the flexion of knees existed remarkably statistical differences. Therefore, utilization of the two-way joint angle measurement device in teaching, instead of the common joint measurement device, was feasible for measurement of elbow joints.

Key words: two-way joint angle measurement device; full-round angle protractors; elbow joints; knees; flexion

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.040

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0123-02

0 前言

关节活动度是康复评定教学的重要内容之一, 现有的关节角度测量尺有马丁尺、游标卡尺、长度量尺等, 但在测量过程中均存在一定的不便之处^[1]。笔者尝试以通用的关节角度测量尺测得的大学生肘、膝关节活动度作为标准, 与自行研制的教学用双向关节角度测量器测得的数据进行对照, 分析两者所测结果的相关性及一致性, 以期康复医学、运动医学、运动创伤学等学科的实验授课提供一种适合教学用的关节角度测量器; 同时为处于康复治疗期的

病人提供可自行测量关节活动度的测量器。

1 材料与方法

1.1 研究内容

双向关节角度测量器主要用于康复医学、运动医学、运动创伤学等学科的实验授课。该装置主要由直尺(固定臂)、全圆量角器以及两个外形相同的移动臂构成, 移动臂可自由活动, 两臂交叉衔接成心形且交接点为该装置的固定点中心。全圆量角器做成夹层状, 铁丝在夹层内部绕圆盘一圈, 表面标有两个刻度盘(测量范围为0°~180°), 背面是一个蝴蝶结形状的固定点; 两个移动臂的指针设计成问号的形式; 读数的位置上开了两个心型读数孔, 下方

收稿日期: 2015-04-22

修回日期: 2015-05-24

基金项目: 山东省高等学校科技计划项目资助(J12LL02)。

通讯作者: 董军, 高级实验师。

作者邮箱: tailiaoqxieke@163.com

各安装有一块小吸铁石,与铁丝圈结合,达到固定移动臂的目的,还设有一个独立的袖带,用于与固定点进行衔接(图1)。

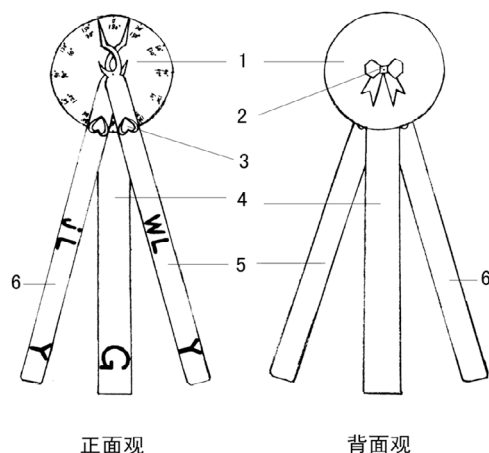


图1 教学用双向关节角度测量器结构图

注: 1: 全圆量角器; 2: 固定点; 3: 读数孔; 4: 固定臂; 5: 近侧移动臂; 6: 远侧移动臂。

1.2 使用方法

(1) 全圆量角器背面有一个蝴蝶结形状的固定点,主要作用是与绑在被测关节上的关节带相结合,以固定测量器。

(2) 将关节角度测量器与袖带结合,使固定点对准待测关节活动轴中心后,调节移动臂,使移动臂与运动到最大限度时关节的近端骨长轴平行,利用小吸铁石与全圆量角器内部铁丝圈的结合,达到固定移动臂的目的。

(3) 当被测关节回到测量前的初始位置时,进行反向运动(如对肩关节进行测量时,关节屈的反向运动是伸),直至关节运动到最大限度时进行读数。

(4) 测量完毕后,将关节角度测量器取下进行读数记录。

1.3 装置特点

(1) 可单人进行操作。

(2) 测量屈、伸或外展、内收等双向关节角度时,无须移动固定臂即可完成测量。

(3) 结构简单、使用方便、测量误差小,除适用于康复医学、运动医学、运动创伤学等学科的实验授课外,对于医院康复科病人关节活动度的测量、康复情况的改进也有一定价值。

1.4 应用对象

某高校41名身体健康的学生,其中男性15人,女性26人;年龄21~24岁,平均 (22.098 ± 0.6247) 岁;体重39~90 kg,平均 (57.683 ± 11.5400) kg,身高155~185 cm,平均 (165.561 ± 8.1672) cm。分别用教学用双向关节角度测量器和普通关节活动测量尺测量其肘、膝关节的屈曲度。

1.5 统计学分析

采用SPSS 13.0统计软件进行统计学处理^[2]。两组测量结果之间比较采用配对 t 检验,并进行双变量相关性分析。

2 结果

(1) 采用双向关节角度测量器和普通关节活动测量尺测量受试者肘、膝关节的屈曲度结果,见表1。

表1 受试者肘、膝关节的屈曲度测量结果

分组	均值($^{\circ}$)	n	标准差	标准误
组1 肘关节 ¹	133.95	41	6.450	1.007
肘关节 ²	131.49	41	8.947	1.397
组2 膝关节 ¹	128.66	41	8.293	1.295
膝关节 ²	124.68	41	10.626	1.660

注: ¹采用双向关节角度测量器; ²采用普通关节活动测量器。

(2) 两种方法的相关性。双向关节角度测量器和普通关节活动测量尺测量肘关节屈曲度的结果的相关系数 $r=0.450$ ($P < 0.05$);双向关节角度测量器和普通关节活动测量尺测量膝关节屈曲度的结果的相关系数 $r=0.652$ ($P < 0.05$),相关系数均较高。

(3) 两种方法测量结果比较。双向关节角度测量器和普通关节活动测量尺测量肘关节屈曲度的结果没有显著性差异 ($P=0.066$);双向关节角度测量器和普通关节活动测量尺测量膝关节屈曲度的结果有显著性差异 ($P=0.003$)。所以,在测量肘关节时,两种测量方法可以互换;但是在测量膝关节时,两者差异性较大,尚不能进行互换。

3 讨论

关节活动度是指关节活动时可达到的最大运动弧度或角度,对人体的日常活动具有重要意义^[3]。受年龄、性别、体重和锻炼情况的影响,人体的运动范围也存在着很大的差异。年轻、女性、体瘦、经常锻炼者,关节的活动范围一般较大;而年老、男性、肥胖、不常锻炼者,关节的活动范围一般较小。

关节活动度测量始于对战后损伤造成的残疾的评估,用于描述人体状况的变化,并揭示预后。关节活动度测量是评价人体运动系统功能状态最基本、最重要的手段之一。

现有技术中,用于测量关节活动度的各种量尺几乎都围绕测量长度和宽度来进行,具有代表性的有马丁尺、游标卡尺、长度量尺等^[4]。国内临床上也有采用弯角规测量肩宽、骨盆宽等^[5-6]。目前尚缺乏测量关节活动角度的便携式测量器;同时,现有的关节角度测量装置主要应用于临床医学^[7-10],实际操作过程中至少需要两人合作,使用不方便,而且读数会有一定的人为误差。特别在教学中,采用现有的关节角度测量装置不利于讲者同时进行演示与讲解,且对于关节角度的测量有一定误差。

本研究采用双向关节角度测量器与普通关节活动度测量尺测得的肘关节屈曲度数据之间具有较高的相关性,且两组

下转第158页

覆膜食管支架的临床疗效评价

Clinical Application of the Membrana Tectoria Esophageal Stent in ETF Patients

何山, 王德林, 曹玉娟, 杜芳, 曹凤, 郝龙英, 赵聪, 侯东东
北京大学首钢医院 肿瘤科, 北京 100044

HE Shan, WANG De-lin, CAO Yu-juan, DU Fang, CAO Feng, HAO Long-ying, ZHAO Cong, HOU Dong-dong
Department of Oncology, Peking University Shougang Hospital, Beijing 100044, China

[摘要] 目的 评价覆膜食管支架的临床疗效。方法 在血管造影机的引导下对25例患者置入覆膜食管支架。结果 术后25例患者呛咳、吞咽困难等症状得到改善, 生活质量明显提高, 未见严重并发症。结论 置入覆膜食管支架可以安全、有效地治疗食管气管瘘。

[关键词] 食管气管瘘; 覆膜食管支架; 吞咽困难; 呛咳; 数字减影机

Abstract: Objective To investigate the effectiveness of application of the membrana tectoria esophageal stent in ETF (Esophago-Tracheal Fistula) patients. Methods The membrana tectoria esophageal stent was implanted in 25 patients under the guidance of angiography equipment. Results The life quality was obviously improved post-operatively in 25 ETF patients without the symptoms such as dysphagia and cough as well as serious adverse complications. Conclusion Design of the membrana tectoria esophageal stent could effectively ensure the occurrence of closed fistula and restenosis.

Key words: esophago-tracheal fistula; membrana tectoria esophageal stent; dysphagia; cough; angiography equipment

[中图分类号] R571 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.041

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0125-03

0 前言

晚期食管癌、肺癌因肿瘤外侵、溃烂坏死, 或在放射治疗后发生食管、支气管穿孔形成食管气管瘘或食管纵膈瘘, 由于消化道、呼吸道相通, 管腔变窄, 常伴有不同程度的吞咽困难、呛咳等症状^[1]。另外, 食管内的液体、食物误入气管会导致患者肺部感染, 此时对其进行手术存在较大风险, 临床处理十分困难^[2-3]。

1 材料与方法

1.1 临床资料

本组 25 例患者, 男 19 例, 女 6 例, 年龄 48~83 岁, 平均 66 岁。20 例患者行胃镜检查, 经组织学病理诊断, 其中鳞癌 17 例, 腺癌 3 例。所有患者均行食管造影或胸部 CT 影像学检查, 其中食管癌穿孔 4 例, 食管癌放疗后穿孔 13 例, 食管癌术后放疗穿孔 4 例, 肺癌放疗后穿孔 3 例, 食管癌术后吻合口瘘 1 例。胃镜下见食管狭窄段长度约 2.0~11.5 cm,

收稿日期: 2015-01-07

修回日期: 2015-02-04

作者邮箱: abbottzhangyu@126.com

瘘口直径约 0.5~2.5 cm (平均 1.6 cm)。所有患者均伴有不同程度的吞咽困难、呛咳、肺部感染等症状, 无手术适应症。

1.2 实验设备

东芝数字减影机, 覆膜食管支架 (CZES 江苏; BONASTENT 韩国), 泰尔茂导管及导丝 (Terumo 日本), 造影剂 (碘海醇), 1% 的丁卡因, 医用石蜡油, 牙托。

1.3 食管支架成形术

1.3.1 术前准备

术前行胃镜、食管钡餐造影或胸部 CT 检查^[4], 常规病理活检检查明确诊断; 常规检查血常规、肝功能和凝血功能及胸片、心电图检查等。详细告知患者及家属有关食道支架成形术的一切情况, 并签署手术知情同意书。

1.3.2 操作方法

患者摘去义齿, 用 1% 的丁卡因对咽喉部进行喷雾麻醉, 斜侧卧位于数字减影机检查床上, 放置牙托, 透视下先将 5F 导管在导丝的引导下送入食管, 手推造影确定梗阻的近端, 然后旋转导丝并调整导管方向, 使导管通过狭窄及瘘口部位, 并造影证实进入胃内, 然后边撤导管边手推造影观察, 以此来确定狭窄病变的范围、长度, 瘘口的位置、大小,

贲门是否受侵,以及病变与解剖位置的对应关系等(图1)。根据上述情况选择支架的型号,将导管重新置入胃内并交换加硬导丝,使之在胃内盘曲固定,将选定的支架输送器外涂医用石蜡油后,透视下沿着交换导丝送入食管并通过病变段,确定位置后缓慢释放支架,待支架完全释放后,撤出输送器及交换导丝,口服造影剂多体位观察瘘口封堵及支架膨胀情况。

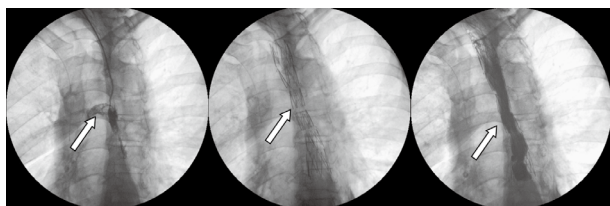


图1 数字减影机下食管支架成形术操作方法

注:(a)数字减影机下导管手推造影显示瘘口位置、大小(箭头);(b)数字减影机下置入覆膜食管支架后(箭头);(c)数字减影机下置入覆膜食管支架后行食管造影显示造影剂通过顺利,瘘口封闭(箭头)。

1.3.3 术后处理

手术后禁食24 h,禁水6 h,根据患者实际情况,进行补液、抗炎、止吐、抑酸、止血等药物治疗,必要时作镇痛处理。术后第2天,透视观察支架位置及膨胀情况,并口服造影剂多体位观察瘘口是否封堵完全,然后可开始进流食,再逐渐由半流食过渡到软食。术后7天、1月、3月,复查食管造影,了解支架膨胀情况及有无移位,造影剂通过是否顺利,以及瘘口封堵是否完全等情况。并可进行胸部CT检查,了解肺部炎症吸收、支架贴壁等情况。

2 结果

2.1 并发症

所有患者术后均无大出血、穿孔等严重并发症发生。25例患者共置入支架26个。24例患者均一次性成功置入1枚支架,1例患者置入支架3天后出现支架向下轻度移位,导致瘘口封堵不完全,患者重新出现呛咳症状,在原支架上方再置入1枚支架后,症状消失。2例患者1月后因进普食过急、过快,导致食物阻塞,导丝再通后,症状改善。所有患者在支架置入后均有不同程度的不适症状,其中胸部疼痛者15例,恶心呕吐者10例,轻度出血者1例,经药物治疗后症状得到改善。

2.2 术后情况

术前25例患者中有20例不能进食、进水,5例可少量进流食。所有患者在进食后,均会发生不同程度的呛咳及呕吐。在置入支架后,所有患者当天均可进水,1天后进流食,1~2周逐渐过渡到进半流食、软食。所有患者的呛咳症状术后即刻缓解、消失。

3 讨论

晚期食管癌、肺癌常因肿瘤外侵、溃烂及坏死,发生食管穿孔形成食管纵膈瘘或食管气管瘘;也可因放射治疗,肿瘤退缩过快,正常组织未能及时修复而形成瘘,由于此类患者通常身体极度衰弱,且合并严重的肺内、纵膈内感染,均无手术指征,临床处理比较困难,是置入覆膜支架术的最佳适应症^[5-6]。自膨式覆聚乙炔膜食管支架置入后,依靠自身的张力使病变处(狭窄或瘘口)的食管扩张至直径约为16~20 mm,可满足患者正常饮食的需要,支架两端的扩张程度大于支架的中间部分(约2 mm),可使两端正常的食管扩张至直径约为18~22 mm,保证支架两端与食管壁密切接触,避免食物及液体进入支架与食管的间隙,由于支架表面覆聚乙炔膜坚韧不易破裂,可有效地限制肿瘤组织及增生的食管粘膜向支架内生长,防止再狭窄梗阻的发生^[6-8]。同时支架上的覆膜封闭了食管气管瘘、食管纵膈瘘的瘘口,恢复了呼吸道、消化道的独立性,从根本上避免了食物及液体经瘘口外漏入肺及纵膈,防止肺与纵膈内感染、呼吸衰竭的发生,作用效果明显、持久(图2)。患者身体状态得到明显改善,感染得到控制,在此基础上可进一步配合化疗控制其肿瘤生长,延长患者生存期。

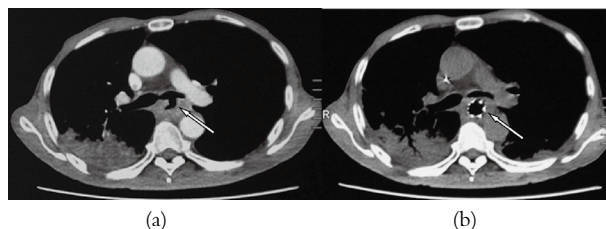


图2 CT示置入覆膜食管支架前后食管气管瘘瘘口变化

注:(a)CT示食管气管瘘瘘口(箭头);(b)CT示置入覆膜食管支架后瘘口封闭(箭头)。

3.1 手术技巧

食管支架置入术成功的前提和关键是导丝能否通过狭窄或闭塞段^[7-8]。覆膜食管支架术手术技巧总结如下:①术前仔细分析影像资料,特别是瘘口的位置,要做到心中有数;②术时口咽部充分麻醉,尽可能减少患者的不适感;③操作手法轻柔、熟练,在通过闭塞段时,旋转导丝前进,变换导管头的方向,及时跟进导管,增加导丝的支撑力,利用导管与导丝的配合,使导管、导丝能顺利地通过闭塞段进入胃内,且一定要造影证实;④造影证实瘘口的位置、数量、大小,确保支架全部覆盖;⑤要选择有较强支撑力的超硬导丝(本组病例选用的导丝是TerumoPA,长度为260 cm),并尽可能使导丝的前端在胃内盘绕成圈,因为在沿导丝送入球囊或支架时,因导丝支撑力不够,导丝容易从狭窄段脱出,球囊或支架无法到位,特别是一些输送器较粗大的品牌尤其要注意,避免不必要的重复操作;⑥球

囊或支架通过咽喉部时,应尽量使患者头部后仰,减少口腔与咽喉部的交叉角度,同时要事先做好润滑工作,并透视跟踪,减少输送器尖端对咽喉部的损伤。

3.2 支架选择

食管支架分为无膜和覆膜两种类型。前者因置入后刺激食管粘膜过度增生或肿瘤组织可从金属网眼生长入支架内,造成食管再次狭窄梗阻,食管气管瘘、食管纵膈瘘患者如置入无膜食管支架,金属网眼将无法封闭瘘口,所以此类患者应选择全覆膜支架^[9]。覆膜食管支架术支架选择需考虑以下因素:①食管病变部位高于第一胸椎平面者慎用,支架上口一般不能高于第七颈椎体上缘高度,否则会引起患者明显不适感,食管中上段癌,置入支架直径不宜过大,应选择适行性强的支架以减少患者胸背部疼痛,术前需做好呼吸道压迫的评价及必要的急救准备^[10];②食管下段(跨越贲门)及贲门部病变患者应选择有防返流膜的支架,避免反流性食管炎的发生,且支架不宜伸入胃内过长,否则可能会造成胃部不适;③外压性病变所致的食管气管瘘患者选择支架时应适当延长其长度和直径,最好选择支撑力强的支架以防止支架移位;④对于病程较长,病变段以上食管扩张严重的患者选用支架的Y型喇叭口应适当的加大,尽可能使支架上缘的喇叭口与扩张的食管壁紧密贴合,避免食物进入支架与食管的间隙,否则呛咳等症状不能得到缓解;⑤对于狭窄程度不严重与累及贲门的食管气管瘘患者,置入支架时移位的风险较大,最好选择外侧具有倒钩及上端喇叭口处固定有牵拉线的支架,倒钩可嵌入到肿瘤内,有效地防止支架移位^[11-12],牵拉线待支架释放后随输送器退出口腔,再经导管从鼻咽部引出鼻腔外固定,这样可协助防止支架下移,即使支架出现移位,可借助牵拉线调整支架的位置,或回收支架后重新释放,待支架周围组织浸润粘连固定后,剪断牵拉线即可。

4 结论

置入覆膜食管支架是一种简单、安全、有效的姑息性治疗手段。熟练的手术操作技巧与支架的正确选择是提高治疗成功率,减少手术并发症的关键环节。

[参考文献]

[1] Oh SJ,Song HY,Nam DH,et al.Bleeding after expandable nitinol

stent placement in patients with esophageal and upper gastrointestinal obstruction:incidence, management, and predictors[J].Acta Radiol,2014,55(9):1069-1075.

- [2] 刘明涛,李博云,包长兵.食道内覆膜支架置入姑息治疗30例中、晚期食道癌[J].重庆医学,2006,35(7):650-651.
- [3] 任东铭,徐娅莎,冷梅,等.食管恶性狭窄内支架植入术后并发症的临床分析及治疗[J].中国冶金工业医学杂志,2005,22(6):652-653.
- [4] Kim EY,Park YS,Shin JH,et al.The effectiveness of erythromycin in reducing stent-related tissue hyperplasia:an experimental study with a rat esophageal model[J].Acta Radiol,2012,53(8):868-873.
- [5] Dua KS,Latif SU,Yang JF,et al.Efficacy and safety of a new fully covered self-expandable non-foreshortening metal esophageal stent[J].Gastrointest Endosc,2014,80(4):577-585.
- [6] Laquiere A,Grandval P,Heresbach D, et al.Self-expanding plastic stent removed after radiochemotherapy for advanced esophageal cancer[J].Dis Esophagus,2014,27(2):176-181.
- [7] Balazs A,Kokas P,Lukovich P,et al.Experience with stent implantation in malignant esophageal strictures:analysis of 1185 consecutive cases[J].Surg Laparosc Endosc Percutan Tech,2013,23(3):286-291.
- [8] Tapping CR,Briggs JH,Uberoi R,et al.Inadvertent esophageal stent deployment into a false passage with subsequent endoscopic retrieval[J].J Vasc Interv Radiol,2013,24(9):1423-1425.
- [9] Park JY,Shin JH,Song HY,et al.Airway complications after covered stent placement for malignant esophageal stricture:special reference to radiation therapy[J].AJR Am J Roentgenol,2012,198(2):453-459.
- [10] 杜天会,李媛媛,刘志,等.晚期食管癌附膜金属内支架置入对放疗后穿孔的预防和治疗价值[J].中国肿瘤临床与康复,2002,9(2):105-106.
- [11] Gornals JB,Golda T,Soriano A.Stent-in-stent technique for removal of a metal stent embedded in the colon wall by using a fully covered, self-expandable metal esophageal stent (with video)[J].Gastrointest Endosc,2012,76(3):695-696.
- [12] 陆宏,付春华,刘亚军.流程管理在主动脉夹层动脉瘤带膜支架置入患者介入治疗期的应用与效果[J].中国医疗设备,2014,29(4):10-11.



质量控制检测在血液净化设备预防性维护中的作用探讨

Exploration of the Role of Quality Control Detection in Preventive Maintenance of Blood Purification Equipment

董灿, 刘帅, 李玉鑫, 晁勇

解放军总医院第一附属医院 医学工程
科, 北京 100048

DONG Can, LIU Shuai,
LI Yu-xin, CHAO Yong

The First Affiliated Hospital of General
Hospital of PLA, Beijing 100048, China

[摘要] 本文对血液净化设备的常见故障进行分类讨论, 并通过分析其质控数据, 发现质控数据的偏移量和设备故障发生率之间存在相关性。血液净化设备发生流量故障时, 设备质控数据在300 mL/min及500 mL/min两检测点存在较大偏移; 发生电导率故障时, 设备质控数据在13.5 ms/cm及14.5 ms/cm两检测点存在较大偏移。因此, 可根据血液净化设备质控数据的偏移情况, 有针对性的对设备进行预防性维修, 从而减少设备故障发生率, 提高设备安全水平。

[关键词] 血液净化设备; 质量控制; 流量故障; 电导率故障; 预防性维护保养

Abstract: Based on the analysis of common malfunctions and the corresponding quality control data of blood purification equipment, this paper found the relevance between the quality control data deviation and malfunction incidence. The quality control data of equipment with flow malfunction had larger deviation in the detection points 300 mL/min and 500 mL/min; while the quality control data of equipment with conductivity malfunction had larger deviation in the detection points 13.5 ms/cm and 14.5 ms/cm. Therefore, the deviation of quality control data of blood purification equipment could be used to perform specific preventive maintenance so as to decrease the incidence of malfunctions and improve the safety of equipment.

Key words: blood purification equipment; quality control; flow errors; conductivity errors; preventive maintenance

[中图分类号] TH789 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.042

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0128-03

0 前言

血液净化设备可为急、慢性肾功能衰竭和部分中毒性患者提供替代治疗, 也是目前最常用、最有效的治疗方式^[1]。然而血液净化设备工作时直接与人体血液接触, 一旦发生故障, 将会造成治疗中止, 甚至会危及患者生命安全, 其使用安全性、有效性必须严格控制。预防性维修是减少设备故障的有效手段, 可在一定程度上提高设备运转的安全性, 但需要相关的技术手段支持^[2]。

本文通过对已有质控数据进行分析, 探讨如何依托于质量控制检测手段, 提高预防性维修的针对性, 从而提高预防性维修的质量和效率。

收稿日期: 2015-05-12
作者邮箱: 617753220@qq.com

1 设备主要组成及常见故障分析

血液净化设备一般分为血液供给系统和透析液供给系统。其中, 血液供给系统包括血泵、肝素泵、动静脉压监测和空气监测等组件; 透析液供给部分包括配液、除气、温度控制、电导率监测、超滤监测和漏血监测等组件^[3]。血液净化设备结构复杂, 任何部件出现问题都会对整机使用造成影响, 进而危及患者的生命安全。

国家药品不良反应中心从2002年至2010年, 共收到有关血液净化设备的可疑医疗器械不良事件报告487份。其中, 因设备部件引起的不良事件有313份, 占总数的64.27%^[4]。因此, 对该类设备进行定期的维护保养, 尤其是有针对性的预防性维修, 可以避免设备在使用中发生故

障,有效降低设备的使用风险。

目前,我院拥有德国、日本和美国等国家多个品牌的血液净化设备近 60 台,近半数设备已使用 3 年以上,处于设备故障发生频率的高发区间^[5]。经统计,近 2 年间我院血液净化设备共发生各类故障 31 次,按故障发生类型划分,故障统计结果见表 1。

表1 血液净化设备常见故障统计

故障类型	例次	百分比
电导率故障	13	41.94%
流量故障	9	29.03%
压力故障	3	9.68%
温度故障	2	6.45%
气泡报警故障	1	3.23%
漏血报警故障	2	6.45%
其他故障	1	3.23%

由上表可见,我院血液净化设备常见故障主要集中在透析液供给系统,故障类型包括电导率故障、流量故障、压力故障、温度故障等,其中,电导率故障和流量故障占故障总量的 71% 左右。

电导率是表示透析液离子平衡的重要指标,透析液离子

失衡会引发一系列“失衡综合症”,例如头痛、肌肉痉挛、乏力、恶心、血压变化等症状,严重者会出现心衰、溶血等情况,危及患者生命安全,造成医疗事故。电导率故障表现为电导率报警,可能引起的故障原因有电磁阀异常、A/B 液不合格、吸液泵故障、电导率传感器故障等几种情况^[6]。

流量变化直接影响透析的效果,流量过低,血液废物清除效果差,影响治疗效果;流量过高,特别是使用通透性较高的透析器时,易发生反超,使透析液物质进入血液,影响患者安全。流量故障表现为流量报警,可能引起的故障原因如过滤器堵塞、水机供水异常、电磁阀异常、排气系统异常、下水不通畅等情况。

基于以上设备故障率的统计结果,在制定设备预防性维修计划时,应将重点放于以上两类故障的检测上。

2 设备日常质控数据统计

根据《血液透析装置治疗检测技术规范及通用要求》^[7-8],我院已开展血液净化设备的质量控制检测工作。其中,检测指标包括透析液温度、电导率、动/静脉压力、透析液流量、pH、肝素泵流量、血泵流量等设备关键技术参数。经统计我院质控信息系统中近 2 年血液净化设备的质量控制检测结果,并进行数据汇总和分析^[9],统计结果见表 2。

表2 2013~2014年血液净化设备质控数据统计

序号	检测指标	示值	检测值	示值偏差	最大偏差值	允许偏差
1	温度	35℃	35.12℃	0.10℃	0.20℃	± 0.5℃
		36℃	36.14℃	0.11℃	0.40℃	± 0.5℃
		37℃	37.14℃	0.12℃	0.30℃	± 0.5℃
2	电导率	13.5 mS/cm	13.31 mS/cm	0.11 mS/cm	0.25 mS/cm	± 0.3 mS/cm
		14.5 mS/cm	14.33 mS/cm	0.16 mS/cm	0.25 mS/cm	± 0.3 mS/cm
3	静脉压	-40 mmHg	-38.82 mmHg	2.19 mmHg	7.70 mmHg	± 10 mmHg
		100 mmHg	103.5 mmHg	3.70 mmHg	6.25 mmHg	± 10 mmHg
		200 mmHg	205.46 mmHg	5.60 mmHg	8.10 mmHg	± 10 mmHg
4	动脉压	-200 mmHg	-198.49 mmHg	2.52 mmHg	5.60 mmHg	± 10 mmHg
		-100 mmHg	-97.44 mmHg	2.98 mmHg	4.85 mmHg	± 10 mmHg
		200 mmHg	205.27 mmHg	5.31 mmHg	7.55 mmHg	± 10 mmHg
5	透析液流量	300 mL/min	289 mL/min	3.67%	6.67%	± 10%
		500 mL/min	482.18 mL/min	3.56%	5.80%	± 10%
		800 mL/min	773.67 mL/min	3.29%	4.88%	± 10%
6	pH值	7.54	pH 7.56	0.02	0.06	± 0.2
7	肝素泵流量	1 mL/h	1.02 mL/h	0.03 mL/h	0.10 mL/h	± 0.20 mL/h
		5 mL/h	5.06 mL/h	0.07 mL/h	0.15 mL/h	± 0.25 mL/h
		10 mL/h	10.12 mL/h	0.12 mL/h	0.21 mL/h	± 0.50 mL/h
8	血泵流量	100 mL/min	99.85 mL/min	2.92%	7.00%	± 10%
		200 mL/min	198.16 mL/min	2.73%	7.00%	± 10%
		400 mL/min	395.79 mL/min	2.79%	8.00%	± 10%

以上质控数据是使用专业的检测设备对设备的关键指标进行检测获得的,具有一定的客观性。同时由表2可以看出,即使检测数据的偏差在质控检测标准的范围内,从统计的最大偏差值来看,部分设备的偏差值较大。

预防性维修是指通过系统检查、检测或定期拆除、更换配件,使设备保持在规定状态所进行的全部活动,包括预先维修、定时维修、视情维修和故障检查,具有一定周期性特点,并且需要主观或客观的检测手段;如果设备质控数据的偏移与设备故障之间具有一定的相关性,则可将部分质控检测数据作为预防性维修的客观参考,从而提高预防性维修的针对性。

3 质控检测指标与设备故障的相关性分析

根据近3年内设备的维修记录,对流量和电导率质控记录数据进行筛选,比较发生过故障设备的质控数据与正常设备质控数据检测结果的差异,以找出故障设备及其质控数据的关联性。正常设备与故障设备流量质控数据对比,见表3。

表3 正常设备与故障设备流量质控数据对比

数据类型	偏差率 (%)	
	正常设备	故障设备
300 mL/min示值偏差均值	3.67	6.29
300 mL/min示值偏差最大值	6.67	6.67
300 mL/min示值偏差最小值	1.67	6.00
500 mL/min示值偏差均值	3.56	5.18
500 mL/min示值偏差最大值	5.80	5.80
500 mL/min示值偏差最小值	1.40	4.80
800 mL/min示值偏差均值	3.29	3.92
800 mL/min示值偏差最大值	4.88	4.25
800 mL/min示值偏差最小值	1.75	3.50

由表3可以看出在质控的数据中,出现流量故障的设备在300 mL/min及500 mL/min检测时,示值偏差均值明显较高。其中,在300 mL/min检测时的偏差均>6.00%,500 mL/min检测的偏差>5.18%。而在800 mL/min检测时与正常设备的区分并不明显。流量故障设备与正常设备在300 mL/min及500 mL/min检测的点状图,见图1。

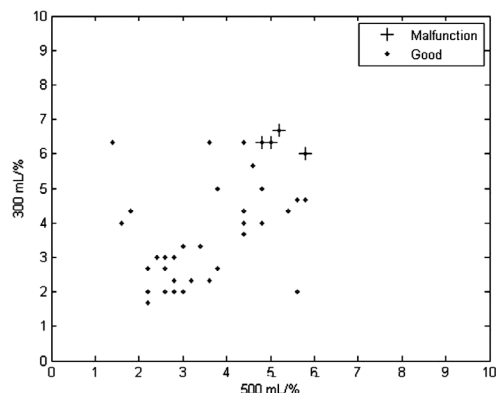


图1 流量正常设备与故障设备质控数据检测偏差分布图

电导率正常设备与故障设备质控数据对比,见表4。

表4 电导率正常设备与故障设备质控数据对比

数据类型	偏差率 (%)	
	正常设备	故障设备
14.5 ms/cm检测值偏差	0.16	0.2
14.5 ms/cm检测值最大值	0.25	0.25
14.5 ms/cm检测值最小值	0.04	0.1
13.5 ms/cm检测值偏差	0.11	0.18
13.5 ms/cm检测值最大值	0.25	0.25
13.5 ms/cm检测值最小值	0.01	0.09

由表4可以看出在质控结果中,出现电导率故障的设备在14.5 ms/cm检测时示值偏差均>0.1,在13.5 ms/cm检测时,示值偏差>0.09。电导率故障设备与正常设备在13.5 ms/cm及14.5 ms/cm检测的点状图,见图2。

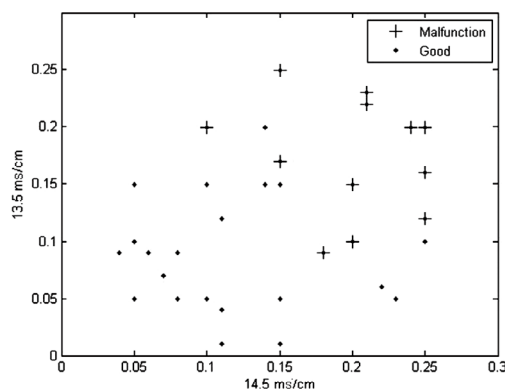


图2 电导率正常设备与故障设备质控数据检测偏差分布图

由上述统计可知,出现流量故障的设备在300 mL/min及500 mL/min检测的偏差值均较高。同样,出现电导率故障的设备在13.5 ms/cm及14.5 ms/cm检测的偏差均较高。

由此可知,流量和电导率的质控测量数据偏差在一定程度上可反映设备的运行状态。同时,即使设备质控测量数据在质控标准要求的标准范围内,其偏离正常值的幅度越大,设备发生故障的可能性越大,因此可将质控测量指标作为预防性维修的客观依据。

4 讨论

由以上数据对比可初步证明血液净化设备质控测量数据的偏差与设备故障有一定的相关性,可作为预防性维修的客观参考依据,但仍有以下2方面工作需进一步研究:

(1) 由于血液净化设备质量控制检测属于新开展技术,实施较晚,统计中仅以2~3年数据作为依据,数据相关性仍需进一步验证。

(2) 基于预防性维修的质控检测周期的确定需进一步优化。目前已将流量和电导率的质控检测周期由1年缩短为6个月,并根据检测数据的偏离度更换或提前订购相关配件,目前设备的故障率也有所降低。但最优的检测周期和预防性维修周期仍需根据数据的积累不断优化,从而达

下转第147页

监护仪应用安全和质量控制体系之实践

Practice of the Monitor Application Safety and Quality Control System

沈国理¹, 全青英², 吕明²,
金冠盛¹, 文海平²

1. 武警浙江省总队医院 医学工程科,
浙江 杭州 310051; 2. 武警总医院 医学
工程科, 北京 100039

SHEN Guo-li¹,
TONG Qing-ying², LV Ming²,
JIN Guan-sheng¹,
WEN Hai-ping²

1. Department of Medical Engineering,
The Hospital of Zhejiang Armed Police
Force, Hangzhou Zhejiang 310051,
China; 2. Department of Medical
Engineering, General Hospital of CAPF,
Beijing 100039, China

[摘要] 本文通过对监护仪电气安全数据和性能指标的分析, 阐述了建立监护仪应用安全和质量控制体系的重要性, 在此基础上探讨建立一套完整的监护仪应用安全和质量控制体系方案及具体实施方法。

[关键词] 监护仪; 质量控制; 电器安全; 心电图机

Abstract: Through analysis of the electrical safety and performance index data of monitors, this paper expounded the importance of establishing a monitor application safety and quality control system. Based on that, establishment of a complete set of the monitor application safety and quality control system scheme and its implementation method were discussed.

Key words: monitor; quality control; electrical safety; electrocardiogram machines

[中图分类号] R197.39 [中图分类号] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.043

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0131-03

0 前言

目前多参数监护仪适用的标准包括: 国家标准 GB9706.1-1995《医用电气设备第一部分: 安全通用要求》、国家行业标准 YY91079-1999《心电监护仪》、国际标准 IEC60601-2-30《医用电气设备第二部分: 无创血压监护设备专用安全要求》^[1]; 国际标准 IEC60601-2-27《医用电气设备第二部分: 心电监护设备专用安全要求》、国际建议 OIML R16《血压计》等。这些标准对监护仪的各个参数给出了具体的检定条件和方法, 已把体温计、心电图机、血压计等医疗仪器列为强检项目, 但集成这些功能的多参数监护仪并没有列入国家规定的强检目录中。为此, 提出应将监护仪列为质量控制体系中的一项重要检测项目。

1 监护仪的质控方案制定

监护仪的检测主要分为 2 个方面: 首先是对电器安全

方面的检测, 心电监护仪属于 I 类绝缘要求, 心电导联是 CF 类应用部分, 所以电气安全方面要求严格; 其次是对临床使用过程中心电监护主要参数心电、血压、氧饱和度的检测。这些参数在临床应用中起着非常重要的作用, 不正确的读数导致的错误诊断会对患者的健康和药物治疗产生巨大影响^[2]。检测这些数据也有利于我们了解监护仪的性能, 对这些性能进行质量控制。

2 监护仪的质控方案实施

2.1 检测设备

采用美国 Fluke 公司提供的专业检测设备, 电气安全分析仪 ESA620 和生命体征模拟器 ProSim8, 对监护仪的电气安全数据和性能指标进行检测。

2.2 监护仪外观检查

监护仪应标有仪器名称、型号、出厂编号, 监护仪不得有影响工作的机械损伤, 所有旋钮、开关应牢固可靠、定位准确^[3]。

2.3 电器安全检测

2.3.1 设备连接

将被测设备连接至 ESA620 测试插座, 并将所有承载

收稿日期: 2015-02-02

修回日期: 2015-04-09

本文作者: 沈国理, 硕士, 高级工程师。

通讯作者: 全青英, 主任医师, 硕士研究生导师。

通讯作者邮箱: yxgcbj@163.com

电流的患者应用部件(如 ECG 导联线等)连接至 ESA620 患者应用部件接线柱,见图 1。

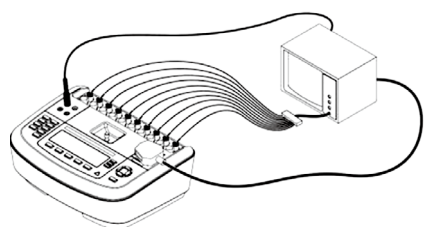


图1 电器安全连接示意图

2.3.2 电器安全数据记录及分析

根据电器安全检测要求,检测内容包括保护接地阻抗、接地漏电流、机壳漏电流、患者漏电流、患者辅助漏电流。检测结果,见表 1。

表1 我院102台心电监护仪电器安全分析统计(台)

总台数	合格	接地阻抗 抗偏高	绝缘阻 抗偏低	对地漏 电流偏 高	机壳漏 电流偏 高	患者漏 电流偏 高	患者辅 助漏电 流
102	92	7	0	0	1	2	0

不合格原因分析:

(1) 接地阻抗偏高主要是电源线问题,导致接地阻抗过大。理想情况下,电源线阻抗可以看作是 0,但由于电源线的长期使用,反复折叠,缠绕,会使其内部导线发生微小的断裂,使整线阻抗变大。长期通电也可加深内部导线表层及触点氧化,进而使整线阻抗变大。电源线本身材质也可引起阻抗过大。

(2) 机壳漏电流偏高主要为设备金属外壳氧化问题,导致接地阻抗过大,通常发生在使用年久的设备。在除去外壳检测点的金属氧化层后再重新测试,测量值在正常范围以内。

(3) 患者漏电流偏高主要为心电导联线破损所致,在更换心电导联线后重新测量,测量值在正常范围以内。

2.4 无创血压检测

2.4.1 设备连接

用胶管和三通把监护仪与袖带、检定仪器 ProSim8 按图 2 进行连接,并置于同一水平面。袖带卷与硬质材料制成的圆柱体上,其松紧程度以刚好插入 1 指为宜^[4]。

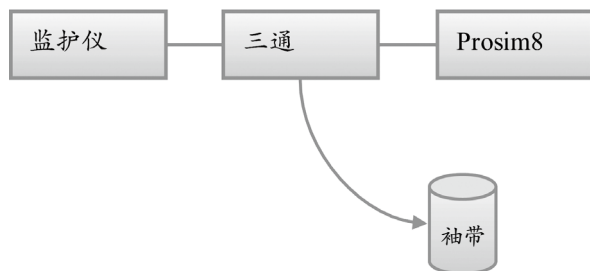


图2 血压检测设备连接示意图

2.4.2 无创血压数据记录及分析

(1) 数据记录:参考临床的使用标准与相关参数标准,选取 5 个测量参考值(mmHg):正常模拟:120/80(93);高血压模拟:200/150(167);低血压模拟:60/30(40);心动过缓模拟:80/50(60);心动过速模拟:100/65(77)。

对我院监护仪的血压参数测量中,共检测设备 96 台,其中误差范围满足计量要求的共 87 台,占检测总数的 90.6%。偏离合格计量要求的监护仪中,在高压模拟中出现较大误差,绝对误差超过 15 mmHg,还有少量设备在低压模拟中未能完成检测,及时对这些监护仪进行维护,然后再检测。

(2) 不合格原因分析:血压袖带问题:外置血压管和袖带气密性问题(主要问题);监护仪气泵问题:首先检查监护仪内部接头或管路有无老化破裂,其次检测电磁阀(快放阀和慢放阀),放气速率和放气量是否达到标准^[5]。

2.5 心率功能测验

2.5.1 设备连接

心电检测设备连接示意图,见图 3。



图3 心电检测设备连接示意图

2.5.2 心电信号数据记录及分析

参考临床的使用标准与相关参数标准,选取 3 个测量参考值(次/s):正常模拟:60;心率过速:130;心率过缓:40。对我院监护仪的心率参数检测中,共检测设备 96 台,全部检测样本误差范围满足计量要求的占总数的 100%。

分析原因:心率检测存在误差很小,其中误差不超过 1 次/s,监护仪的心率准确性基本可以保证。

2.6 血氧饱和和功能检测

2.6.1 设备连接

监护仪氧饱和探头和检测设备连接,见图 4。



图4 氧饱检测设备连接示意图

2.6.2 血氧饱和和数据记录及分析

血氧饱和度(SpO_2)的测量: SpO_2 测量最大允许误差 2%。选取 3 个测量值进行测量:90%、96%、100%。对我院监护仪的血氧饱和度参数检测中,共检测设备 96 台,其中误差范围满足质控要求的 91 台,占总数的 95%。不满足质控要求的 5 台监护仪更换血氧延迟线或者血氧探头后,指套式血氧探头数据均达到要求^[6]。

分析原因:不同品牌的氧饱指套对光的密闭性不同,使血氧饱和度数值不一致^[7];脏物污染血氧探头,影响红光和红外线的吸收比。

3 小结

在实际使用和质控中,发现临床科室缺少对监护仪的保养和维护,如主机外壳有各种液体痕迹;显示屏存在指痕、油渍和刮痕;电源线、传感器、袖带等附件污渍可见,既影响测量参数的准确性,又达不到防止交叉感染的要求。针对这一现象我院为每台监护仪配备监护仪支架,有效地避免了这些现象对监护仪造成的损坏。

根据医院实际情况,在今后的工作中应增加安装检测、修后检测及周期性检测,并记录有效期限与结论。使质量检测工作系统化、常规化^[8]。

[参考文献]

[1] 医疗设备通用电气安全质量检测技术规范[s].2014.

- [2] 张红蕾,李斌.监护仪临床应用质量保障[J].医疗卫生装备,2011,31(11):131-133.
- [3] 尹军.医疗设备应用安全和质量控制体系的建立和实施[J].医疗卫生装备,2010,31(5):114-115.
- [4] 张燕.浅谈国内监护仪的保养、维护及质量控制[J].医疗装备,2009,(11):64-65.
- [5] 沈海春.监护仪质量控制与检测[J].中国计量,2011,(6):90-92.
- [6] 王小亚,李丽萍.血氧饱和度参数的质量控制及影响检测结果因素的分析[J].中国医学装备,2012,12(9):20-21.
- [7] 徐贤参,邵健,张峰.PM8000监护仪故障维修实例[J].中国医疗设备,2013,(3):144-145.
- [8] 仲继.多参数监护仪的日常维护和维修[J].中国医学装备,2010,7(6):50-52.



上接第 111 页

谷电价,每度电价尖峰时段 1.5295 元,峰值时段 1.4002 元,平时 0.8745 元,谷时 0.3748 元。由于医院用量峰谷时段与电价峰谷时段基本重合,因此综合平均电价要高于平时的电价。我院综合电价大约在 1.13 元左右,那么北京地区分子筛制氧机理论电费成本至少是 1.74~2.11 元/ m^3 ,与目前北京地区的液氧成本相当(1.42~1.86 元/ m^3)。从工业化生产成本考虑,医院所采用的变压吸附制氧方式耗电量(0.71~1.42 kWh/m^3),也高于深冷制氧方式(0.36~0.43 kWh/m^3)^[19]。

综上所述,我院分子筛制氧机耗电成本高于购买液氧的成本。从环保角度考虑,在医院使用分子筛制氧机是一种高耗能的生产方式,不利于节能减排,不建议在与我院有同等情况的医院采用分子筛制氧技术制取氧气。

[参考文献]

- [1] 邹建明.医院供氧设备的选择与使用分析[J].中国医院建筑与装备,2011,12(8):84-85.
- [2] 王勤修.分子筛制氧设备在医院的应用[J].中国医院建筑与装备,2010,11(1):62-64.
- [3] 罗廷民.医用制氧机与液氧(罐)供氧经济技术分析[J].中国医院建筑与装备,2007,8(2):22-24.
- [4] 肖文.某医院PSA制氧系统成本测算及其分析[J].卫生经济研究,2008,(8):53.
- [5] 徐旭.液氧储槽供氧系统与医用制氧机技术的比较分析[J].中国医疗设备,2013,28(1):119-120.
- [6] 吴洪亮.医院集中供氧方式的综合性分析[J].当代医学,2008,

14(20):49-50.

- [7] 国家质量监督检验检疫总局.GB19153-2009,容积式空气压缩机能效限定值及能效等级[S].中国标准出版社,2009.
- [8] 甘方成,刘百芬,吕福星.空气压缩机节能分析及其控制系统的设计[J].工矿自动化,2009,(3):72-74.
- [9] 冯东升,张金辉,凌百舟.容积式压缩机变频节能改造及节能量分析[J].电机与控制应用,2011,38(10):16-19.
- [10] 梁以钊,关宣威.医院采用分子筛制氧机的可行性探讨[J].中国医院建筑与装备,2009,(8):63-64.
- [11] 杨斌,张美,袁钟清.医用分子筛制氧系统方案设计中需注意的几个问题[J].医疗卫生装备,2010,31(3):107-108.
- [12] 卢鹏.医用分子筛制氧焦点问题探讨[J].中国医院建筑与装备,2013,(11):90-92.
- [13] 杨斌,张美,袁钟清.基于泊松分布的医用中心供氧系统氧气消耗量峰值估算[J].医疗卫生装备,2009,30(12):98-99.
- [14] GB50751-2012,医用气体工程技术规范[S].
- [15] 黎志雄,杨丽萍,陈能.分子筛制氧机氧气中水分含量的探讨[J].中国医疗设备,2014,29(7):96-97.
- [16] 晁月甫,卫明,李金权.医用分子筛制氧机生产出的氧浓度偏低故障修复[J].医疗装备,2008,(3):47.
- [17] 王勤修.如何对医用分子筛制氧设备进行科学选型[J].中国医院建筑与装备,2010,(6):77-79.
- [18] 白日清,王海龙.OM型医用分子筛制氧机在冬季氧浓度低时的技术改造[J].医疗装备,2013,26(11):77-78.
- [19] 潘广通.常温空分制氧技术及应用[J].气体分离,2006,(3):18-24.



检验标本闭环管理系统的设计与实现

Design and Implementation of a Closed Loop Management System for Laboratory Specimens

王忠庆¹, 邵尉¹, 田新平², 何苗¹

1.中国医科大学附属第一医院 信息中心, 辽宁 沈阳 110000; 2.中国医学科学院北京协和医院 信息处, 北京 100730

WANG Zhong-qing¹, SHAO Wei¹,
TIAN Xin-ping², HE Miao¹

1.Information Center, The First Hospital of China Medical University, Shenyang Liaoning 110000, China; 2.Department of Information, Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100730, China

[摘要] 我院检验科为国内唯一通过ISO15189、GB19489、美国CAP 三项认证的实验室。根据实验室质量管理要求, 通过设置关键业务点, 优化临床标本管理流程, 利用条形码和移动PDA等先进计算机网络技术, 开发设计临床检验标本管理系统。该系统加强了实验室环节质量控制, 实现了标本全程闭环管理, 责任全程可追溯, 提高了临床检验标本管理水平, 使标本管理流程更加标准化、规范化。

[关键词] 检验标本管理; 闭环管理; 数字化医院; 条形码

Abstract: As the only laboratory in China that got certificated by ISO15189, GB19489 and USA CAP (College of American Pathologists), Department of Clinical Laboratory in the First Hospital of China Medical University developed and designed a laboratory specimen management system according to the requirement of laboratory quality management. Through setting key business points, optimizing the clinical specimen management process and utilizing advanced computer network technologies like the bar code and mobile PDA (Personal Digital Assistant), the quality control of laboratory procedures was strengthened from pre-experiment, intra-experiment to post-experiment specimen management procedures. The full-process closed loop management was realized and corresponding responsibilities could be traced so as to improve the clinical inspection management and make specimen management process more standardized.

Key words: sample management; closed loop management; digital hospitals; bar code

[中图分类号] R197.3 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.044

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0134-03

0 前言

我院是一所集医疗、科研、教学为一体大型综合性三级甲等医院, 年门急诊量近 250 万人次, 是东北地区疑难急重症诊治中心, 设有临床生化、临床免疫、临床基础、急诊检验室、微生物实验室等 20 余个临床医学实验室, 年均完成标本检验 200 余万次。我院检验科为国内唯一通过“三个认可”的实验室(美国病理家协会(CAP)认证、GB19489《实验室生物安全通用要求》、ISO15189《医学实验室质量和能力专用要求》)。

《医学实验室质量管理标准》ISO15189 要求实验室实行全面的质量管理^[1], 临床标本是全面质量管理的重要组成部分之一。标本管理从检验医嘱下达, 经过采集、运送、

前处理、检测、归档和销毁等环节, 涉及医生、护士、护工、检验技师等多工种, 业务环节多、流程长、复杂度高, 对整个实验质量有较大影响^[2]。我院利用条形码和移动 PDA 等先进计算机网络技术, 通过与医院信息系统(HIS)、实验室信息系统(LIS)的紧密结合, 开发设计临床检验标本管理系统(Sample Management System, SMS), 覆盖实验前、实验中、实验后全部标本管理流程, 加强实验室环节质量控制, 实现标本全程闭环管理, 责任全程可追溯, 为提升全院医疗质量和临床诊断提供有力保障。

1 标本管理流程设计

1.1 管理理念

标本管理流程是全程质量管理的重要组成部分, 按照 ISO15189 质量标准要求, 结合我院实际情况, 以流程再造理念和程序化管理理念为主导, 信息技术为支撑手段, 构

收稿日期: 2015-03-20 修回日期: 2015-03-30
基金项目: 国家863计划项目(2012AA02A613)。
本文作者: 王忠庆, 硕士, 助理研究员。
通讯作者: 何苗, 副研究员。
通讯作者邮箱: wking8367@163.com

建标本全流程管理体系。标本管理业务流程再造是以美国迈克尔·哈默博士的业务流程再造管理理念为指导的管理方式,其实质是改变不合理的做法,再造适应社会需要、满足患者需求的科学流程^[3]。程序化管理是对于按照工作内在逻辑关系而确定的一系列相互关联的活动所实施的管理方式。把反复出现的业务编制成具有相对确定性的程序,执行人员只要按照编好的程序去做,就能收到较好的效果^[4]。通过流程再造和程序化管理采取一系列相应措施进行整合和优化,使标本管理流程更加规范合理,业务整体运行效率更高。

1.2 原有业务流程

原有的标本管理流程为:①医生开立检验医嘱,产生标本信息,包括患者姓名、登记号、检验医嘱,由于标本信息不唯一,重名患者或同一患者多次相同检验有可能被误识别;②护士执行检验医嘱采集标本,护士需要根据个人经验判断需要采几管血能完成检验,每管标本用什么容器,采集什么标本类型,然后将申请单与血管绑定,护士工作量大,操作依靠个人经验,难免有疏忽遗漏的;③护工将标本送到实验室;④实验室接收标本;⑤标本上机检测;⑥标本结果保存;⑦标本结果审核。该流程只能记录医嘱下达、标本接收、标本结果和结果审核的时间和责任人,不能全程监控标本情况,一些业务责任模糊,容易造成标本姓名错误、标本遗失、检验项目缺失、检测结果有误等医疗差错,从而影响了实验室检测质量的提高。

1.3 新业务流程

通过对原有流程的梳理,以流程再造理论和程序化管理理论为指导,利用条形码和移动PDA等信息化手段为支撑,引入标本号概念,一个标本号对应唯一检验医嘱,保证了标本标识的唯一性,对标本管理流程设置关键业务节点,覆盖实验前、实验中、实验后全部标本管理流程。

新的标本管理流程为(图1):①医生下达检验医嘱,产生唯一标本号;②护士根据标本号打印条码,采集标本;③护工将标本由临床科室运出;④实验室接收标本;⑤标本前处理;⑥标本上机操作;⑦仪器输出标本结果;⑧

标本审核;⑨标本归档;⑩标本销毁。新的标本管理流程实现了标本的闭环管理,标本的全程责任可追溯到各环节的责任人,可监控各环节的时间,有利于提高流程效率,为现代化医学实验室管理提供了强大的控制平台。

2 SMS功能模块设计

2.1 系统设置

SMS采用低内聚高耦合的集成理念,实现与HIS和LIS无缝连接。SMS配置有多个参数设置模块,管理员可以通过对参数配置的修改满足医院业务调整的需要。SMS设计模块包括:①权限分配模块,根据医生、护士、护工、检验技师、管理人员等角色不同,授予相应的权限,防止非授权用户进行相应操作;②标本容器设置模块,为检验医嘱设置所使用的容器种类,同时为每种容器设置颜色分类说明;③标本类型设置,为检验医嘱配置需要采集的标本种类,如全血、血清等;④标本接收科室设置,为检验医嘱设置接收标本的实验室;⑤检验标本的周转时间(TurnAround Time, TAT)设置,根据质量控制和实验室管理要求,为检验医嘱设置TAT统计时间范围,如采集到接收时间范围、接收到审核时间范围等;⑥检验项目知识库的维护和更新。

2.2 标本采集

从标本管理的源头开始,通过引入检验号概念,实现标本的唯一标识,一个检验号对应一个检验标本,检验号由系统根据检验医嘱自动递加产生,永不重复。临床医师开立检验医嘱,系统自动产生唯一标本号;护士执行医嘱,打印检验条码,条码信息包括:唯一标识检验号、标本容器提示信息、患者姓名、年龄、性别、科室、标本接收科室、检验医嘱缩写等信息。护士根据条码上容器提示信息选择相应的容器粘贴条形码,如“大黄”表示带胶抗凝5 mL采血管,“小黄”带胶抗凝3 mL采血管,按照提示操作即可保证无差错;护士在病房利用移动PDA核对患者信息,做到“三查七对”无误,为患者采集标本,同时通过PDA终端记录操作人和操作时间。

2.3 标本运送

标本运送模块由标本运出与标本接收两个核心功能组成。标本运送目前有两种工作方式,一种是由气动物流系统将标本由临床科室送到实验室,一种是由护工人工地运送到实验室。标本运出模块通过逐个扫描要运出的标本,按照接收实验室的不同,形成标本转运单,包括转运单号、标本科室、标本接收实验室、标本数量、转运人、转运时间及标本明细信息。实验室通过标本接收模块接收标本转运单,并逐一扫描标本条码信息,自动判断标本接收科室是否为本实验室,非本室检验标本不能接收,同时提示操作人员,标本全部扫描结束后确认标本数量是否与转运单一致,如有不符,

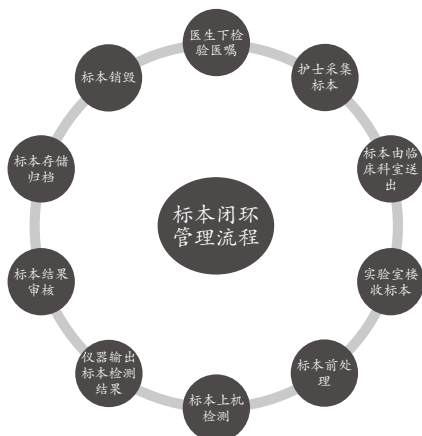


图1 标本闭环管理流程图

联系临床进行核实,确保标本转运没有遗落丢失,同时记录接收人、接收时间,加强对转运环节时间和质量的控制。

2.4 标本前处理

标本的前处理包括标本的离心、分拣、初筛等工作,SMS与罗氏自动前处理仪相连,系统可自动根据标本类型进行离心处理,对标本的试管进行去帽处理,根据标本的化验项目将标本分配到对应实验仪器的分区标本架中,同时自动对标本质量进行初筛,对标本溶血、标本量少等不合格标本进行单独存放,技师将合格标本送至相应检验仪器处进行后续操作,对不合格标本进行拒收处理,同时返回护士站。系统记录标本的前处理时间及标本前处理结束时间等。

2.5 标本检测

标本检测是检验的核心工作,主要由 LIS 负责完成标本在实验室检测的相关工作^[5]。SMS 通过与 LIS 的有效整合,记录标本的上机时间和操作人、仪器输出标本结果的时间、标本结果审核的时间和操作人,责任明晰、环环相扣,保证标本管理流程的完整性。

2.6 标本归档与销毁

标本归档是实验室质量控制的关键部分之一。原有的标本存档,只是按日期和标本所在检验设备进行归档保存,无法对标本进行监控,一旦真的需要调用某一标本,需要大量时间和精力查找^[6]。SMS 通过对保存标本的冰箱进行标号,冰箱每层也设置层号,每层的试管架子设置架子号,10×10 规格的试管架由 1 开始按行进行逐个位置标号,标本的存储位置即可定位为 XX 号冰箱 XX 层 XX 试管架 XX 号标本。在保存标本时,只需选择 XX 号冰箱 XX 层 XX 试管架,对标本逐一扫描,按顺序放入试管架即可。如果需要调用某个标本,只需在系统中输入标本的检验号,即可确定标本的准确位置,可以方便快速找到标本。

标本的销毁是标本管理流程的最后环节,根据各检验项目标本的保存时间要求,通过在系统中设置各项检验标本的保存时间,系统自动提示到期需要销毁的标本信息,可以对试管架整架进行批量销毁处理,也可以对单个标本进行销毁处理。保证未到期的标本不被误销毁,确保实验室质量规范的落实,同时可以有效及时销毁到期的标本,节省大量的空间和成本。

2.7 TAT 统计

检验报告及时性是考核临床实验室服务的一个重要指标,TAT 是衡量和监督检验报告及时性的核心指标。TAT 是指从临床医师下达检验医嘱到产生检验报告的时间。由于 SMS 对标本流程设置了详细的关键业务节点,并记录了相关的操作时间,使得 TAT 统计可以覆盖全部标本的所有业务环节^[7]。参照三级甲等医院评审中的要求,根据实验室和检验医嘱类型等信息,设置相关项目的 TAT 时间范围,可以是下达医嘱时间到标本结果审核时间 8 个时间点的自由组合,实

验室可根据业务需要自由设定时间段和规则。例如临床生化室中标本从采集时间到接收时间段,时间范围 2.5 h,查询 TAT 统计饼形图(图 2),同时只要双击饼形图区域,可以显示该区域全部标本明细信息,针对不合格标本进行后续分析,制定相应的管理对策纠正和降低不合格率。TAT 统计给实验室管理提供了科学的管理手段,为实验室效率的提高提供了有力保障。

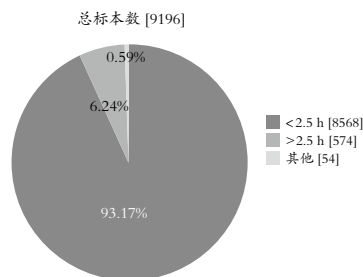


图 2 TAT 统计饼形图

3 结语

临床检验标本管理系统覆盖实验前、实验中、实验后全部标本管理流程^[8],实现了标本的全流程闭环管理,提高了检验医嘱的质量和标本采集的质量。通过 TAT 统计的监控作用,各业务环节环环相扣,使标本的全流程更加规范,有效避免标本的落检和超时检测,提高了实验室的检验质量和工作效率。成功构筑“以质量为核心,标本为中心”的临床实验室工作模式,有助于促进医检、护检、医患和谐关系的构建,有利于将有限的医疗资源发挥最大的社会效益。

[参考文献]

- [1] 李广权,周卫东,李隆勇,等.实时监控对缩短检验结果回报时间的作用[J].中国医疗设备,2014,29(5):92-94.
- [2] 鹿静珠.实验室综合管理系统的开发与应用[J].实验室研究与探索,2011,30(8):203-205.
- [3] 杰泉.LIS系统的改进和优化[J].中医药导报,2010,(7):144-145.
- [4] 吉建伟,刘喻,桂栋梁,等.LIS管理系统在自动化实验室的应用[J].中国数字医学,2008,3(11):19-21.
- [5] 王少春.网络信息系统的安全性及安全模型[J].实验室研究与探索,2006,25(4):466-471.
- [6] 林佩玲,杜丕波,赵婉婷,等.检验标本分析前质量控制的探讨[J].国际检验医学杂志,2014,(24):3408-3409.
- [7] 刘国伟.利用信息技术强化医疗环节质量控制的实践[J].解放军医院管理杂志,2012,19(4):331-332.
- [8] Pham BN,Albarede S,Guyard A. Impact of external quality assessment on antinuclear antibody detection performance[J].Lupus,2005,14(2):113-119.



PET/CT中心建设的场地选址与布局设计分析

Analysis of Site Selection and Layout Design in Construction of PET/CT Center

陈悦欢, 李兰权, 陈健驹,
李建文

江门市中心医院 设备科, 广东 江门
529030

CHEN Yue-huan, LI Lan-quan,
CHEN Jian-ju, LI Jian-wen
Department of Equipment, Jiangmen
Central Hospital, Jiangmen Guangdong
529030, China

[摘要] 本文详细介绍了我院正电子发射断层显像/X线计算机体层成像(PET/CT)中心建设的选址和布局设计,总结了放射性废物集中存放管理、各个房间具体功能的合理辐射防护、明确患者及工作人员的通道等经验,从而有效地控制放射性物质的影响,充分保证人员的身体健康。

[关键词] 正电子发射断层显像/X线计算机体层成像;辐射防护;放射源;放射性药物

Abstract: This paper introduced the site selection and layout design in construction of the PET/CT (Positron Emission Tomography/Computerized Tomography) Center in Jiangmen Central Hospital. Moreover, centralized storage management of radioactive wastes, proper radiation protection for each room and well-defined patient and staff passageways were summarized, which could effectively control the influence of radioactive substances and ensure the healthy condition of working staff.

Key words: positron emission tomography/computerized tomography; radiation protection; radiation source; radio pharmaceutical

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.045

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0137-02

正电子发射断层显像/X线计算机体层成像(PET/CT)是21世纪的一项重要医学成像技术,由PET提供病灶详尽的功能和代谢分子信息,以及由CT提供病灶的解剖定位,具有定位准确、清晰明了、灵敏度高等优点。该设备一次成像即可获取人体全方位的断层图像,了解人的身体状况,从而达到病症(特别是癌症)的早发现、早诊断、早治疗。医院建设PET/CT中心,首先需要解决的问题就是选址和布局设计。其选址和布局设计与一般的工程建筑不一样,为尽可能减轻设备对人和环境的影响,需考虑辐射防护等问题^[1-2]。下面就我院的PET/CT中心建设的选址和布局设计进行简要介绍。

1 PET/CT中心选址

通过卫生部组织的招标采购,我院购进了1台美国GE医疗集团生产的PET/CT,型号为Discovery VCT。PET/CT

可简单的理解为1台PET与1台CT的物理组合。但它的核心是PET,而PET属核医学设备,其与传统的核医学成像原理和程序基本一致,就是先给患者注射一定量的放射性药物,当放射性药物在人体内处于稳定分布后开始上机扫描。放射性物质就是一个活动的放射源,其能对周围的物质产生辐射,患者的排泄物中也含放射性物质。因此,PET/CT设备与传统核医学原理相同,均需要开放性的放射工作场所。大多数医院将PET/CT中心作为核医学科的一部分进行规划设计,实现对放射性药物、带药患者、放射性废物处理等的统一管理,将放射源集中在一个较小的区域,便于放射源的管理和处理,保护自然环境。若选址不当,很可能导致放射源管理不当,污染环境,给工作人员、周围人群及受检者的身体带来一定影响^[3-4]。总体来说,选址应重点考虑以下几方面:

(1)应以科学测定为准。PET/CT为甲类大型设备,其场所防护要求严格,选址在建筑物的某一层或某一端比较适宜。结合我院实际情况,目前我院核医学科所在位置

收稿日期: 2014-11-14
作者邮箱: 79656320@qq.com

没有足够的地方建立 PET/CT 中心,因此核医学科、设备科、基建科一起规划选择场地时,邀请了多方专家到场考察。在省职防院专家指导下,对场地进行检测,并在预评价的检测数据支持下,最终选在离核医学科不到 200 m 的药剂科楼一楼处建立 PET/CT 中心。该场地能基本达到放射诊疗设备、放射性药物及其废物的综合管理要求^[5]。

(2) 要保护院内人群。中心应尽量避免各学科交叉的地方,尤其是产科、儿科和人流量较大的诊室,以免注射了放射性药物的患者途经时对孕产妇、婴幼儿等产生流向交汇。我院在 PET/CT 中心场所的选址上充分考虑了上述因素,不仅避免了与孕产妇、婴幼儿等产生流向交汇,又避免了接触其他病人。

(3) 应减少对周围健康人群的影响。我院自选址后认真做好 PET/CT 项目民意调查。对医院周边群众,特别是对靠近药剂科楼一带的群众进行科普宣传工作,解除周边群众的疑虑,得到他们的理解和支持,并顺利通过环境影响评估。

(4) 应充分考虑中心与放射性药物存放地点的配置关系。省内少数医院 PET/CT 中心配备了回旋加速器,可缩短放射性药物的传输时间,减轻药物传输对环境的影响。而大部分医院因条件有限,未配备回旋加速器^[6]。同样我院未配备回旋加速器,所需的放射性药物¹⁸F-FDG 均由具有相关资质的公司派专车定点(8 点前)送到我院 PET/CT 中心指定位置,并确保在 8 点上班前处理好相关药物的存放。

(5) 场地应配置独立出口。根据 PET/CT 病人就诊流程规范,为加强对带放射性药品患者管理,在中心设置了独立的患者出口,使之与公共出口区分开,二者需保持一定的距离,避免对其他人产生辐射。

2 布局设计

PET/CT 中心的布局设计是保证日后工作顺利进展的关键,良好的布局设计有助于进行中心的各项业务管理。作为中心建设的一个重要环节,布局设计包括普通建筑设计和辐射防护设计^[7]。在辐射防护设计中不但需要考虑放射性药物的辐射防护,而且也要考虑到 X 射线的辐射防护,两者缺一不可。为此我院聘请了专业有资质的单位负责以上两方面的设计。下面对我院的 PET/CT 中心的布局设计进行简要介绍。

PET/CT 中心由医生办公室、预约室、问诊室、血糖测定室、注射室、候检室、PET/CT 扫描室、操作室、放射性药物储存室、污物室等组成,各个室间的功能不相同,却又紧密相连。PET/CT 中心整体布局,见图 1。

PET/CT 中心的工作流程分为:预约-查询当日登记-

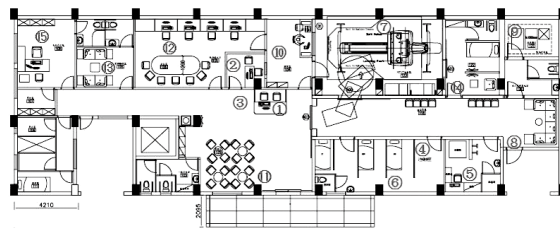


图 1 江门市中心医院 PET/CT 中心整体布局

注:① 预约处;② 问诊室;③ 血糖测定处;④ 注射处;⑤ 药品储藏室,分装室;⑥ 候检室;⑦ 扫描室;⑧ 检查完后病人专用出口;⑨ 污物室;⑩ 操作室;⑪ 家属及未注射药物病人等候区;⑫ 医生办公室;⑬ VIP 问诊室;⑭ VIP 候检室;⑮ 主任办公室。

问诊-血糖测定-注射放射性药物-等待药物在人体内的稳定分布-扫描-医师读片写报告-取报告。下面从工作流程角度来分析我院 PET/CT 中心各个房间的布局:① 预约,直接在护士前台由值班护士帮助完成;② 问诊室布置在预约处的旁边,患者预约后即可到问诊室问诊;③ 患者在进行放射性药物注射前,需先进行血糖的测定,血糖太高或太低都会影响到影像质量,而中心血糖测定处设在预约处旁边,方便护士帮病人做血糖测定;④ 在做完血糖测定观察一段时间后,病人按要求到注射室注射检查要用到的放射性药物。中心注射处在病人候检室与药品储藏室相连处,此设计不但方便病人注射药物后就近休息,而且减少了工作人员与病人的接触时间,起到了很好的保护作用。因药品储藏室中有大量的放射性药物,需要做好防辐射工程,而在候检室的病人因已注射了放射性药物,故候检室也要做放射性药物的辐射防护工程;⑤ 注射完药物的病人即可在候检室中安静候检,等待体内放射性药物稳定分布后,操作技师会通知病人到对面的扫描室中进行扫描。在扫描过程中,CT 会发出 X 射线,而患者体内的放射性药物会射出 γ 射线,因此要对扫描室做放射性药物的辐射防护和 X 射线的辐射防护;⑥ 病人检查完后,经医生确认无须再作进一步的检查后,即可把换下来的检查衣放到污物室后便可从病人专用出口走出 PET/CT 中心,回家等待检查报告,整个流程结束。

我院 PET/CT 项目从选址到正式运行,先后通过了各相关行政管理部门的检测评价^[8]。分别是:① 建设项目职业病危害放射防护预评价(预评价);② 核技术应用项目环境影响报告;③ 设备性能检测报告;④ 机房场所防护检测报告;⑤ 建设项目职业病危害放射防护控制效果评价(控制);⑥ 建设项目竣工卫生验收认可。

3 结束语

PET/CT 中心作为一个开放的放射性场所,在选址和布局上都需充分考虑到放射性药物的分装、运输、储存、使用,做好放射源的管理,将产生的放射性废物集中存放,按相关规定处理。根据各个室间的具体功能进行合理的辐射防

下转第 81 页

放疗中心安全防护与放疗质量控制的规范化管理探讨

Research on Standardized Management of Radiation Security Protection and Radiation Quality Control in Large Radiotherapy Centers

曾彪, 张九堂, 王晖, 韩亚骞,
师颖瑞, 席许平

湖南省肿瘤医院/中南大学湘雅医学院
附属肿瘤医院 放疗科, 湖南 长沙
410013

ZENG Biao, ZHANG Jiu-tang,
WANG Hui, HAN Ya-qian,
SHI Ying-rui, XI Xu-ping

Department of Radiotherapy, Hunan
Cancer Hospital/ The Affiliated Cancer
Hospital of Xiangya Medicine, Central
South University, Changsha Hunan
410013, China

[摘要] 目的 探讨如何规范大型放疗中心的安全防护及放疗的质量控制, 保证患者及工作人员的安全和健康。**方法** 通过完善放疗中心的组织管理架构, 建立质量保证及控制制度, 合理使用放射治疗新技术并严格遵守操作规程, 全面规范中心安全防护与质量控制的管理。**结果** 有效提升了大型放射治疗的质量与服务品质, 保障了放疗安全与人员的健康。**结论** 大型放疗中心放射安全防护与质量控制工作的规范化管理, 可提高放射治疗质量和保障放疗安全, 促进放疗事业更好地发展。

[关键词] 放疗安全与防护; 质量控制; 放射治疗; 放疗设备

Abstract: Objective To explore the standardization of radiation security protection and radiation quality control in the large-scale radiotherapy center so as to guarantee the safety and good physical condition of patients and staff. **Methods** Through improving the organization management structure of the radiotherapy center, a quality assurance and control system was formulated so as to reasonably apply new radio-therapeutic technologies, strictly comply with operation procedures and standardize the management of safety protection and quality control. **Results** The radiotherapy and service quality was effectively promoted in the large-scale radiotherapy center, which guaranteed the safety and physical condition of patients and staff. **Conclusion** Standardized management of radiology safety protection and quality control in the large-scale radiotherapy center could improve the radio-therapeutic quality and ensure the radio-therapeutic safety, which would promote the development of radiotherapy in China.

Key words: radiation security and protection; quality control; radiotherapy; radiotherapy equipment

[中图分类号] R197.39; TL7 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.046

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0139-03

大型放疗中心的多种放射设备, 在为放疗患者提供优质的放射治疗的同时, 也会对放疗工作人员、患者和家属造成伤害。国家制定了一系列相关行业标准 and 法律法规^[1], 对放射防护以及放疗质量控制做出了明确规定。由于大型放疗中心拥有低能、高能、内照射、外照射等多种放疗设备, 相关放疗从业人员多, 接受的放疗病人也很多。因此, 如何规范大型放疗中心的管理, 保证相关人员的安全防护和放疗质量, 一直是拥有大型放疗中心的医院管理部门和放疗科面临的重

点和难点。这就要在科学调研的基础上, 针对大型放疗中心的放射安全防护和质量控制进行一系列的探索和实践。

1 大型放疗中心的安全防护

卫生部《放射工作人员职业健康管理暂行办法》和国家《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等规定指出, 医院放射安全防护管理的内容主要包括人员和设备两大类^[2], 人员包括工作人员、放射治疗的患者和家属。设备既包括低能成像设备, 也包括高能治疗设备等。

1.1 大型放疗中心安全防护的难点

大型放疗中心的放疗设备机房的防护条件要求高。比

收稿日期: 2015-05-20

修回日期: 2015-06-01

基金项目: 湖南省科学技术厅科技计划项目(2014SK3086)。
本文作者: 曾彪, 工程师, 硕士, 从事放射物理和放射防护方面的研究。

通讯作者: 张九堂, 副主任技师。

作者邮箱: zengbiao008@163.com

如,我院放疗中心拥有 CT 模拟定位机、X 线模拟机、PET/CT 模拟定位机、深部 X 线机、 ^{60}Co 治疗机、直线加速器、锥形束 CT 图像引导加速器、螺旋断层放疗机、后装治疗机等多种放射设备,今后还将配置质子放疗和重离子放疗设备。设备型号众多,安全要求不尽相同,难以进行规范管理。并且,按照行业标准,高能放疗机房须采用迷路式结构;直线加速器机房施工时灌浆要灌满,所有防护物相接处要有相关宽度的重叠,如防护铅板的连接缝至少应重叠 2~3 cm;直线加速器机房内要用软材料装修,防止中子及相关感生射线产生;CT 模拟定位机房和 X 线机定位机房要求砖墙厚度 > 37 cm,机房防护门要求 150 cm × 210 cm,铅玻璃防护窗需 120 cm × 90 cm。随着医院的不断发展和旧机房的改造,上述要求增加了改造的难度,所以在放疗中心的基础建设阶段就要给予充分的考虑,需要多个部门协商管理,并严格按照规范执行。大型放疗中心的设备构架图,见图 1。

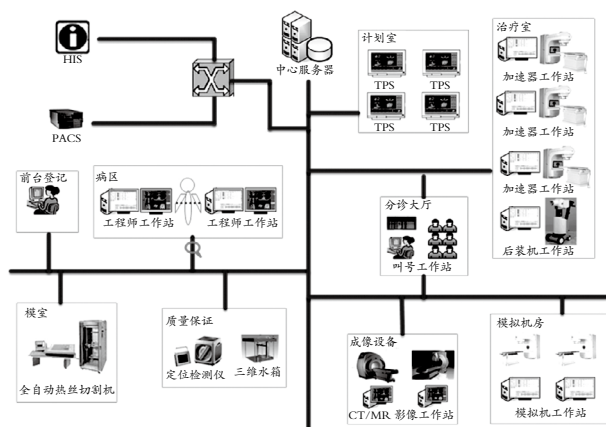


图 1 大型放疗中心的设备构架图

1.2 安全防护措施

我院采取完善放射防护组织管理构架、建立放射防护规章制度、完善警示标识设置、建立放射防护应急预案、强化人员培训和完善放射防护档案等措施,加强放射防护管理。

1.2.1 放射防护组织管理架构

成立以院长为组长,由医务科、放疗科、放疗物理室、核医学科、医学工程部以及后勤等相关职能部门组成的放射防护工作小组,其职责是:组织放射诊疗工作人员接受放射防护知识培训和个人健康检查;每月对放疗设备和人

员进行放射防护检查和检测;组织制定并督促执行放射防护管理制度;记录发生的放射事件和事故并及时报告上级卫生行政部门;制定放射事件应急预案并组织演练^[3-4]。

1.2.2 建立放射防护规章制度

根据国家法律法规并结合我院实际制定了“湖南省肿瘤医院放射防护管理规定”,对放射源和放射设备的引进、退出,放射场所和放疗场所的新建、改建,以及规范使用放射防护用品等做出了明确规定,为加强放射防护管理提供了制度支撑。

1.2.3 建立放射防护应急预案并完善警示标识设置

组织专家制定了各类放射诊疗设备和放射性药品的放射安全事件应急处理预案,演练了应急处理程序,此方法大大提高了对突发放射安全事件的处置能力。另外,为了提升放射工作者与患者及家属的防护意识,为每个放疗操作间配备了人员辐射防护设备及使用指南,在各类放射以及放疗场所统一制作并安放了醒目的电离辐射警示标识,加强了进入放疗场所人员的防护意识,为规范放射防护提供了各类保障。

1.2.4 强化人员培训和完善放射防护档案

放射防护工作小组每年集中组织放射工作者参加环保厅、卫生厅的统一放射防护培训,并邀请放射防护专家到我院进行讲学。通过多次培训,放射工作人员的安全防护意识普遍提高。此外,每年对从事放射工作的人员进行强制体检,完善了放射工作者的健康档案体系。目前放射工作人员的个人档案及个人剂量监测和健康检查记录以及其他的放射防护档案等已日臻完善^[5-6]。

2 放射治疗的质量控制

2.1 放疗质量控制的必要性

由于放疗的流程比较复杂,牵涉到的部门和工作人员多,通常一位患者的治疗计划要分 20~40 次实施。这在放疗设备的维护、射线束校准、治疗计划和剂量计算、治疗摆位和治疗实施上极易导致意外照射的发生。根据 ICRP86 号报告,放射治疗中意外照射的分类和频数^[7],见表 1。由表 1 可见,必须加强放疗质量控制。

2.2 放射治疗质量控制的具体措施

2.2.1 健全放疗质量控制组织体系

表 1 放射治疗中意外照射的分类和频数

近距离治疗中的意外照射	例数	百分比 (%)	外照射治疗中的意外照射	例数	百分比 (%)
放射源的退出	3	9.0	治疗实施和摆位	9	20.0
剂量计算、治疗计划	6	18.0	剂量计算和治疗计划	13	28.0
放射源治疗前的准备	5	15.0	射线束的校准	14	30.0
放射源订购、校准和运送	3	9.0	设备维护	3	6.5
放射源和设备的问题	5	15.0	设备故障	3	6.5
治疗实施	11	34.0	模拟	4	9.0
总数	33	100	总数	46	100

根据省卫生厅和国家卫生计生委关于三甲医院的评审标准和有关规定,我院放疗中心成立了由放疗大科主任为组长,放疗科的资深物理师、高级职称医生、资深技师为成员的放疗质量控制小组。主要职责为每月举行质量控制例会,定期进行典型案例讨论、质量情况通报;并负责放疗大科整个质量控制体系运行的监督、考核等具体工作。另外,组长承担管理和协调工作,组员承担放疗质量文件的管理,并参与质量控制活动。

2.2.2 建立放疗设备质量控制制度

放疗中心的设备质量保证措施有^[8]:

(1) 物理师参照美国放射物理学家协会的全面放疗质控报告,建立了一整套健全的放疗设备质量保证规范,配合大型放疗中心推行全面质量控制工作。

(2) 放射治疗的质量保证是系统性组织工作,要保证整个放疗过程中工作人员的权利和责任明确、流程清晰、表格记录标准化。我中心从放疗定位、计划设计、射野验证及计划实施各个环节都制定了质控文书,并有专人负责。定期对质控数据进行分析,实现整个放射治疗的全流程控制管理。

(3) 物理师为了提高放疗工作效率、保证放疗质量,将放射治疗的质量验证融入到基本放疗工作流程中。首先,调强放疗病人在治疗计划执行前,利用仿真人体模进行个体化的剂量验证,剂量验证通过才能进行放射治疗。其次,在患者放疗前和放疗中开展二维或者三维图像引导验证,医生根据患者的体重变化情况以及患者肿瘤缩小的情况随时调整放疗计划方案,确保在整个放疗过程中,患者治疗方案的准确和一致。

2.2.3 建立放疗操作质量控制制度

我院制定了放疗操作规程,放疗技师必须严格遵守各项操作规程。具体内容:①认真遵守该治疗机器的操作守则,认真检查安全联锁,禁止任意去除机器的安全联锁;②治疗前认真核对医嘱,确保患者摆位正确,治疗射野的各项参数、治疗时间和医嘱一致;③在治疗过程中,通过监视器监视患者,发现患者体位变化及其他情况,应立即停止照射,并记录下相关数据。继续完成治疗时,应重新进行摆位,完成预定的放疗方案以及处方剂量;④放疗过程中至少要2名技师在治疗现场,在治疗过程不得离开工作岗位;⑤详细记录放疗设备的运行情况,发现有异常时,应及时报告工程维修人员并分析产生的原因;⑥必须预防各类放射事故,万一发生意外事故,应该立即停止照射,迅速移开患者,上报主管部门。最后正确估算患者这次治疗的受照剂量,做出合理评价^[9]。

对新上线的放疗设备和新的放射治疗技术的应用,为了预防放射事故发生,首先是合理规范好新设备和新技术的应用并建立管理规程;其次是做好新设备新技术的培训工作。

3 结论

我院放射治疗中心也是湖南省放射治疗中心和湖南省质量控制中心。每年接诊的放疗病人近5000余人,放疗病人数量与大型直线加速器等放疗设备数量居全国前列。通过规范化放射防护和放疗质量控制,放疗中心高端放射治疗人次占整个放疗人次的比值,由2007年的10%左右上升至2010年的30%左右,2014年上升至80%左右;几年来从未发生安全防护事故,也没有发生放射治疗的意外照射,而且也没有发生因安全防护和放疗质量控制引发的纠纷投诉。由于防护管理到位、质控管理规范、档案健全,我院放疗中心多次受到省卫生部门的表彰,成效显著。

放射治疗既能杀死肿瘤,也能对人体健康产生不利影响。因此开展大型放疗中心的安全防护和质量控制规范化管理既是合理应用放疗新技术的需要,也是保护公众和放疗工作人员健康的需要^[10]。随着国家对放射防护和放疗质量控制工作越来越重视,以及放疗工作的法制化、规范化,大型放疗中心的安全防护管理和质量控制工作将面临更加严峻的考验。因此,认真实施和贯彻我国放射诊疗相关的标准和法规;加强并重视各类放射治疗设备和操作的质量控制检测;建立放疗中心的安全防护制度;必将提高大型放疗中心的放疗质量和保证放疗安全,促进放疗事业更好地发展。

[参考文献]

- [1] 中华人民共和国卫生部.GB/T 18871-2002,电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].2002.
- [2] 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所.GBZ 188-2007.职业健康监护技术规范[S].2007.
- [3] 曾自力.放射治疗患者防护与安全的探讨[J].中国辐射卫生,2010,(1):68-69.
- [4] 郑钧正.我国医用辐射及其防护标准体系的现状与展望[J].辐射防护,2000,(5):266-274.
- [5] 葛伦美.医院放射工作人员放射防护管理的体会[J].中国病案,2009,10(1):34-35.
- [6] 陈茂生.浅谈医用直线加速器的辐射防护措施[J].中国医疗设备,2013,28(6):79-81.
- [7] ICRP.Prevention of accidental exposures to patients undergoing radiation therapy,ICRP Publication 86[R].Oxford:Pergamum Press, 2000.
- [8] 文强,张卫东,李大江,等.大型综合医院放射防护规范化管理探索与实践[J].华西医学,2012,(6):943-946.
- [9] 刘建青.放射防护中存在的问题及对策[J].山西大同医学学报(自然科学版),2009,25(4):43-44.
- [10] 郑钧正.放射诊疗的蓬勃发展亟需强化医疗照射防护[J].医学研究杂志,2012,(10):2-4.



从对医疗机构在用设备的抽验探讨医疗设备的管理

Discussion on Medical Equipment Management from the Perspective of Sampling Inspection of In-use Medical Equipment in Medical Institutions

张喆¹, 韩聪², 王中昊³

1. 辽宁中医药大学 经济管理学院, 辽宁 沈阳 110032; 2. 国家食品药品监督管理总局 广州医疗器械质量监督检验中心, 广东 广州 510600; 3. 辽宁省食品药品监督管理局, 辽宁 沈阳 110003

ZHANG Zhe¹, HAN Cong²,
WANG Zhong-hao³

1. School of Economics and Management, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang Liaoning 110032, China; 2. Guangdong Medical Equipment Quality Surveillance and Inspection Center, China Food and Drug Administration, Guangzhou Guangdong 510600, China; 3. Liaoning Food and Drug Administration, Shenyang Liaoning 110003, China

[摘要] 本文以2014年国家医疗器械监督抽检工作中获得的在用呼吸机、麻醉机检查的相关数据为基础, 探讨了目前医疗机构在医疗器械管理和使用中存在的若干问题, 并结合整个行业的发展趋势为管理单位提出相应的建议。

[关键词] 在用医疗设备; 监督抽检; 医疗设备管理; 呼吸机; 麻醉剂

Abstract: Based on relevant data of in-use breathing machines and anesthetic machines in the national medical equipment supervision and inspection in 2014, this paper discussed some problems in management and use of medical equipment in medical institutions. And in combination with the development trend of the industry, corresponding suggestions were also put forward to the management organization.

Key words: in-use medical equipment; sampling inspection; medical equipment management; breathing machines; anesthetic machines

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.047

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0142-03

新修订的《医疗器械监督管理条例》(以下简称新《条例》)已于2014年6月正式颁布, 新《条例》在加强风险管理、建立社会共治和强化全程监督方面新意迭起, 为我国医疗器械的监管注入了新活力。新《条例》颁布后不久, 国家食品药品监督管理总局下发了2014年度的国家医疗器械抽验工作的方案, 其中对在用呼吸机、麻醉剂及相关耗材进行了专项抽验工作。

1 抽验工作相关调研结果

此次在用呼吸机、麻醉剂及相关耗材的抽验工作选取了广东、辽宁、陕西、四川等省份, 先后在广州、沈阳等

收稿日期: 2015-02-10
作者邮箱: zz0524@sina.com

修回日期: 2015-02-19

9个城市的18家医院展开现场检验工作, 在医疗机构的选择上涵盖了三级、二级、综合、专科等不同类型, 确保了现场检验和调研更能反映实际情况。

此次抽验工作共对上述18家医疗机构的50台呼吸机、麻醉机和相关耗材进行了现场检验, 其中治疗呼吸机19台、急救呼吸机13台, 麻醉机18台。从产品安全标准检测来看, 这些在用设备中治疗呼吸机有8台次全部合格, 合格率为42.1%; 急救呼吸机有4台次全部合格, 合格率为30.8%; 麻醉剂有15台次全部合格, 合格率为83.3%, 整体共有27台次全部合格, 合格率为54%。

在这50台设备中, 因为有1台设备不能提供相关的资质证明材料, 所以在现场调研中未列入数据统计。其余49台设备在现场调研中存在的各种问题, 见表1。

表1 医院在用呼吸机、麻醉机存在问题的比例

序号	调研项目	不合格台数	不合格率
1	医疗器械生产企业许可证	6	12.2%
2	医疗器械生产经营许可证	7	14.3%
3	医疗器械注册证	4	8.2%
4	检验合格报告	12	24.5%
5	进货查验记录制度	2	4.1%
6	有源产品使用档案	4	8.2%
7	定期检验及维修报告	3	6.1%
8	维护周期	0	0
9	故障后设备性能再确认	41	83.7%
10	故障后设备安全再确认	46	93.9%
11	超过使用年限设备的报废处理或继续使用前的性能及安全确认	9	18.4%
12	临床中不良事件及原因	49	100%

2 存在的问题及相关原因分析

2.1 医疗机构管理制度不完善

此次调研的医疗机构在医疗水平和医疗管理上属于区域性的重点医院,但是这些医院在医疗器械的管理上却暴露出一些不容忽视的问题。

2.1.1 进货查验制度不够完善

这18家医疗机构都能够建立相应的进货查验制度,但是这些制度大多表达模糊,内容笼统,在查验制度上只是要求提供相应资料,并没有按照要求详细列出资料名录,导致部分资料不全。

2.1.2 新设备的交付检验缺失

医疗机构缺乏安全检验意识,新设备交付时没有进行交付检验就投入使用。甚至有部分医疗机构没有主动索取新购设备的合格证,造成潜在的使用风险。

2.1.3 在用医疗器械档案不够完善

有4台在用呼吸麻醉类产品不能提供使用档案,占总数的8.2%。新《条例》要求此类高风险产品须建立单独的使用档案,对所有的使用、维修、保养应记录在案。目前来看,能够提供使用档案的设备也存在缺乏唯一性标识、使用信息不全等问题,造成设备使用混乱,加大设备管理难度。

2.1.4 设备故障维修后缺少性能及安全再确认

此次抽检的49台设备中有83.7%的设备缺少维修后性能再确认,93.9%的设备缺少维修后安全再确认。通过现场调研发现,主要由以下原因造成:①医院设备管理人员缺乏相关的培训和学习,不了解新《条例》的要求;②生产企业和销售企业在产品销售的后续服务中没有进行全面指导;③医疗机构自身的设备维修力量薄弱,依赖生产厂家的售后服务。

2.1.5 在用医疗器械缺少报废制度

由于现有法规中没有明确规定医疗器械的报废年限,在用设备缺乏报废制度保障,造成极大的安全隐患。此次调研中,有50%的医院没有设立相关制度。

2.1.6 对设备使用中出现的不良事件重视程度不足

医疗器械使用中的不良事件报告是行业监管工作中的重要组成部分,此次抽检的18家医疗机构均无法提供临床使用不良事件报告,说明医疗机构尚未意识到这项工作的重要性。同时,生产企业不重视医疗器械使用中的不良事件导致产品和技术的更新难以推进,只有企业视质量如生命,积极查找不良事件原因并进行改进,才能使产品质量得到不断提高^[1]。

2.2 医疗设备生产及经营企业的售后服务不到位

医疗器械的生产和经营企业有责任和义务对医疗器械的使用机构、使用人员进行系统的培训,并对所购置的医疗器械进行正确维护。就实际情况来看,企业并未有效开展相关工作。同时,维修等售后服务难以在短时间内积极响应,一旦需要进行比较复杂的设备维修,既影响临床使用,又增加安全隐患。

3 对加强临床在用医疗设备管理的几点建议

3.1 医疗器械监管人员自身素质需要提高

医疗器械监管工作涉及的专业比较广泛,不仅需要对相关技术有所了解,更要熟悉相关法规。只有相应的专业技术人员或掌握多学科的复合型人才才能有效地对各种医疗器械的性能、安全等质量实施监督检查^[2]。针对目前的监管人员现状,一方面要加强行业相关法律法规的培训,让监管人员迅速适应执法环境的改变;另一方面要积极加强相关的专业知识培训,适应行业发展要求。

3.2 医疗器械使用单位自身管理体系的进一步完善

3.2.1 推进在用医疗器械质量管控体系的建设

欧美发达国家从20世纪60年代开始逐步建立了医疗设备质量控制体系,并通过立法确立了其重要地位^[3],我国从2006年起开始试点推进相关工作。在患者自我保护意识不断提高的今天,医疗机构加强设备检测,构建医疗设备质量控制体系,保障医疗设备安全,对提高临床疾病的诊断水平、减少误诊、减少医患纠纷、提高经济效益和社会效益都起着非常重要的作用^[4]。构建医疗器械质量管控体系要双管齐下:医疗机构要在本单位健全相关的组织机构,建立规章制度,提高工作人员的安全意识;监督管理机构要积极引导,对相关工作予以支持,并广泛进行地区间交流,引进先进的建设经验,帮助并指导医疗机构完成整个体系的建设。

3.2.2 完善现有管理制度

医疗机构器械管理部门应该结合新《条例》的相关要求,

尽快修改、完善本单位现有的规章制度,并组织医务人员的培训工作,在实际操作中要严格按照要求来执行。

3.2.3 对现有维修管理人员进行深入培训

一方面要进行新《条例》的相关培训,在医疗器械使用安全上提高认识。另一方面聘请专业工程师就在用设备使用、检修、保养等方面进行培训,避免因操作失误带来的医疗事故。

3.3 加强对医疗器械生产企业和经营企业售后服务约束

医疗器械生产和经营企业应该切实承担起自身的社会责任,在器械的生产和销售上做到严格执行产品标准。同时,监管部门应该加强对生产和经营企业售后服务的督促,在医疗机构购买医疗器械的整个过程中,确保提供完整的售后服务。

现阶段,在产品的交付、维修等环节,都缺少应有的性能及安全调试步骤。要对企业的整体售后服务进行约束,强化售后安全意识,明确售后服务责任;同时要积极推进全程医疗器械安全体系的建立,将售后服务水平纳入企业评价体系,让市场介入以推动企业重视自身的社会责任。

3.4 建立临床工程师教育培养体系

大中型的医疗器械在临床使用中出现问题只能依靠医疗机构的维修人员和生产经营企业的售后服务部门来解决。而企业售后服务受制于服务人员的短缺,面对庞大的服务群体,售后服务很难及时有效地满足用户需求。所以培养临床工程师,能够为医疗器械安全使用提供技术支持。

日本早在20世纪70年代就开始酝酿并提出要建立临床工程师制度,并在1988年开始实施《临床工学技术法》^[5]。我国的临床工程师培养起步较晚,并且受制于现有的教育资源和培养周期,当前整体人才队伍的数量远远不能满足整个医疗行业的需求。据不完全统计,我国现有医院医学工程部门的临床工程师数量在10万人左右,县级以上的医院约3~10人,市级以上的大医院约10~40人,县级以下医院基本没有配备相应的临床工程技术人员^[6]。

建立临床工程师的培养体系,可将在职教育与全日制教育同时开展,对现有在岗临床工程师进行轮训,积极鼓励高校与医疗器械检验检测机构合作办学。考核体系借鉴发达国家的成熟经验,结合我国医疗机构的实际情况进行设立,各级别医院根据自身需求向教育机构委托培养临床工程师。

3.5 鼓励第三方医疗器械检验维修机构和租赁机构的设立

在临床工程师整体数量不能满足医疗机构用械需求的前提下,鼓励第三方医疗器械检验维修机构的设立。第三方医疗器械检验维修机构针对各种医疗器械提供检测、维

修、保养等服务,既能弥补医疗机构临床工程师的不足,又能提供质优价廉的维修检测,在有效整合社会资源的基础上确保了医疗机构的用械安全。

针对部分医疗机构在用设备老化,缺乏购置资金的情况,可以考虑开放第三方设备租赁机构。当前,有部分医院试行院内设备租赁系统,借助计算机系统在医院内部实现以呼吸机设备租赁为基础的系统化集中管理,实现了资源共享,避免了使用与维护的脱节,使设备资源得到充分利用^[7]。开放第三方设备租赁机构,打破医院间的壁垒,由第三方提供设备并保障用械安全,医院支付相应的费用,有效调动社会资源,保证医疗器械使用的及时性、安全性、有效性。

4 结语

医疗器械的使用直接关系到人民群众的生命安全,加强对医疗器械使用环节的监管力度,注重临床工程师的培养,并借助市场的力量来弥补医疗机构自身的不足,对消除医疗机构的用械风险有莫大的帮助。监管部门应当将监管重点向在用医疗器械倾斜,落实不良事件报告制度,加强对在用医疗器械故障问题的情报收集^[8],同时积极探索在用医疗设备的报废机制,严禁超负荷设备上岗,并制定长期的监督管理办法,使医疗器械使用环节的监管工作科学化、长效化、动态化。

[参考文献]

- [1] 林建斌.医疗器械不良事件监测报告工作初探[J].医疗装备,2011,24(8):51.
- [2] 范亚文,黄鸿新.医疗机构在用医疗器械监督抽验的探讨[J].中国医疗器械杂志,2011,35(2):218-221.
- [3] 周丹.急救医学装备工程导论[M].北京:人民军医出版社,2006:4-10.
- [4] 卢爱国,张金葆,程齐波.医院医疗设备质量控制体系的构建[J].中国医疗设备,2013,28(6):82-84.
- [5] 黄勇,程海凭.日本的临床工程技士及其国家资格考试制度[J].中国医疗器械杂志,2007,(3):206-210,221.
- [6] 廖衍忠,王贤卿,刘凯.关于临床工程师的发展现状的几点建议[J].湖北科技学院学报,2014,34(2):202-203.
- [7] 赵会杰.呼吸机设备租赁管理系统的建立与应用[J].中国误诊学杂志,2010,1(10):304-305.
- [8] 余东,梁灏方.在用医疗器械现状分析与建议[J].医疗卫生装备,2013,34(5):101-103.



基于RBRVS的手术绩效管理系统的设计与研究

Research and Design of an Operation Performance Management Information System Base on Resource Based Relative Value Scale

刘博^a, 夏新^a, 许朝晖^b, 陈潇雨^a
同济大学附属东方医院(上海市东方医院) a.信息中心; b.院长室, 上海 200120

LIU Bo^a, XIA Xin^a, XU Zhao-hui^b,
CHEN Xiao-yu^a
a.Information Center; b.President Office,
Shanghai East Hospital, Tongji University
School of Medicine, Shanghai 200120,
China

[摘要] 本文结合医院发展“十二五规划”, 借鉴RBRVS(以资源为基础的相对价值比率)管理模式对手术绩效进行研究, 希望为外科医生手术绩效管理提供新的方法。通过手术绩效管理系统的建设简化绩效分配工作流程, 实现医生多劳多得、优绩优酬, 从而形成公平竞争的长效机制, 有效提高工作效率。

[关键词] 手术绩效; 绩效管理; 医院信息系统; 以资源为基础的相对价值比率

Abstract: In combination of the Twelfth Five-Year Plan of the hospital, this paper made a research on the operation performance based on the RBRVS (Resource Based Relative Value Scale) management mode, which was intended to provide new methods for surgical operation performance management. Through establishment of the operation performance management system, the performance allocation process was simplified and more payment for more work and better performance was realized so as to form a long-term mechanism and effectively promote the work efficiency.

Key words: operation performance; performance management; hospital information system; resource based relative value scale

[中图分类号] R197.3; R197.324 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.048

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0145-03

随着国家和上海市医改的深入开展, 对医院收支结余和绩效改革提出了新的要求^[1]。医院绩效管理是实施管理工作的基础, 如何建立一套科学、公平、便捷的绩效管理体系对于考核和评定员工工作能力和行为有十分重要的作用^[2]。本文结合医院发展“十二五规划”, 借鉴以资源为基础的相对价值比率(Resource Based Relative Value Scale, RBRVS)管理模式来对手术绩效进行研究, 从外科医生手术绩效管理着手, 通过信息系统使医生做到多劳多得、优绩优酬, 希望为医院绩效改革提供参考依据。

1 研究现状

按照财务部《医院会计制度》规定, 国内医院收支结余

的一定比例可以用于发放绩效工资, 即按照收入减去核算成本后的结余按比例提成。在实际管理过程中, 由于每个科室定位和开展情况不同, 医院制定的绩效考核方案会针对不同科室设定相应的比例来计算成本和提取绩效收入^[3]。同时, 现行的绩效考核中没有对科室成本进行适当控制, 致使部分成本的浪费和核算不清晰, 导致核算结果与实际劳动有出入。而科室为了追求绩效收入, 一定程度上也会通过增加治疗类收入, 来增加可支配收入, 这些与医改初衷相悖。

1992年美国在医院管理中引入了RBRVS评估系统, 其主要内容是把医师的工作量、开业成本和所受专业培训的机会成本作为资源消耗因素, 测算出医师每次服务的相对值, 客观地计算出医师的劳务报酬。根据文献资料, RBRVS系统实施后对于美国抑制医疗费用过快上涨起到了积极作用, 目前德国、加拿大、日本等国家和我国台湾地区也开始应用该系统^[4]。

收稿日期: 2014-12-08

修回日期: 2015-04-13

通讯作者: 许朝晖, 同济大学附属东方医院副院长, 高级工程师。

作者邮箱: liubonew@126.com

2 系统研究与设计

2.1 总体目标

通过建立专业的信息系统从医院各子系统中提取数据,对医生的工作量、收入、成本、服务质量等进行处理分析,确保数据的准确性。将 RBRVS 理念应用到手术绩效管理,对手术服务建立量化考核体系,将手术进行分级评估,以确定外科医生的资源成本^[5]。对于外科手术医生除了考核医保均次费用、药费、耗材费、药占比、耗占比等指标,还根据手术等级、病种复杂度、采用技术、手术时间等考核其资源消耗程度。

2.2 整体架构

基于 RBRVS 的手术绩效管理系统通过信息集成平台将业务数据平台中医院信息系统(HIS)、实验室信息系统(LIS)、放射信息系统(RIS)、人力资源(HR)系统、企业资源计划(ERP)系统的数据提取到数据仓库,然后进行数据挖掘分析以供综合绩效管理信息系统利用^[6]。所述开发的一个可行的医院手术绩效管理系统,包括5大模块:人员管理、业务管理、数据分析、参数设置、权限分配等模块。系统整体架构,见图1。

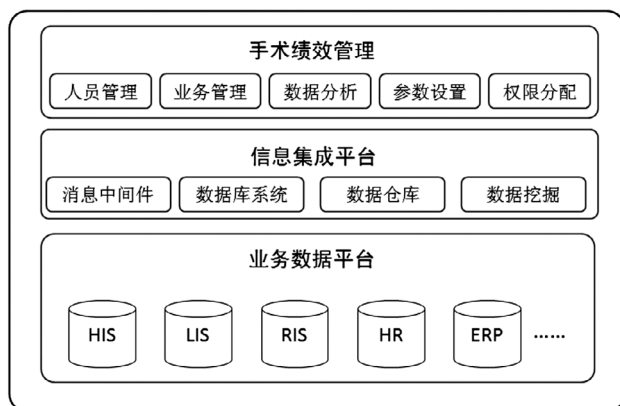


图1 系统整体架构图

医院经过近几年的信息系统建设,已经具备了比较完善的 HIS、LIS、RIS 等业务系统,通过集成平台的数据提取和加工初步建成了医院综合绩效信息系统。目前,医师绩效费的计算方式为:医师绩效费=医师专业技术费+服务补贴费-医疗成本-医师扣款费。

2.3 系统工作流程

医院手术绩效管理系统的实施工作流程:①根据医院战略目标定义关键绩效指标,初步设置绩效管理体系;②通过专家咨询论证,确定绩效考核指标和权重;③建立绩效管理体系,探讨管理考核的方法及步骤,并设计可行的实施方案;④通过医院现有网络基础和信息集成平台采集和生成数据,对数据进行汇总分析,生成绩效报告;⑤然后对绩效报告进行讨论,分析其缺陷,提出改进建议,完

善综合绩效管理体系^[7]。系统工作流程,见图2。

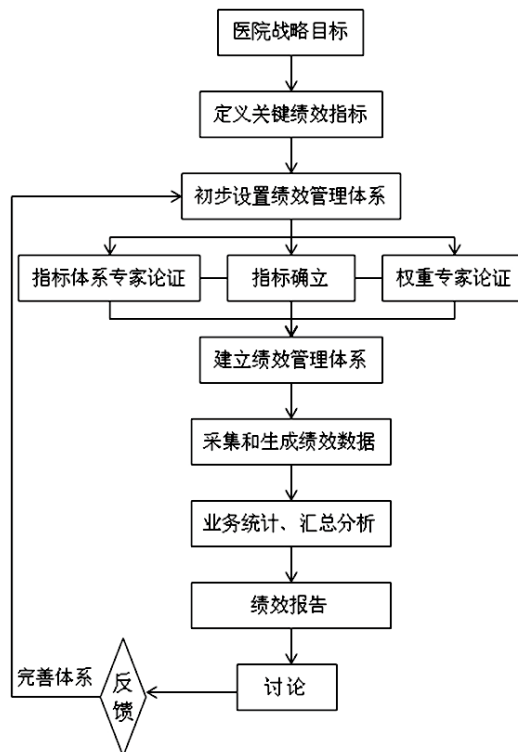


图2 系统工作流程

医院手术绩效管理系统的建立过程中还应用到“Delphi法”,三轮专家咨询对指标体系进行论证,确立绩效考核指标;使用专家打分和层次分析法确定各指标的权重。

根据 RBRVS 绩效管理系统对医师实际提供的各项医疗服务项目,按照医疗处置时的风险责任、劳动时间、工作强度等因素的不同,制定计算模型,计算出每个医疗服务项目的医师费支付比率;按照医师提供的不同服务单价、数量乘以医师费比率,给予相应的奖金^[8-9]。

RBRVS 计算公式为:

医师奖金 = $\sum$ (某医疗项目 × 奖金比率) - 医师可控直接成本

医疗项目根据工作量,包含工作时间、服务的复杂度,即所需要的技巧和强度给出不同比率。这类数据可以从已有的住院医生站、手术排班和计费系统、麻醉临床监护系统进行提取,专家组根据手术级别、手术时间来定义比率。

医师可控直接成本包括办公室房租、设备折旧费、水费、电费、人员工资等,在计算医师奖金时需将以上各项折算出来进行扣除。

2.4 主要模块功能

医院手术绩效管理系统,包括5大模块:人员管理、业务管理、数据分析、参数设置、权限分配等模块。

(1) 人员管理:包括手术室护士、外科手术医生的姓名、年龄、来院时间(年资)、职称、手术资质等基本信息管理。

(2) 业务管理: 包括对手术排班、手术时间、患者体征数据采集、费用录入等的管理, 基本操作由麻醉师和登记护士完成。

(3) 数据分析: 在对各子系统数据提取、转换、加载、检测的基础上, 基于 RBRVS 模式, 结合德尔菲法确立各指标及权重系数自动计算得出手术权重; 再根据手术管理系统中录入的医疗资源、收费项目等得出每台手术的绩效数据, 汇总形成考核报表。

(4) 参数设置: 根据评估体系设置不同的参数, 主要包括不同年资、学历、职称、岗位、班次及手术级别的权重, 设定每个人的考核加权积分。

(5) 权限分配: 对不同人员分配对应的权限, 分为操作、浏览、查询 3 大类。

3 讨论

基于 RBRVS 的手术绩效管理系统的的设计, 为医院制定覆盖内容比较全面的手术绩效评价标准, 为医院管理者考核外科医生提供一个客观公正的考评标准, 激励医生的工作积极性, 提高外科手术工作质量, 最终提高医生及患者对医院管理的满意度。医院通过 10 多年信息化建设, 已经建立了手术排班、手术计费 and 麻醉临床系统等, 手术绩效所需要的基础数据已能通过信息系统提取到, 同时从 2014 年开展医院精细化绩效管理, 为该系统的实施打下了良好基础。系统实施可以达到的效果: ① 基于 RBRVS 管理模式,

可以有效杜绝外科手术医生奖金和药品、收入挂钩的现象, 能改变外科医生逐利趋向, 体现按劳分配、多劳多得; ② 适当拉开外科医生奖金层次, 调动医务部人员工作积极性, 对开展新技术和大手术有激励作用; ③ 通过手术绩效管理系统可以根据医院不同时期的运行状况, 调整相关参数进行绩效结果预测, 为院领导决策提供参考, 信息化手段也提高了数据的准确性。

[参考文献]

- [1] 曹莉, 樊俊芝, 李婧. 我院科室绩效考核系统的建立与应用[J]. 中国医疗设备, 2014, 29 (2): 80-82.
- [2] 伍平阳. 基于数据挖掘技术的医疗设备绩效预测方法的应用研究[D]. 广州: 南方医科大学, 2008.
- [4] 张丽, 王晔. 基于 Business Objects 的区域卫生综合管理和决策支持系统设计和实现[J]. 中国数字医学, 2011, 6(9): 61-64.
- [5] 黄晶晶, 郭文明. 医院医保分科定额管理中的数据挖掘研究[J]. 医疗卫生装备, 2009, 30(3): 53-54.
- [6] 林济南. 基于商务智能的医院医保业务决策支持系统的研究[J]. 计算机与现代化, 2010, (9): 132-135.
- [7] 周学全, 张志杰, 张笃行, 等. 综合决策支持系统中数据挖掘功能的设计与实现[J]. 计算机测量与控制, 2010, 18(1): 161-164.
- [8] 王利丽, 孙燕, 叶文琴, 等. 手术室护士绩效考核的信息化管理[J]. 中华现代护理杂志, 2010, 16(23): 2816-2817.
- [9] 余丽华, 罗红. 手术室专科护士体系建立探讨与效果评价[J]. 中国医药导报, 2010, 7(22): 199-200.



上接第 130 页

到维修成本、人工费用和设备故障率之间的最佳平衡。

5 结论

本文根据血液净化设备日常维修记录和其相对应的质控检测数据, 分析了 2 者之间的相关性, 进而证明了质量控制检测的结果可作为血液净化设备的预防性维护保养客观指导依据, 从而通过有针对性的预防性维修, 切实减少设备故障的发生, 提高医疗工作的安全性。

[参考文献]

- [1] 王质刚. 血液净化设备工程与临床[M]. 北京: 人民军医出版社, 2006.
- [2] 晁勇, 陈爱华, 端慧敏, 等. 基于质量控制检测的预防性维修模

式探讨与实践[J]. 中国医疗设备, 2011, 26(6): 72-74.

- [3] 王质刚. 血液净化学[M]. 3版. 北京: 北京科学技术出版社, 2010.
- [4] 国家食品药品监督管理局: 警惕血液透析装置的使用风险[EB/OL]. (2011-01-04)[2015-05-12]. www.dbw.cn/system/2011/01/04/0_20110104.shtml
- [5] 李松梅. 血液透析机的维修保养[J]. 医疗装备, 2008, (2): 44.
- [6] 杜浩然. 费森尤斯 4008B 血液透析机常见故障及维修方法[J]. 医疗装备, 2014, (3): 74-75.
- [7] YY0054-2003, 血液透析、血液透析滤过和血液滤过设备[S]. 北京: 国家食品药品监督管理局, 2003.
- [8] JJF1353-2012, 血液透析装置校准规范[S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2012.
- [9] 晁勇, 李玉鑫, 蒋建, 等. 医院医疗设备计量与质量控制信息管理系统的设计与实现[J]. 中国医疗设备, 2014, (6): 1-4.



数字化自动输液管理系统在ICU应用的效果评价

Evaluation of the Application Effectiveness of a Digital Automatic Infusion Management System in ICU

叶碧玲^a, 曾丽^b, 张蕾^b

深圳市蛇口人民医院 a.重症监护病房; b.护理部, 广东 深圳 518067

YE Bi-ling^a, ZENG Li^b,
ZHANG Lei^b

a.Intensive Care Unit; b. Department of Nursing, Shenzhen Shekou People's Hospital, Shenzhen Guangdong 518067, China

[摘要] 目的 评价数字化自动输液管理系统在ICU的应用效果。方法 选取2012年6月~2014年6月ICU收治的212例采用深静脉置管进行输液治疗的患者为研究对象。对照组101例以输液泵管理系统为输液治疗方式, 实验组111例以数字化自动输液管理系统+药物库功能+链接HIS为输液治疗方式。结果 实验组平均护理记录时间、巡视时间均比对照组减少 ($P<0.05$), 平均动脉压比对照组稳定 ($P<0.05$)。结论 在ICU应用数字化自动输液管理系统, 减少了护理记录时间, 巡视时间、稳定了血液动力, 减少了药物差错率, 保障了患者的用药安全。

[关键词] ICU; 数字化自动输液管理系统; 输液泵; 静脉输液

Abstract: Objective To evaluate the effectiveness of a digital automatic infusion management system in ICU (Intensive Care Unit). Methods Altogether 212 patients who had been treated with deep venipuncture infusion from June 2012 to June 2014 in ICU were selected as the research object and divided into two groups: Control Group (101 cases) and Experiment Group (111 cases). The infusion pump management system was adopted in treatment of Control Group; Experiment Group was treated with the combination of the digital automatic infusion management system, the drug library function and connection to HIS (Hospital Information System). Results In contrast with Control Group, less nursing record and inspection tour time ($P<0.05$) were consumed in Experiment Group with more stable hemodynamic features ($P<0.05$). Conclusion Application of the digital automatic infusion management system in ICU reduced the nursing record and inspection tour time as well as the error rate and made hemodynamic features more stable, which ensured the safety of patients' medication.

Key words: intensive care unit; digital automatic infusion management system; infusion pump; intravenous infusion

[中图分类号] R197.3; R197.324 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.06.049

[文章编号] 1674-1633(2015)06-0148-02

静脉输液作为一种迅速有效的给药途径, 在治疗重症患者及抢救危重患者中占有不容置疑的首要位置。危重症病房 (Intensive Care Unit, ICU) 患者病情危重, 主要治疗手段为静脉输液, 输液过程要求严格控制每一种输液和治疗药物的剂量、浓度、配伍、速度、持续性等^[1]。在发达国家医院中, 每床都会配备至少1台输液泵^[2]。自2013年6月以来我院ICU将输液管理系统升级增加药物库功能,

将其通过单独的PC程序 (Drug List Editor Space) 加载入智能泵中, 可以储存15类多达720种的药物名称并能储存治疗数据和信息, 同时链接医院信息系统 (HIS) 应用于临床, 现将应用成果汇报如下。

1 资料

1.1 临床资料

选取2012年6月~2014年6月ICU收治的212例采用深静脉置管进行输液治疗的患者, 对照组共101例, 其中男性52例, 女性49例, 平均年龄 (51 ± 16.34) 岁, 平均住院时间 (8.3 ± 2.3) d。实验组共111例, 其中男性60

收稿日期: 2015-03-01 修回日期: 2015-03-19
基金项目: 深圳市卫生计生系统科研项目 (201402139)。
本文作者: 叶碧玲, 主管护师, ICU护士长。
作者邮箱: 379586841@qq.com

例, 女性 51 例, 平均年龄 (57 ± 14.2) 岁, 平均住院时间 (7.99 ± 1.31) d。对比两组患者的性别、年龄、平均住院时间, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

1.2 方法

每张床位均配备 1 个床旁 station (2 台输液泵和 4 台注射泵的自由组合), 对照组采用输液管理系统为输液治疗方式。实验组采用输液管理系统 + 药物库功能 + 链接 HIS, 并将 station 与中央监控界面通过数据线连接后建成的数字化自动输液管理系统为输液治疗方式, 在治疗输液开始时中央监控界面可在同一时间观察到每张床位药物输入情况, 及时动态了解患者的治疗信息。

1.3 统计学方法

采用 EpiCalc 2000 统计软件分析, 计量资料采用 t 检验, $P < 0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

两组输液系统的比较, 见表 1。

表1 两组输液系统比较

组别	例数	平均输液时间 (min)	平均护理记录时间 (min)	巡视时间 (min)	平均动脉压 (mmHg)
实验组	111	20 ± 4	1 ± 0.5	3 ± 1.5	5 ± 3
对照组	101	21 ± 3	4 ± 2	5 ± 2	48 ± 13
t		2.04	15.29	8.28	87.39
P		0.04	0.000	0.000	0.000

注: 平均动脉压的波动可以反映出血流动力学的稳定性。

从表 1 可以看出, 平均护理记录时间、巡视时间和平均动脉压的 P 值均 < 0.05 , 差异有统计学意义。

3 讨论

3.1 提高信息化功能, 减少护理人力成本

数字化自动输液管理系统 + 药物库功能的输注终端与 HIS 信息平台通讯整合, 使输液全程数字化: ① 可将患者姓名、登记号、药液名称、输液速度、配制时间、起始时间、输液滴速及调整等情况自动导入 HIS 作为电子病历 (EMR) 的内容加以保存; ② 减少护理记录及统计出入量的时间, 在中央监控界面上可以显示所有正在使用的药物情况, 包括每个 SPACE 模块输液剩余时间, 从短到长自动进行排序。据报道在岗护理人员约 40% 以上的工作时间在从事药疗, 平均每次给药前准备到给药约需 7~10 min^[3]。数字化自动输液管理系统应用后, 护士能够按照每个 SPACE 模块的输液剩余时间, 减少给药前的准备时间和对输液泵的巡视次数, 能更好地统筹安排护理工作, 提高工作效率。

3.2 减少药物使用差错, 中控系统稳定血液动力

患者安全是医疗保健的一项基本原则, 患者在医院治疗中的每个环节在一定程度上都存在着安全隐患。护理安全是患者医疗安全的重要组成部分, 在医疗不安全问题上, 护理安全因素占 40%^[4]。其中用药差错是最常发生的医疗

差错类型, 可造成 4% 的患者延长住院时间或留下残疾, 其中 14% 可致命^[5-6]。美国医疗差错造成的伤害, 约有 45% 与用药不当有关^[7], 有研究发现我国医疗卫生机构给药差错发生率为 9.7%~78.0%^[8]。数字化自动输液管理系统中的 Piggyback 中控系统模式提供了临时中断当前 (主要) 输液而进行搭载 (次要) 输液的可能性^[9], 能够稳定患者的生命体征, 避免因护理时更换血管活性药物而带来的巨大波动。当中控系统模式启动时, 第一管路血管活性药物快要结束时, 达到设定参数后, 此泵可跳转为搭载输液模式, 由另一个泵直接代替上一管路的血管活性药物, 这种泵泵无缝对接模式, 能够缩小患者血压波动范围, 稳定血流动力, 减少人为因素引起药物剂量使用差错, 提高血管活性药物使用安全性。

4 总结

数字化自动输液管理系统的应用, 将输液安全发展到目前的床旁 station 的集中控制与管理, 应用网络技术使床旁 station 与中央输液监护系统输注终端与信息平台的通讯整合, 实现了远程监控、中央报警、数据分析、输液编程, 并能自动整合数据到 EMR 中, 达到全程数字化管理, 利于稳定血流动力, 减少人为因素引起药物剂量使用差错, 提高药物使用安全性, 是未来输液治疗的发展方向。

[参考文献]

- [1] 徐波, 叶碧玲, 黄伟政, 等. 输液治疗管理系统对 ICU 护理高危因素的影响[J]. 中华现代护理杂志, 2014, 20(21): 2600-2602.
- [2] 许业珍, 江朝光. 重症加强护理学[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 2001.
- [3] Elganzouri ES, Standish CA, Androwich I. Medication Administration Time Study (MATS): nursing staff performance of medication administration[J]. J Nurs Adm, 2009, 39(5): 204-210.
- [4] 龙艳芳, 李映兰, 郭燕红. 我国护理不良事件报告现状调查及分析[J]. 中国护理管理, 2011, 11(5): 16-20.
- [5] Anony. Suggested definitions and relationships among medication misadventures, medication errors, adverse drug events, and adverse drug reaction[J]. Am J Health Syst Pharm, 1998, 55(2): 165.
- [6] 张平, 刘丽琼, 袁丹江. 输液泵给药系统的风险指标研究[J]. 中国医疗设备, 2014, 29(7): 82-84, 92.
- [7] Rich DS. A process for interpreting data on adverse drug events: determining optimal target levels[J]. Clin Ther, 1998, 20 (SupplC): 59.
- [8] 蔡慎, 杨悦. 我国用药差错现状文献调查及相关因素分析[J]. 中国药房, 2014, 25(4): 310-313.
- [9] 胡定兰, 杨鸿儿, 叶碧玲. 中央输液治疗系统在 ICU 护理工作中的应用[J]. 实用临床医学, 2014, 15(1): 104-105.



医院信息系统的应急建设与策略及安全 管理

Emergency Construction, Strategies and Security Management of HIS

沈崑^{1,2}, 封国生³

1.首都医科大学 卫生管理与教育学院, 北京 100069; 2.首都医科大学
附属北京友谊医院 信息中心, 北京
100050; 3.北京市医院管理局, 北京
100053

SHEN Kun^{1,2},
FENG Guo-sheng³

1.School of Health Management and
Education, Capital Medical University,
Beijing 100069, China; 2.Information
Center, Beijing Friendship Hospital, Capital
Medical University, Beijing 100050,
China; 3.Beijing Municipal Administration
of Hospitals, Beijing 100053, China

[摘要] 医院信息系统(HIS)的应急建设与应急策略对于HIS的安全保障十分重要。在系统应急建设方面, 不仅应注重技术层面的建设, 而且应注重管理层面的建设。本文结合实际工作提出了3种应急策略, 并对每种策略进行了分析。HIS的安全管理有助于及时发现解决信息系统的安全隐患, 从而降低系统出现大规模故障的风险。

[关键词] 医院信息系统; 应急策略; 信息系统安全管理

Abstract: The emergency construction and strategy of HIS (Hospital Information System) played an important role in its security insurance. The system emergency construction should focus on two aspects: the technical level and the management level. In this paper, three emergency strategies were presented based on practical work and each strategy was analyzed. Safety management was helpful to find and solve hidden dangers of HIS promptly in order to reduce the risks of widespread fault in HIS.

Key words: hospital information system; emergency strategy; security management of information systems

[中图分类号] R197.324 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.050

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0150-03

0 前言

当前, 医院信息系统(HIS)已成为医院医疗业务及管理的重要工具, 医院各个部门都已使用HIS处理日常工作, HIS一旦出现故障, 医疗工作就要受到影响, 如果信息系统大面积瘫痪, 就会引起整个医院正常业务的停顿, 患者无法进行正常的诊疗活动, 严重时甚至会导致社会秩序的混乱, 所以HIS的安全稳定运行是维护医院正常医疗秩序的保障。为此, HIS的应急建设和应急保障策略就显得非常重要^[1]。

1 HIS的应急建设

HIS的应急建设应注重管理建设与技术建设2个层面。

1.1 管理方面的应急建设

1.1.1 制定HIS应急管理制度

HIS应急管理制度是为预防和控制信息系统出现故障

或紧急情况时, 应做出的响应和采取的措施而制定的规章制度, 它可以有效减轻产生事故的后果, 是医院在管理层面应急建设必不可少的重要文件。在实际工作中, 首先我院在总体管理层面制定了整体应急管理制度; 其次, 各个科室、部门根据自己工作的需要和特点制定了分部门的信息系统应急管理制度及具体执行方案, 并作为医院整体应急管理制度的一部分。此外, 全院及各部门的应急管理制度定期修订, 根据医院的发展和变化修改并逐步完善^[2]。

1.1.2 做好日常应急演练工作

日常的应急演练工作是该应急管理制度得以执行和实施的保障。我院全院性、综合性的应急演练每半年进行1次。此外, 根据医院具体工作的需要, 还不定期地进行专项演练。例如, 当信息部门升级或更新某个应用程序前, 工作人员将事先估测该活动可能存在的风险、影响范围, 并针对其所涉及的部门和流程进行专项的应急演练; 服务器需要维护维修前, 进行启用备用服务器的专项应急演练等。

1.1.3 加强应急培训工作

增强HIS故障的应急意识, 加强应急培训也是应急建设的重要方面。我院每年进行全院范围的应急培训, 各科

收稿日期: 2015-01-14 修回日期: 2015-01-26
通讯作者: 封国生, 北京市医院管理局党委书记、局长。
通讯作者邮箱: fgsbj@126.com

室也会相应进行自己部门的应急培训。此外,信息系统故障应急管理制度及方案也纳入到新员工入职培训的内容。

1.2 技术方面的应急建设

计算机机房是 HIS 的中心,机房中安放多种核心设备,如小型机服务器、存储设备、各种文件服务器、核心交换机、UPS 不间断电源等。核心服务器和存储系统可建设成为双机热备份结构,即采用双机、双存储、双线路的冗余架构。核心交换机是医院网络系统的中心,亦可采用双核心交换机结构。网络系统应规划为三层交换结构,即核心层、汇聚层及接入层,汇聚层和接入层都应采用双机,与核心交换机构成双链路传输,有效保障网络系统的安全。此外,建设有效的应急网络系统是在技术方面进行应急建设的很好措施,例如采用无线网络单独建设一条独立于现有主运营网络之外的网络链路作为应急网络,当主运营网络大面积瘫痪时,可启用应急网络,从而保障业务数据的传输不受影响^[3]。

在数据安全技术方面,建设异地灾备应急系统可保障数据安全,也可用于应急情况下的数据恢复。若有条件,可以建设灾备机房,这样即便发生主机房火灾等极端情况,启用灾备机房依然可以保障 HIS 的正常运转。

2 HIS的应急策略

HIS 的应急策略有以下 3 种:

策略一:全面启用手工操作。这种方法实际上是回到了多年前医院没有使用信息系统的状态。但若实际执行起来,在很多部门和环节将会行不通。比如医生离开了电脑手写医嘱很困难;收费人员离开了电脑无法划价、计算金额;护士离开了电脑无法执行、核对治疗项目等等。所以,在当前的状况下,全面启用手工操作的策略缺乏可行性,仅仅停留在口头阶段。

策略二:启动单机版应急程序。以我院为例,医院除了网络版 HIS 程序外还准备了单机版应急程序,如门诊医生工作站单机版、门诊收费工作站单机版等。这种策略的基本思路是:在医院高度依赖计算机且不能长时间等候的工作环节启用单机版应急程序,先将数据保存于本地电脑中,待故障排除后手工上传至 HIS 数据库。其他对于计算机依赖程度较低或一般的业务部门临时改为手工操作。具体操作方法为:①手工挂号,医保患者缴纳全额挂号费,通过电话通知病案科配送门诊病历;②门诊分诊台人工叫号,分诊人员做好患者安抚工作并协调就诊秩序;③门、急诊医生启用应急单机版处方打印程序开立医嘱,机打处方,但需手工输入患者姓名、就诊卡号、性别、年龄等信息,患者的检验单、检查申请单从单机版程序中机打;④病房医生手工开立医嘱,护士按照医生医嘱执行,待系统

恢复后再补录;⑤门、急诊收费处启用 HIS 单机版收费程序,医保患者全额收取费用,同时发给全额结算证明;⑥住院处手工操作办理入院业务,暂停办理出院;⑦检验科室在检验单机版报告系统内手工录入患者姓名、性别、年龄、就诊卡号,打印报告;⑧放射科凭医生单机版申请单,手工录入患者信息,可以出具机打报告;⑨门、急诊药房凭患者交费处方发药,病房药房手工领药^[4-5]。

这种策略的特点:①能够保证医院门、急诊等不能长时间中断业务的部门继续诊疗业务,不会影响患者的就诊;②可行性较高。

这种策略在我院实际运用中具有一些局限性:①由于单机版程序毕竟是在单独的工作站上运行,所有数据保存于本地磁盘,在系统故障排除并恢复后,需要逐台将工作站本地数据及时上传至中心数据库,当工作站数目较多时,工作量很大,如有遗漏,则会引起数据的丢失;②在使用单机版应急软件时,每一位患者信息均需要手工录入,因此无论是医生使用单机版程序开立医嘱或收费处使用单机版程序收费均会耗时较长,患者人均就诊时间将有较大幅度的增加。

策略三:启用应急网络系统。目前,一些医院已经建设了相对独立于现有主运营网络的应急网络系统。应急网络系统可由无线网络或独立于现有主运营网络的独立网络系统构成,并形成与现有主运营网络相对独立的数据传输链路,当主网络出现故障时,通过及时启用应急网络可以依旧保障医疗数据的传输^[6]。由于应急网络系统传输速度可能稍慢于现有主运营网络,每位患者平均就诊时间可能稍有增加,但技术人员将会有比较充分的时间对发生故障的主运营网络进行维修,并在故障排除后再从应急网络切换回来,以确保在故障发生期间医院仍可保持良好的就诊秩序。所以,该应急策略具有较好的可操作性和实用性。

3 HIS的安全管理

HIS 的日常安全管理有助于及时发现解决信息系统的安全隐患,从而降低系统出现大规模故障的风险。

3.1 建立完善的HIS安全管理制度体系

该体系需涵盖安全策略、相关管理及应急制度、操作规程等,以覆盖信息系统安全管理活动中的各类内容;管理制度应定期补充、完善、修订,并对相关工作人员进行规章制度的培训。

3.2 建立HIS安全管理机构

以我院为例,医院成立了信息安全领导小组;明确了管理机构各部门及岗位职责,并配备一定数量的网络管理员、系统管理员、安全管理员;定期召开协调会议以加强各类管理人员、组织机构及信息安全职能部门间合作与沟

通;安全管理人员定期检查系统日常运行、系统漏洞和数据备份等情况并向 HIS 安全领导小组汇报。

3.3 人员方面的安全管理

我院信息中心为每位系统使用者分配一个用户名和密码,并赋予相应的权限,如挂号权限、收费权限、医生权限、护士权限、检验权限、药房权限、检查技师权限以及管理员权限等,并实行严格的权限控制,如医生只有开立医嘱及处方打印等工作必需的使用权限;护士只有执行医生医嘱及护理工作方面所必需的使用权限等。外来人员访问计算机机房需提出书面申请,经过信息安全管理部批准后,需在专人陪同下进行参观并需进行人员进出登记。

3.4 系统建设方面的安全管理

我院对于自主开发的软件,需由使用部门提出书面的功能修改、变更申请,在开发过程中注意确保开发环境与实际运行环境物理分开,软件开发完毕正式更新前需在测试环境中进行测试,开发过程包括需求分析、设计开发、测试及质量检测、更新部署几个阶段;对于外包开发的软件项目,则由相关工作人员及用户按照合同要求检验软件质量,确保开发商提供软件设计的相关文档及使用指南;硬件产品的采购需预先对产品进行选型测试,按照医院规定进行,并做好设备质量的检测工作。

3.5 系统运维安全管理

HIS 的运维过程中,还需注意环境管理、资产管理、介质管理、设备管理、网络安全管理、系统安全管理、恶意指码防范管理、变更管理、备份与恢复管理、应急管理^[7-8]。

4 总结

综上所述, HIS 的应急建设与应急策略十分重要,它

是在信息系统瘫痪时医疗业务仍能够继续进行的重要保障。在 HIS 的应急建设方面,既要注重技术方面的建设,又要注重管理层面的建设,这样才能形成一个比较完善的应急管理机制。文中所提出的 3 种应急策略,后 2 种具有较强的可操作性,其中策略二在我院的实行过程中取得了较好的效果。策略三在建设单独的应急网络系统方面需要投入较多的人力、物力和资金,我院正在规划建设中。HIS 的安全管理有助于我们及时发现并解决系统的安全隐患,从而降低系统产生大规模故障的风险。HIS 的应急建设、应急策略和应急管理制度是信息系统安全管理体系的一部分,但也是相对独立和比较重要的部分,值得进行深入的探讨和研究。

[参考文献]

- [1] 张晓燕.医院网络安全技术应用与管理[J].中国医疗设备,2013,28(5):90-91.
- [2] 连忠,生本有,于爱平,等.医院网络与信息安全应急预案的建立[J].中国医院管理,2013,28(5):90-91.
- [3] 米培霞.医院信息系统安全隐患及防护措施[J].医学信息,2014,27(2):6-7.
- [4] 王萌,李怀庆.基于医院信息系统的门诊应急系统的设计[J].医疗卫生装备,2014,35(7):55-57.
- [5] 王广选.医院信息系统瘫痪HIS软件应对策略[J].中国数字医学,2014,9(2):118-119.
- [6] 沈崑.医院应急网络系统的规划与建设[J].中国医疗设备,2012,27(5):38-40.
- [7] 郭旭升,黄磊.新形势下医院信息安全所面临的挑战与对策[J].中国数字医学,2012,7(4):96-98.
- [8] 邱家富.医院信息系统的管理[J].江苏卫生事业管理,2013,24(1):118-119.



上接第 103 页

台架构的设计与实现[J].中国医疗设备,2014,29(2):53-55.

- [4] 孙田山.基层部队健康体检现状分析与对策[J].解放军预防医学杂志,2013,31(6):546-547.
- [5] 赵美娜,黄叶莉,王文珍.参加基层部队巡回医疗的几点体会[J].海军总医院学报,2009,22(3):186-187.
- [6] 高世龙,李海涛,杨洋.健康体检系统设计与应用[J].医学信息学杂志,2012,33(11):27-31.
- [7] 张春霞,张伟,蒋文,等.数字化体检信息系统的设计与实现[J].华南国防医学杂志,2013,27(3):180-181.
- [8] 黄雅香,于海霞,陈燕芳,等.提高体系部队体检完成率的做法

与体会[J].医学理论与实践,2011,24(17):2145-2146.

- [9] 林亚忠,万任华,林村河,等.一种应用于军事物流领域的无源 RFID 标签的身份认证方法[J].医疗卫生装备,2012,33(2):33-35.
- [10] 朱役,陈兴东,穆小苏,等.基于物联网技术的卫勤保障模式探讨[J].解放军医院管理杂志,2013,20(9):858-859.
- [11] 成诗银,张永生,李斌,等.基于RFID技术的伤员信息管理系统[J].中国医疗设备,2010,25(4):31-32,79.
- [12] 梁海伶,聂喆,吴优良,等.军人电子健康档案应用现状及改进建议[J].人民军医,2013,56(2):246-247.



医院信息系统建设项目中的人力资源管理

Human Resource Management in the HIS Construction Project

吴新跃

首都医科大学附属北京胸科医院
信息中心, 北京 101149

WU Xin-yue

Information Center, Beijing Chest
Hospital Affiliated to Capital Medical
University, Beijing 101149, China

[摘要] 在医院信息系统(HIS)项目建设过程中,人力资源管理是整个项目管理过程的重要环节,它与项目的质量、成本、进度管理密切相关。本文重点分析了HIS建设项目中人力资源管理的必要性,应用项目管理理论实施项目建设过程。总结人力资源管理在我院信息系统建设中的设计实施和应用管理过程,探讨项目建设工作中的人力资源管理经验,通过科学的运用人力资源管理方法保障HIS项目顺利完成。

[关键词] 医院信息系统;项目管理;人力资源管理;医院信息化建设

Abstract: HR (Human Resources) management was the important section in the whole HIS (Hospital Information System) construction project, which was closely related to the project quality, cost and schedule management. This paper analyzed the necessity of HR management in the HIS construction project and deployed the project management theories in the implementation of project construction. It also summarized the design, implementation, application and management of HR management in the HIS construction project in the hospital and explored the HR management experience in project construction. Scientific application of HR management could ensure the successful completion of the HIS project.

Key words: hospital information system; project management; human resource management; hospital informatization construction

[中图分类号] R197.3; R197.324 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.051

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0153-03

1 项目背景概述

医院信息化建设的长期目标是满足医院临床业务和医院行政管理需求,保证医院各项工作安全、方便、快捷。随着信息化技术日新月异的更新和发展,每一个信息系统都面临着落后与被淘汰,医院对信息化的需求也随着医疗进步而变化和发展,因此,信息系统更新与改造是每一个医疗机构都必须面对的。医院信息系统(HIS)建设是一项挑战性、综合性很强的工作,任何考虑不周的因素和突发事件都会对系统运行带来重大的影响^[1]。

为适应发展的需要,2012年我院对医院信息化项目进行更新建设。本次信息化项目涉及软、硬件更新、部分网络更新和机房搬迁,是一个以多任务、多人员、实施周期长、技术开发和用户需求相结合为特点的系统集成项目^[2]。该项目于2012年下旬招标,年底签订合同,随之正式进入

项目建设阶段。根据合同约定2013年底试运行,2014年初完成验收并正式运行。

人力资源管理是HIS建设实施过程中的重点,如果不能对各方人员进行及时有效地控制管理,就可能给HIS建设带来很多无法确定的风险因素,进而影响项目实施工期和质量。因此,采取必要的、有针对性的人力资源管理与控制,是顺利完成HIS建设工作的关键。下面结合我院信息系统项目的具体实施过程,阐述HIS项目建设中的人力资源管理。

2 项目管理

项目管理(PM)是项目的管理者在有限的资源约束下,运用系统观点、方法和理论,对项目设计的全部工作进行有效地管理,将各种资源应用于项目目标,满足各方面既定的需求^[3]。从项目的投资决策开始到项目结束的全过程进行计划、组织、指挥、协调、控制和评价,以实现项目

收稿日期: 2014-12-09

本文作者: 吴新跃, 高级工程师。

作者邮箱: wxyj0413@sina.com

的目标。项目涉及9大管理领域：总体管理、范围管理、进度管理、成本管理、质量管理、风险管理、人力资源管理、沟通管理、采购管理。

3 项目人力资源管理

(1) 人力资源管理是为了保证所有项目关系人的能力和积极性都得到最有效的发挥和利用所做的一系列管理措施^[4]，包括组织的规划、团队的建设、人员的选聘和项目的班子建设等一系列工作。人力资源管理的成功是决定项目顺利完成的核心条件。

(2) HIS 建设项目中人力资源管理的必要性。在 HIS 建设项目中，项目团队成员是决定组织和项目成败的关键，骨干人员的素质和经验以及工作的稳定性至关重要。缺少充分的人力资源管理过程，可能造成项目失控、工期拖延、质量不佳。在项目建设过程中，需应用项目管理理论，以完善的项目组织机构和充分的资源为基础，使项目参与人员分工明确，形成融洽的团队关系，树立良好的团队形象，赢得更多的有利因素。按照项目团队规划、项目团队组建、项目团队建设、项目团队管理等过程，进行人力资源管理，使项目顺利进行。

4 项目人力资源管理过程

4.1 团队规划

团队规划是决定项目的角色、职责以及报告关系的过程。在项目启动之后，制订项目进度计划的同时，在综合衡量人员成本、生产效率与利用率的基础上，着手制订团队规划。根据对各种岗位的要求来约定人员的能力要求，以保证刚好适合岗位的要求为宜。要求过高会提高人力资源成本，综合素质太低又不能满足项目的进度和质量要求。总的原则是在保证技能要求的同时，尽量降低人力成本，并且要综合考察人员的责任心、职业道德和团队合作能力。根据工作量轻重考虑相关人员进入与退出项目的时间，减少人员等待损耗。

在制定团队规划时，针对核心技术人员流动性较大的问题，在核心岗位要合理安排备选人员，以保证项目顺利进行。

综合统一的人员调配是人力资源管理的重点，公司方和医院方的项目团队应定时、定期进行联系、联络，采取周会议、回函等方式，有效地在第一时间做好人力资源统筹^[5]。

4.2 团队组建

医院信息化建设项目人力资源团队由公司方项目团队和医院方信息化领导小组分别组建。项目团队分别由双方技术组长和信息中心主任统一协调管理。公司方项目团队人力资源需求，见表1；医院方人力资源需求，见表2。

表1 公司方项目团队人力资源需求明细表

人员分类	人数	主要职责
项目经理	1	项目全面负责
技术组长	1	技术难题攻关，组间沟通协调。
需求分析工程师	2	将用户需求转换成项目内的功能需求和非功能需求，编制项目需求规格说明书，与用户及时沟通、获取精准数据。
设计工程师	2	根据用户需求规格说明书进行系统设计
编程工程师	2	实现设计，完成用户功能。
集成人员	1	整套系统的编译集成，督促系统功能提交，及时发现各模块集成问题。
测试工程师	1	对程序进行测试，发现可能存在的程序缺陷。
文档整理人员	1	对小组内产生文档的整理、统一。
售后运维人员	1	项目完成后的服务及运行维护

表2 医院方人力资源需求明细表

人员分组	人员所属	主要职责
项目主管	院长	全面负责医院信息化建设
	副院长	具体项目的指挥，协调、组织、确定项目方案，督促落实各项实施计划和管理措施。
	信息中心主任	项目日常负责人，提出医院信息化建设方案，协调沟通项目实施过程中各项事务，监督项目实施过程。
	医务部	住院病区
医药部	住院病区	各科主任提出具体计划，负责本科室医疗方面的全部指导性工作，协助信息中心培训科内医务人员。
	护理部	协助信息中心培训全院护士，负责 HIS 中病人医嘱录入、审核、执行。
	门急诊	根据门急诊医疗特点，对挂号、诊疗、检查化验、收费、取药等进行项目汇总、编码、维护。
	医保办	维护、管理、核查收费项目是否符合医保政策。
药剂科	医技科室	各种检查化验的信息编码、维护，价格调整。
	门诊药房	根据专科医院的用药需求，随时调整安排中西药物的品种，进行汇总、编码。
	住院药房	根据各病区的不同用药需求，随时调整中西药物的品种，不断改进医嘱处方的到出药的流程，进行汇总、编码。
	药库	药品信息编码、维护，药品价格调整，药品出入库，库存药品的动态监控，药品的应急协调。
财务处	门诊住院收费	财务报表设计、审核，病人费用结算流程制定。
	物价办	临床诊疗项目汇总、编码，收费项目录入、审核。
总务后勤	总务科	项目实施后勤保障
	设备科	协调医疗设备基础信息采集，数据录入。
	信息中心	软件工程师
	软件工程师	数据存储和备份，负责系统运行后服务器端数据库的维护，前端工作站模块的维护。
信息中心	网络工程师	搭建网络环境，服务器和前端工作站的硬件维护，确保数据库及应用程序正常运行。
	培训工程师	操作人员培训
	用户管理员	用户的设置和授权

项目团队的组建是否合理,项目相关人员是否满足项目的需求,是项目是否能够顺利进行的关键^[6]。为此,在进行此项工作过程中,首先针对成员的知识技能进行评估,事先分析每个人的个性特点,优点和缺点等因素。同时考虑项目成员的工作兴趣和职业发展意愿,尽量发挥项目成员的特长,让每个人从事自己最适合的工作。

医院方人力资源团队负责领导医院信息化建设,组织协调各科室人员协同工作,调动、整合医院和公司方各种资源,推动 HIS 项目实施,协调解决项目实施中医院方部门建设、流程调整、人员调配等多方面工作。

4.3 团队建设

(1) 建立明确的团队目标,每个成员要清楚自己工作对目标实现的作用。团队中不同角色由于地位和看问题的角度不同,对项目的目标和期望值会有很多区别。在日常工作中,可通过日常观察、私下沟通等方式,了解成员间的心态,理解他们的需求,把项目目标与成员的需求结合起来,帮助成员树立共同的奋斗目标,使项目成员都能做到劲往一处使,形成合力^[7]。

(2) 制定良好的规章制度。规章制度包括:纪律条例、组织条例、财务条例、保密条例和奖惩制度等。对于违背规章制度的行为,应该及时制止,奖惩分明。

(3) 建立明确的团队考核与评价标准,工作结果公正公开、奖罚分明。团队成员职责和任务分配不均、奖罚不明是造成项目失败的主要原因之一。

(4) 营造相互信任、善于总结和学习的工作氛围。在技术问题讨论上,充分调动每个成员的积极性,在生活中,多关心照顾项目组成员,让大家都能感受到团队的温暖。

4.4 团队管理

从项目的启动到验收,所有项目团队成员会经历 4 个时期:形成期、震荡期、稳定期、表现期。在 HIS 项目形成期和震荡期中,有些团队成员缺乏自觉性、懒散,当天的工作任务不能按时完成。通过不断地和成员沟通,分析出主要原因为:团队成员之前没有合作过,对其他成员的个性和性格互不了解。因为每个人的知识结构和生活经历不同,处理事情的方式也不同,项目经理与成员、成员与成员之间怎样才能达成一个相互理解、互相信任的环境,这是要解决的关键问题^[8]。对于这些,可在项目初期通过周例会制度、娱乐活动、私下沟通、聚会等方式增进成员

了解,促进成员相互理解和信任。

5 结语

运用人力资源管理理论顺利完成了 HIS 建设项目。我在此项目中取得的主要经验如下:① 沟通与交流是 HIS 建设项目不可忽视的因素。项目实施过程中相互理解、充分沟通,管理与控制不确定因素,确保工程质量与工期^[9];② 充分重视项目实施过程中的人力资源管理,将人员管理逐步转向人员开发;③ 利用局域网和互联网等网络资源,加强全员知识及理念培训,对人员进行继续教育;④ 建立奖惩制度,激发员工的工作热情;⑤ 积极开展人力资源信息化管理,逐步实现人力资源整体规划。

项目人力资源管理是一个包括计划、组建、建设、管理到解散的整个生命周期的管理。信息系统项目的人力资源管理尤为重要。在今后的工作中,将继续总结人力资源管理中的经验教训,逐步形成一套完整的人力资源管理机制,为项目的成功奠定坚实的基础。

[参考文献]

- [1] 钱崇强,解春生.医院信息系统升级风险管理[J].中国医院,2011,15(1):62-63.
- [2] 毕占岁,李洁.医院信息系统建设中的沟通管理[J].中国医疗设备,2013,28(9):102-103.
- [3] 张友生,田俊国,殷建民.信息系统项目管理师辅导教程(下册)[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [4] 王新.项目管理在医院信息化建设中的必要性浅析[J].中国医疗设备,2008,(9):72-73,53.
- [5] 孙大峰,赵明元.医院信息系统升级中的需求变更管理[J].中华医院管理杂志,2008,24(8):564-565.
- [6] 吴宣树,陈巨涛.项目管理方法在医院信息系统建设中的应用[J].重庆医学,2010,(1):121-122.
- [7] 丛培胜,贺亚峰.项目管理在某医院信息化系统项目中的应用[J].智能建筑与城市信息,2009,(8):93-98.
- [8] 赖晓军,朱雪莲.项目管理在医院信息化建设中的应用[J].中国数字医学,2008,(12):61-63.
- [9] 邓晶.信息系统工程的项目管理[J].中国科技信息,2009,(7):158,175.



医疗设备固定资产分类及信息化管理方法

Classification and Informatization Management Methods for Medical Equipment Fixed Assets

向华, 张和华, 段美佳, 吴旋, 梁秋, 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

XIANG Hua, ZHANG He-hua, DUAN Mei-jia, WU Xuan, LIANG Qiu, YIN Jun

Department of Medical Engineering, Daping Hospital, Institute of Surgery Research, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China

[摘要] 本文分析了医疗设备固定资产分类管理的现状, 介绍了常用的分类方法及优缺点, 提出了基于医疗设备原理和功能分类的管理方法, 指出了固定资产信息化管理的发展趋势。

[关键词] 医疗设备管理; 固定资产分类; 医院资源规划系统; 射频识别; 数据库管理

Abstract: This paper analyzed the current situation of classification management for medical equipment fixed assets and introduced the advantages and disadvantages of common classification methods. Moreover, a management method based on the principle and function classification of medical equipment was put forward, pointing out the development trend of fixed asset informatization management.

Key words: medical equipment management; fixed assets classification; hospital resource planning system; radio frequency identification; database management

[中图分类号] R197.32 [文献标识码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.052

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0156-03

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。一方面医疗设备作为医疗机构诊疗疾病能力的重要标志和参与医疗市场竞争的有力工具, 各医疗机构均在不断加大医疗设备投入。据统计, 医疗设备资产已经占到一般医院固定资产的 2/3 以上^[1]。医疗设备的科学管理对保证临床服务的安全和品质起着至关重要的作用。医疗设备固定资产具有种类多、结构和功能复杂、更新换代快等特点, 其分类管理一直是医学装备管理部门的一个难题。本文在分析现有管理方法基础上, 探讨了一种科学合理的管理方法, 旨在提高设备管理的质量和效益。

1 现状分析

目前各个医院管理水平参差不齐, 医疗设备的分类管理状况仍然比较混乱, 尚无统一的标准和要求^[2-3], 常用的管理方法主要有以下几种。

收稿日期: 2014-11-30
通讯作者: 张和华, 博士, 工程师。
通讯作者邮箱: zhanghehua@vip.163.com

修回日期: 2014-12-18

1.1 ABC分类法

现有的 ABC 分类方法是确定库存等级的一种技术^[4], 根据重要性, 将库存定义为 3 个等级 (A、B 和 C)。该方法的优点是物品的鉴定提供了很好的机制, 大大减少了库存成本。但该方法应用于医疗设备固定资产的管理过于粗略、笼统, 只考虑了设备的价值因素, 忽略了设备的生命周期、设备的利润率等重要因素。

1.2 设备价值与生命周期综合分类法

设备价值和生命周期是设备管理需要考虑的重要因素。设备价值与生命周期综合分类法综合了这两方面因素。生命周期长的为 A 类, 生命周期中等的为 B 类, 生命周期短的为 C 类^[5]。同时结合设备价值从高到低的 ABC 分类, 该分类法可以将设备分为 9 类。

1.3 盈亏百分比分类法

盈亏百分比分类法是将设备按照盈利和亏损多少的情况对设备进行分类的方法。根据医院设备的具体利润率情况而设定高低利润率界限, 将设备分为高利润率、低利润率、零利润率、低亏损率、高亏损率设备共 5 类^[6]。对于高利润率设备进行重点管理。对于使用会出现亏损的设备, 应该酌情采购, 分析亏损原因。

1.4 FDA和MDD分类法

美国食品药品监督管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 是国际医疗审核权威机构。FDA 分类的原则是严格建立在风险管理的基础上的, 根据风险等级的不同, 将医疗器械分为3类 (I、II、III), III类风险等级最高, I类风险最低^[1,7]。对于高风险设备, 需加强管理, 严格落实审批程序, 避免出现医疗纠纷。对于低风险设备的管理也不能松懈。欧盟将医疗器械指令 (Medical Devices Directive, MDD) 中适用的医疗器械按其性质、功能及预期目的不同进行分类, 划分为I、II a、II b、III共4个类别, 根据需要还可以进一步细分, 具有较好的适用性。

1.5 临床科室分类法

由于每个临床科室所需的医疗设备与耗材不同, 所以可以按照临床科室的需要进行分类^[8]。例如检验科检验类设备、放射科放射类设备, 外科手术类设备等。对于检查设备, 应该做到实时监控, 尽量减少因设备损坏而影响检查的运行。对于放射类设备应加强放射防护监管等。对于外科手术设备则应加强安全风险管控。

2 基于医疗设备原理和功能的分类方法

2.1 分类方法介绍

结合我院资产管理的实际, 将医疗设备按照功能进行分类, 主要分为医疗、科研、教学、基础、信息与办公等5大类, 临床、科研类设备再根据原理与功能细分为29小类。

(1) 医疗类设备: ① 诊断类设备: 根据诊断设备的原理不同, 可以分为放射诊断、检验、电生理检测、光学诊断、内镜诊断、其他等6个大类; ② 治疗类设备: 根据原理及功能, 主要分为手术、放射治疗、核医学治疗、理化、激光、透析治疗、冷冻治疗、急救、其他等9个大类。

(2) 科研类设备: 依据科研用途并结合设备原理, 我院将科研设备分为14个大类: ① 谱及质谱分析设备, 包括高效液相色谱仪、层析系统等; ② 光谱仪器, 包括傅里叶红外光谱仪等; ③ 活体动物成像设备, 包括7.0T动物MRI、小动物X光机、小动物显微CT等; ④ 显微影像设备, 包括各种基础显微镜、激光共聚焦显微成像系统等; ⑤ 图像记录与分析系统, 包括凝胶成像系统等; ⑥ 细胞培养、分离及鉴定设备, 包括二氧化碳培养箱、流式细胞仪等; ⑦ 核酸及基因研究设备, 包括PCR仪、基因分析仪等; ⑧ 蛋白质分离、分析设备, 包括蛋白芯片检测仪、蛋白纯化及浓缩仪等; ⑨ 生化仪器, 包括全自动生化分析仪、血细胞分析仪等; ⑩ 病理制片及分析设备, 包括切片机、脱水机等; ⑪ 生理记录仪, 包括膜片钳、血气分析仪等; ⑫ 物理测量仪器, 包括电荷放大器、闪烁计数仪等; ⑬ 低温冷冻与保存设备, 包括低温冰箱、液氮罐等; ⑭ 其他。

(3) 教学类设备: 主要包括教学训练用的各类模拟人、其他模拟类设备等。

(4) 基础类设备: 主要是指与临床诊断与治疗相关的辅助类设备, 例如病床、推车等。

(5) 信息与办公设备: 主要包括计算机、打印机、扫描仪、复印机、文件柜等。

2.2 分类方法的应用

我院于2013年底引入一套医院资源规划 (Hospital Resource Planning, HRP) 系统, 医疗设备管理是HRP系统主要功能单元之一。该功能单元可实现医疗设备全生命周期管理, 并可与医院财务、卫生经济、人力资源等多个系统实现互联互通, 其结构框图, 见图1。

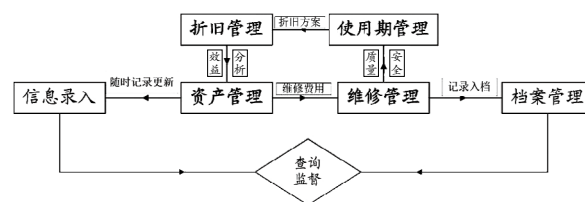


图1 系统结构框图

在信息化录用过程中, 我院将仪器设备按照上述分类方法进行分类管理。由于该方法主要是基于原理与功能, 对于临床和科研可交叉使用的设备, 主要依据其用途来划分, 如果直接用于临床诊断则划分到医疗设备中, 放置于临床实验室或研究所则属于科研设备。在日常管理过程中, 临床和科研设备也应严格区分管理, 不得随意变更用途。

我院根据医疗设备分类情况, 还建立了不同级别的设备预防性维护机制, 预防性内容也有所侧重。例如, 对于光学检查设备在进行预防性维护时, 除了常规电气安全检查外, 还应该对镜头、照明系统等部件进行维护。同时, 通过建立全院科研设备的查询平台, 方便了各研究人员查询开展实验所需的仪器设备, 提高了科研设备的共用率。

3 信息化管理的手段

随着我院HRP系统应用的不断深入, 结合目前常用的条码管理、芯片和扫描技术、数据库管理等信息化手段, 将更好地开展医疗设备的管理工作。

(1) 条码管理。我院开展了基于条码的高低值耗材管理, 正在积极探索开展医疗设备的全过程管理^[9]。实践证明, 将数据库与条码管理相结合能达到较好的管理效果。

(2) 芯片和扫描技术。射频识别 (Radio Frequency Identification, RFID) 可以通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据, 而无需在识别系统与特定目标之间建立机械或者光学接触^[10]。射频识别技术具有可容纳较多容量、通信距离长、难以复制、对环境变化有较高的忍受能力、可同时读取多个标签等优点, 但建置成本较高。鉴于该技

术在医院氧站及氧气终端、重点设备管控等方面具有很好的应用前景,我院正在积极开发基于该技术的监控系统。

(3) 数据库管理。数据库具有较强的查询功能、较快的录入速度和较高的识别率,大大提高了工作效率。现已在医院医疗设备和材料采购、维修中发挥了较大的作用,设备及固定资产数据库的建立可以按照上面的分类方法,将设备的所有信息录入数据库,从而实现方便快捷地查询、出入库、数据分析与统计等相关功能^[11-12]。目前,我院正在积极构建一套医疗器械合理使用管理系统,通过数据库技术可实现超大量的临床数据的分析与管理,通过建立相关管理指标,有利于规范医疗器械的临床应用。

4 小结

由于医疗设备具有种类多、更新换代快等特点,医疗设备资产分类管理一直是一个难点问题。各个医院应该立足自身实际,结合现有的信息化手段,制定一套科学、合理、有效的分类管理方法,才能更好地发挥医疗设备的作用,不断提升管理的质量和效率。

[参考文献]

[1] 梁毅,许子珊.欧盟医疗器械分类原则解析与启示[J].中国药

事,2010,24(9):913-916.

- [2] 伍蔚民.医疗设备分类与分析[J].中国医疗设备,2009,24(2):93-94.
- [3] 母瑞红,郭世富,徐红,等.医疗器械分类界定工作现状分析与建议[J].中国药事,2013,27(6):561-563.
- [4] 胡从旭.ABC分类法在库存管理中的实施及改进[J].物流工程与管理,2010,32(9):62-64.
- [5] 吴超,董洪飞.浅谈固定资产分类、编码及条码应用[J].信息技术与标准化,2011,4(3):35-37.
- [6] 苑富强,冷鹏,汤京龙,等.国内医疗器械产品分类界定的概况与思考[J].中国医疗器械信息,2010,16(3):44-46,62.
- [7] 傅谭婷,周力.PQ分析法和ABC分类法在医院低值耗材分类管理中的应用[J].中国医疗设备,2014,29(11):96-98.
- [8] 陆华,郭继卫,姬军生,等.医疗设备分类购置初探[J].重庆医学,2008,(1):14,16.
- [9] 胡冰,周来新,慕萍.浅谈医院固定资产的条码管理[J].重庆医学,2012,41(6):617.
- [10] 徐丹,何治国.基于射频识别技术的固定资产管理系统[J].计算机与数字工程,2010,38(12):81-84.
- [11] 夏正圆.基于Oracle数据库的行政事业单位固定资产信息管理系统构建[J].产业与科技论坛,2013,12(3):113-114.
- [12] 黄金清,程广斌,马承华.基于院内网实现医疗器械供应维护查询数据库的高效维护[J].医院数字化,2013,34(1):47-48.

上接第 124 页

数据差异没有统计学意义,说明两种方法在测量肘关节屈曲度方面没有明显差异,因此在教学中用双向关节角度测量器代替普通的关节活动度测量尺测量肘关节是可行的。采用双向关节角度测量器与普通关节活动度测量尺测得的膝关节屈曲度数据之间虽然有较高的相关性,但是两组数据差异有统计学意义,因此在教学中用双向关节角度测量器代替普通的关节活动度测量尺测量膝关节尚不可行。

本研究在测试前,还选取了 30 名学生对双向关节角度测量了进行精密度检测,结果表明测量器的短期精密度标准差均方根是 3.364°,变异系数均方根是 7.566%,故该测量器的可重复性好,能够满足临床应用要求。但双向关节角度测量器与普通关节活动度测量尺在测量膝关节屈曲度之间有显著性差异,究其原因肘关节固定点的选取较膝关节准确且方便。因此,如何采用该装置更好地对大关节进行测量有待于进一步研究。

[参考文献]

[1] 胡永善,范振华.两种工具在四肢关节ROM测量中的比较[J].中国康复医学杂志,1992,7(6):245-247.

- [2] Verbrugge LM, Jette AM. The disablement process[J]. Soc Sci Med, 1994, 38(1): 1-14.
- [3] 吴晓东,袁文,汤俊君,等.颈椎三维活动度测定仪的测量稳定性评估[J].脊柱外科杂志,2009,7(4):205-208.
- [4] 严广斌.关节活动度(Range of motion, ROM)[J].中华关节外科杂志(电子版),2014,8(3):409.
- [5] 张智海,李茂廷,于智勇,等.脊柱形态测量仪(Spinalmouse)测评腰痛患者全脊柱运动能力[J].脊柱外科杂志,2009,7(6):346-349.
- [6] Greene BL, Wolf SL. Upper extremity joint movement comparison of two measurement devices[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1989, 70(4):288-290.
- [7] 杜良杰,李建军.多功能躯体活动度测量仪的设计及应用[J].中国康复理论与实践,2005,11(4):269-270.
- [8] 刘云,曾彪,胡丽娜,等.改良骨盆倾斜度测量器的临床应用[J].中华妇产科杂志,2003,38(2):251-253.
- [9] 蒋协远,公茂琪,查晖军.肘关节外科新进展[J].中医正骨,2012,24(4):3-5.
- [10] 王玉龙.康复评定技术[M].北京:人民卫生出版社,2010.

短信报警系统在医疗设备管理中的应用

Application of the SMS Alarming System in Medical Equipment Management

徐可伟

成都军区总医院 医学工程科, 四川
成都 610083

XU Ke-wei

Department of Medical Engineering,
Chengdu Military General Hospital,
Chengdu Sichuan 610083, China

[摘要] 本文阐述了短信报警系统的原理和特性, 通过在医疗设备管理中的应用实践分析其可行性, 并对应用中的问题进行了探讨。

[关键词] 短信报警系统; 医疗设备管理; 实时监测; 数据传输

Abstract: This paper expounded the principle and characteristics of the SMS (Short Message Service) alarming system, explored its feasibility through practice of the system in medical equipment management, and discussed problems during its application.

Key words: short-message-service alarm system; medical equipment management; real-time monitoring; data transfer

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.053

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0159-02

医疗设备是医院开展医疗服务的主要手段和工具, 其正常使用是进行各项诊疗活动的前提。在正常使用过程中, 一般出现异常和故障都能够及时发现并有效解决, 但有些设备由于使用频率过高, 经常开机或处于待机状态, 当出现异常情况, 如何及时将其异常信息迅速传达给使用和管理人员, 成为一个棘手的问题。针对这一状况, 应用短信报警系统, 通过实时监测并及时反馈, 将异常和故障信息传输给使用和管理人员, 有关人员通过远程指导或现场操作将故障紧急处理, 能够有效减少医疗设备停机, 提高运转率^[1]。

1 短信报警系统的原理和功能

1.1 短信报警系统的原理

短信报警系统通过内嵌实时操作系统, 集远程 I/O 控制和数据传输以及报警功能为一体, 通过开关信号输入、输出、采样接口和远程数据通讯接口进行数据传递。可监视测量及控制安装在远程现场的传感器和设备^[2]。输入信号异常报警内容由用户自定义, 设置好接收人员手机号码。当有警报出现时, 该系统通过 GSM 发射器将相关信息发送到接收人员手机上, 使接收人员第一时间了解报警信息。

1.2 短信报警系统的功能

(1) 用户功能: 可以设置多个用户接收, 同时可以设置管理员等, 对报警设置多次提醒功能, 还可以设置人机对话操作, 如用户发送信息给报警系统, 让仪器执行关机操作。对于多个参数设置报警, 可以设置报警优先级, 对异常和严重错误设置不同的发送延时时间^[3]。

(2) 数据监测功能: 目前常用的检测数据有: ① 温湿度报警: 环境温、湿度一旦超出设定范围, 系统立即给管理组成员手机发短信报警; ② 红外控制: 当温湿度超出事先设定的范围时, 系统可以按照用户要求自动打开空调或调节空调温度等; ③ 温湿度查询: 用户只要拨打一个电话, 就可随时查询当前温、湿度值和报警阈值; ④ 市电断电检测: 配有断电检测器, 当突发断电时系统立即给管理组成员手机发短信报警; ⑤ 其他报警输入: 支持两路输入两路输出, 可连接其他安防设备, 实现报警的联动和拓展。

2 短信报警系统的优势和特性

短信报警的优势: 纯硬件设备、安全可靠、低成本、主动防护、保障重要设备的安全运行、减少维护人员工作量。同时具有以下 4 大特性: ① 通用性: 对重点设备均可设置一个, 需要的数据均可监测; ② 实时性: 对常见异常和故障进行检测, 可以实时向用户发送报警短信; ③ 智能

性：当仪器设备出现异常时，可以自动做出反应，如关机重启等；④ 扩展性：配备两路输入两路输出，可外接其他报警探头^[4]。

3 我院短信报警系统的应用状况

我院对某台重点设备的不间断电源（UPS）配备了智能短信报警系统，当市电突然断开及 UPS 出现异常时可进行及时提醒，并可通过管理员对设备进行远程关机。其工作流程，见图 1。

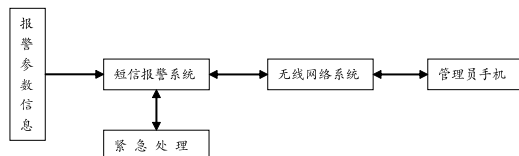


图 1 短信报警流程

在使用中设置了 UPS 异常时通过短信告知管理员，主要内容有：市电异常、UPS 异常、电压过高、电压较低等报警。经安装调试后正式启用。当遇见突然停电，短信报警系统迅速将断电信息发送至管理员手机，管理员接收到报警信息后，立即做出决断，可以通过远程操作让该仪器在几分钟内迅速完成关机操作，同时报警系统将关机完成信息迅速反馈至用户。经过多次实践，均取得了较好的效果。

4 短信报警系统应用探讨

短信报警系统提高了医疗设备的安全系数，为仪器设备提高预警效率、创造安全环境、降低潜在损失、创造无形利润提供帮助。我院目前使用的功能主要为突然断电和温湿度报警，可以满足在节假日或者休息时间段的常用数据监测。通过走访使用科室，对其使用状况多方了解，对短信报警系统提出了更多的要求，如增加数据监测、更多人机对话和远程操作，同时也提出了些问题。主要有：① 环境因素限制，该报警仅限在机房内部使用，因其通过短信传输，当机房网络信号差或者受外界因素影响，不能及时将信息传递出来时，会导致仪器在异常情况下继续运行而不能有效地进行解决。同时工作环境中要避免电磁干扰；强烈的电磁干扰会影响设备工作，甚至会损坏设备；② 多台设备公用问题，现在我院使用短信报警系统主要针对单台设备，没有将多台设备共用一个报警系统，导致了资源

的浪费，这一点值得思考，要将不同的参数用于多个设备中需要考虑其兼容性和可行性。

5 短信报警系统应用前景

短信报警系统将管理人员随身携带的手机变成了医疗设备的监控器。能够实时监测设备重要的参数和状态，给管理人员带来了方便，同时减少了人力资源，通过简单的操作提高了设备的安全系数^[5-7]。未来对该系统的深入研究，通过监测更多的数据、更智能化的操作和完善的功能，一定能进一步提高安全预警效率，同时可以推广到其他领域，发挥更大作用^[8]。

6 结束语

短信报警系统的应用作为医疗设备的智能化管理的象征，将设备的管理水平推向一个新高度。如何在新形势下进行技术革新是医学工程部门要深思的问题，也是体现自身价值的有效途径。只有在医疗设备管理和使用中不断引进先进技术，发挥先进的优势才能提高管理水平，实现医疗设备的最大价值。

[参考文献]

- [1] 何正林,赵望达.配电房温湿度测控系统的设计[J].计算机测量与控制,2008,(7):980-982.
- [2] 刘元明,刘欢.大型医院生命安全类负荷配电系统安全运行的思考[J].医疗卫生装备,2011,(8):90-91.
- [3] 陈姚节,卢建华.基于手机短信远程控制系统的研究与设计[J].微计算机信息,2010,(11):113-114.
- [4] 李志伟.利用GSM实现对计算机的远程控制[J].微计算机信息,2007,(7):127-128.
- [5] 杨建秋.基于GSM短消息的温度报警系统研究[J].微计算机信息,2006,(7):103-105.
- [6] 郑文刚,赵春江,王纪华.手机短信(SMS)在环境监测中的应用[J].计算机工程与科学,2004,(11):101-102.
- [7] 钱亚利,赵光宙.短信通讯在远程环保实时监控中的应用[J].机电工程,2007,24(1):25-27.
- [8] 顾昕元,高磊,李传莉.基于GSM短信的医院制氧设备远程报警系统设计[J].中国医疗设备,2013,28(6):49-51.



基于风险评估建立医疗设备预防性维护周期

Establishment of a Medical Equipment Preventive Maintenance Cycle Based on Risk Assessment

张鹏

上海儿童医学中心 保障部,
上海 200127

ZHANG Peng

Department of Security, Shanghai
Children's Medical Center, Shanghai
200127, China

[摘要] 本文从风险评估的角度, 探讨医疗设备预防性维护周期的确定。在确定维护方案目标的基础上, 应用Vermont大学开发的风险评估系统确定检查周期, 以实例分析维护方案并对其进行有效性评估。

[关键词] 风险评估; 医疗设备管理; 维护方案; 检测周期

Abstract: This paper explored the medical equipment preventive maintenance cycle from the perspective of risk assessment. Based on the well-defined objective of the maintenance solutions, the risk assessment system developed by Vermont University was applied to determine the testing cycle. Real examples were taken in this paper to analyze the maintenance solution and assess its validity.

Key words: risk assessment; medical equipment management; maintenance solutions; testing cycle

[中图分类号] R197.39 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.054

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0161-02

医疗设备维护方案的目标, 是为确保医疗设备安全、准确, 并随时可以投入使用。医疗设备的运行质量保证是通过预防性维护实现的, 基于风险评估设定医疗设备预防性维护周期就是要提供高品质、高效益的检查, 检查的周期是在综合考虑了设备故障的风险、设备能够提供的功能、记录问题的历史数据以及维护对故障减少的效用等因素后而确定的。

1 维护方案的目标

预防性维护是指在设备服役期间, 为了减少设备故障率, 在设备故障发生之前就采取的对设备的维护保养工作。包括: 设备的检查、检测和性能测试、基于风险的检查周期以及常规护理等内容。设备的检查流程应该基于以下需求: 设备的维护要求、风险分类、设备的功能和故障的发生历史^[1-2]。预防性维护并不能预防随机故障, 特别是与电子装备和低风险设备(不像高风险设备一样需要相同频率或密集度的性能验证)相关的随机故障。

医疗设备应进行风险评估, 以决定测试的频率。如果1台设备的测试频率过长, 它可能会在下次定期维护之前出现故障或产生错误结果。反之测试过于频繁, 本来可以更好地用于维护其他设备的时间就被浪费了^[3]。临床医学工程师的工作, 是要在定期功能性测试和医疗设备安全使用所需要投入的时间和精力两者之间找到平衡点。

2 基于风险评估的预防性维护周期

为了建立有效的维护方案, 必须先决定检查频率^[4]。应该将重点放在对医疗仪器持续安全运转产生影响的设备上。

Vermont大学已经开发了一套风险评估系统用来决定维护的频率^[5]。该系统认为预防性维护周期是根据风险、要求、后勤保障和设备历史4项因素综合确定的, 这些风险包括设备的功能、与设备使用相关的有形风险、与患者安全相关的设备历史、对生命支持设备还需要进行特别的确认^[6-7]。Vermont大学的基于风险的检查评分系统, 见表1。

收稿日期: 2015-01-26
作者邮箱: charry77@126.com

修回日期: 2015-06-02

表 1 基于风险的检查评分系统 (Vermont 大学技术服务方案)

评分标准——每个分类选择一个分数	评分	分数
临床功能		
不接触患者	1	
设备可能直接接触患者但不起关键作用	2	
设备用于患者疾病诊断或直接监护	3	
设备用于直接为患者提供治疗	4	
设备用于生命支持	5	
有形风险		
设备故障不会造成风险	1	
设备故障会导致低风险	2	
设备故障会导致治疗失误、诊断错误或对患者的状态监护失效	3	
设备故障会导致患者或使用者的严重损伤乃至死亡	4	
问题避免概率		
维护或检查不会影响设备的可靠性	1	
常见设备故障类型是不可预计的或者不是非常容易预计的	2	
常见设备故障类型不易预计。但设备历史记录表明是技术指标测试中经常检测到的问题	3	
常见设备故障类型可以预计并且可通过预防性维护避免	4	
具体的规则或制造商的要求决定了预防性维护或测试	5	
事故历史		
没有显著的事故历史	1	
存在显著的事故历史	2	
生产厂商/管理部门的特殊要求		
没有要求	1	
有独立于教值评级制度的测试要求	2	
总分		

衡量风险的标准分为 5 类：临床功能、有形风险、问题避免概率、事故历史和监管部门或制造商的要求。针对每个类别都对设备进行评分，每个类别的评分相加，最后得到的总分即为该设备类型的得分。维护的策略根据设备总分决定，总分在 13 分以上的设备为每半年进行 1 次测试，总分在 9~13 分的设备为每年进行 1 次测试，总分在 8 分以下的设备可以进行 2 年 1 次的测试，或者就不需要预先设定测试间期。其测试频率取决于临床应用的情况^[8]。

3 维护周期确定的运作实例

为了说明基于风险的检查评分系统的具体应用，列举脉搏血氧饱和度仪和高频电刀 2 个实例。应用表 1 得到的评分结果，见表 2。

表 2 设备风险评估评分表

设备类型	临床功能	有形风险	问题避免概率	事故历史	制造商/管理部门的要求	总分	测试频率
呼吸机	5	4	4	2	2	17	0.5 年
高频电刀	4	4	2	2	1	13	0.5 年
输液泵	4	3	2	2	1	12	1 年
血氧饱和度仪	3	3	2	1	1	10	1 年
检查台	2	2	2	1	1	8	2 年

血氧饱和度仪是非介入监测血氧浓度水平的设备。因它是对患者进行直接监护的，其临床功能评分为 3 分；设备故障可能会导致不适宜的治疗方案，如患者血氧浓度不够，或者失去对血氧浓度的监控，其有形风险为 3 分；从故障历史上讲，血氧饱和度仪的故障难以预料，而且突发的问题通常在定期测试时不易被发现，因此问题避免概率应该评 2 分；历史资料没有记录与血氧饱和度仪相关的事件，对该设备并没有任何具体的设备维护的要求，故事故历史和制造商/管理部门的要求的分数都是 1 分。最终血氧饱和度仪的总分为 10 分^[9]，据此该设备定为年度检验。

高频电刀是利用高频电流切割或破坏组织的设备^[10]。因该装置是用于直接治疗病人的，其临床功能类别评 4 分；该设备故障可能造成病人的严重伤害，有形风险评 4 分；从故障历史上讲，电刀出现的故障难以预料，而突发的问题通常在定期测试时不易发现，问题避免概率评 2 分；历史资料显示，存在电刀故障导致病人事故的历史，事故历史评 2 分；由于对这些设备维护没有具体规定，制造商/管理部门规定评 1 分。高频电刀的总分为 13 分^[11]，据此该设备定为半年检验 1 次。

应注意设备仅仅是按照通用设备类型进行评分。并没有具体到某种设备型号。风险评分准则仅仅是用来确定预防性维护周期的一个工具。如果对某个特定型号的设备。有不同于相同类型的其他型号设备的特殊测试或维修要求时，则针对个别情况维修时间应作调整^[12]。

4 维护方案有效性的评估

对预防性维护方案有效性的评估应从以下几点出发：

(1) 预防性维护周期应每年进行审查，审查工作主要是对维护历史中产生的数据进行分析，以便根据具体情况或新的规定或准则进行相应的调整^[13]。

(2) 在定期性能检测时经常发现问题或有较高故障率的设备，可能需要更频繁的检查。同时，随着医疗器械的可靠性不断提高，在功能性测试中发现的问题也会越来越少。此外，随着电子控制器件逐渐取代机械系统，较新的技术往往对预订零备件的需求越来越少。例如现在的全身麻醉机采用电子流量控制元件，与采用的机械式针阀组件的设备相比，不但准确度更高，而且零件磨损较轻，可以不再频繁检查。

(3) 除了在功能测试中发现的问题，其他类型的设备问题也应被追踪。不能重现的设备问题和使用操作不正确产生的问题，都表明临床人员需要在如何正确使用设备方面接受更多的培训。若出现设备的摆放或清洁及使用不当的情况，则表明需要更多的员工教育或改变临床应用方案，例如当呼吸机出现需要更换管道和过滤器的问题时，则该设备在维修周期应该进行重新评估，或需要进行更多的技术培训。

下转第 178 页

基于安卓系统智能电视的病人一览表系统

The Android-Smart-TV-Based Patient List System

胡桂平^a, 王明举^b, 江雪莲^a,
张晋^b

十堰市太和医院(湖北医药学院附属医院)
a. 骨五科; b. 信息资源部, 湖北
十堰 442000

HU Gui-ping^a, WANG Ming-ju^b,
JIANG Xue-lian^a, ZHANG Jin^b

a. The Fifth Department of Orthopaedics;
b. Department of Information Resources,
Taihe Hospital of Shiyan City Affiliated
to Hubei University of Medicine, Shiyan
Hubei 442000, China

[摘要] 借助医院的无线网络和安卓(Android)智能电视, 开发在智能电视上运行的住院病人一览表APK, 取代传统的手写卡片式一览表。病人一览表系统的所有数据均取自医院信息系统, 极大地减轻了病房护士的工作量, 提高了工作效率。该系统投资少、见效快、有推广价值。

[关键词] 安卓系统; 智能电视; 病人一览表; 医院信息系统

Abstract: Through application of wireless network in the hospital and Android smart TV, an inpatient list APK was developed, which could run on the smart TV and replace the traditional handwritten inpatient list. All data of the patient list system were taken from the hospital information system, which greatly reduced the workload of nurses and improved work efficiency. The system demonstrated its advantages in less investment and fast effectiveness and deserved wide promotion.

Key words: Android; smart television; patient list; hospital information system

[中图分类号] R197.324 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.055

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0163-02

0 前言

住院病人一览表是医院每个住院病区护理站必备的设施, 主要用于显示该病区每个住院病人的基本情况。主要信息包括: 病人姓名、性别、年龄、住院号、入院日期、护理级别、管床医生、饮食情况、病人结算身份、过敏史等。传统的病人信息一览表是挂在墙上的长方形金属框, 包括有许多小格子, 由护士手工抄写小卡片, 填写病人基本信息, 然后插在小格子里。根据要求, 1、2、3级护理分别用红、黄、浅绿色小卡片标记^[1]。一般是护士在病人入院时将众多内容填写在卡片上, 其中有多项内容随着医嘱的变动而不断修改, 如护理级别、饮食情况等。根据医嘱的变动需求, 许多医院对变动的信息采取打“补丁”的方式进行处理, 如将饮食情况做成小圆形的不干胶, 可贴在一览表上。但有时会出现忘记修改标记或填写出错等情况。特别是遇到护理级别调整时, 卡片的颜色需要改变, 就需要手工来更换整张卡片, 非常不方便。且卡片尺寸较小,

填写也很麻烦^[2]。

目前许多医院建成了医院信息系统(HIS)、电子病历(EMR)、计算机医嘱录入(Computerized Physician Order Entry, CPOE)等信息系统。病人一览表里的所有信息实际上均可从信息系统中采集, 如基本信息一部分在住院时已经录入, 一部分随着医嘱的变化而变化。但仍有许多医院采用的是传统的病人一览表, 因此非常有必要探讨如何通过技术手段将原有纸质床位一览表电子化、信息化, 实现住院病人一览表的自动显示, 提高病区现代化水平。采用这种方法可以杜绝由于手工抄写而引起的信息错漏, 提高了病员信息的准确性和及时性^[1]。

1 系统功能设计与应用

虽然也有一些医院是采用电子床位一览表, 但一般是通过电脑连接液晶电视的方式实现的, 通过电脑 Windows 操作系统的扩展桌面实现, 需要 VGA 线或 HDMI 线连接。采用这种方法, 软件是在 Windows 平台上开发的, 程序相对简单。其缺点是, 扩展屏幕容易影响电脑的工作, 同时需要铺设 VGA 线或 HDMI, 存在一定的施工难度^[2]。

收稿日期: 2015-03-19

通讯作者: 王明举, 十堰市太和医院信息资源部副主任, 高级工程师。

作者邮箱: 14012994@qq.com

我院经详细论证后,设计实现的住院病人一览表系统通过开发安卓平台下的 APK 程序,采集提取医院各个信息系统内的病人信息,自动生成整个病区的病人信息一览表,并显示在智能液晶电视上。

智能电视是指像智能手机一样,具有全开放式平台,搭载了操作系统,可以由用户自行安装和卸载软件、游戏等第三方服务商提供的程序,通过此程序来不断对彩电的功能进行扩充,并可以通过有线网络、无线网络来实现网上视频点播、网络游戏等功能的彩电的总称^[3]。

如某款智能电视搭载了 Cortex-A9 构架的双核 CPU,同时配备了双核 GPU,从而保证电视在使用操作和网络连接方面都有非常快捷的反应。该机搭载安卓系统,专为电视定制,反应更快、系统更稳定、兼容性更强,用户可自由下载、升级和安装各类应用程序。

整个软件的总体设计思想是开发基于安卓系统 APK 软件访问数据库,即开发一个 APK 程序,安装在一台屏幕巨大的平板安卓电脑上。目前在安卓平台上开发 APK 已经相当成熟^[4]。

整个软件的模块结构由数据层、业务逻辑层、通信网络层和 Android APK 终端展现层构成。

(1) 数据层,位于系统架构的最底层,提供数据的构建、传输和处理服务。

(2) 业务逻辑层,主要包括 Java Server 中的数据资源业务逻辑层和 REST 接口。通过 REST 接口对数据访问接口进行搭建,通过 Web 容器对其进行发布和有效管理,从而为 Android APK 访问数据资源服务。

(3) 通信网络层。采用 HTTP 协议,REST 接口在局域网发布,Android APK 借助网络与 REST 接口进行通信。

(4) Android APK。Android APK 属于客户端,负责 Java 编码和界面设计,主要功能是将最终病人一览表数据展现在屏幕上^[4-5]。

其中对病人信息的采集采取读取视图方式。在医院的 EMR 数据库中建立一张病人的基本信息视图:view_patient_information,包括以下字段:床号、姓名、性别、年龄、入院时间、住院号、药物过敏史、管床医生、责任护士、饮食种类、护理级别、危重情况等。

病人在医院就诊的过程中,通过医院的各个信息系统产生了大量临床信息。其中就包含了一览表系统所需的病人各种信息数据。有些信息是不变的,如病人性别、年龄、入院时间等。但有些信息是随时变化的,如危重情况、护理级别、饮食类型等是根据医嘱变化的,系统定时从病人

的医嘱中提取,将变化的信息更新到视图中。如医生开具“一级护理”的医嘱,则视图中病人护理级别信息直接变动为 1 级。同时反映在界面上,该病人的基本信息自动变为红色。

视图内容本身就是将多个系统的数据处理整合的过程,形成所需的数据结果,而且通过视图,用户只能查看数据,其他数据库或表既不可见也不可以访问^[6]。

软件的安装使用非常简单,将 APK 安装到智能电视上,通过医院的 WIFI 网络或有线网络联网即可。其余的不需要做太多的人工干预。

在完成基本信息显示的情况下,在软件界面中增加功能,如床位利用率、一级护理病人比例、告病重比例、告病危比例等,更加形象直观、一目了然。

2 结论

在医院信息化快速发展的今天,电子床位一览表必将逐渐取代纸质一览表。我院采用的方法是直接在具备安卓操作系统的智能电视机上开发 APK 程序,通过无线网络功能来与医院的信息系统联网。目前安卓平台的应用开发已经相当成熟、便捷,智能电视机的价格也不贵。这种方式投资少、见效快,极大地减轻了护士的工作量,提高了工作效率,具有很大的推广价值。如果液晶电视机支持触摸功能,则在软件上可以开发更为先进和完善的互动操作功能^[7-8]。

[参考文献]

- [1] 黄建萍,黄叶莉,陈莉,等.利用病区一览表多种色彩显示不同信息[J].中华护理杂志,2007,47(10):957-958.
- [2] 王媛.住院病人一览表自动显示管理系统研究[J].护理实践与研究,2008,5(12):59-60.
- [3] 任飞.智能电视软件平台关键技术研究[D].成都:电子科技大学,2013.
- [4] 唐雄,张巨发,段昌奉,等.基于Android智能手机的医院移动护理信息系统开发与应用[J].中国数字医学,2013,8(2):95-99.
- [5] 张斌.利用安卓智能移动设备助力医院设备管理[J].中国医疗设备,2014,29(1):89-90.
- [6] 曹子佳,张贺宁,宫丽.电子交互式住院患者床头卡系统的设计与应用[J].科技创新导报,2012,(31):34-35.
- [7] 谢世海,刘苏.浅谈智能电视人机交互方式[J].科技信息,2013,(3):156.
- [8] 张秀香.基于Android的健康管理系统客户端的设计与实现[D].大连:大连理工大学,2012.



PDCA在医学装备管理中的应用

Application of PDCA in Medical Equipment Management

陈曼珊

广东省医学科学院、广东省人民医院
医学装备部, 广东 广州 510080

CHEN Man-shan

Department of Medical Equipment,
Guangdong Academy of Medical
Sciences/ Guangdong General Hospital,
Guangzhou Guangdong 510080, China

[摘要] 本文通过实例说明我院在医学装备管理中运用PDCA管理工具, 有效提高了医学装备的医疗质量与安全管理水平。

[关键词] 医学装备管理; PDCA; 医疗质量; 安全管理

Abstract: This paper exemplified Guangdong General Hospital to expound its successful practice in application of PDCA (Plan, Do, Check, Action) in medical equipment management, which effectively improved the medical quality of medical equipment and safety management level.

Key words: medical equipment management; PDCA; medical quality; safety management

[中图分类号] R197.39[文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.056

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0165-02

0 前言

PDCA 循环是由美国质量管理专家戴明于 1954 年根据信息反馈原理提出, 反映了质量管理活动的规律, 是全面质量管理应遵循的科学程序。所谓 PDCA, 即是按照计划 (Plan)、实施 (Do)、检查 (Check)、处理 (Action) 等步骤进行持续改进, 并进入下一个循环的首字母组合。PDCA 循环就是按照这样的顺序进行质量管理, 并且循环地进行下去的科学程序^[1]。

我院在等级医院评审评价的过程中, 设备管理部门运用 PDCA 工具, 对医学装备管理中出现的问题进行一系列的改进, 取得了较明显的效果^[2]。

1 针对日常管理中存在的问题进行改进

1.1 规范医疗设备日常使用和维保情况的检查

长期以来我院很多科室在日常使用医疗设备的过程中未详细记录设备的正常使用、故障停用、保养和维修记录等, 即使某些科室做了记录, 其模板和记录内容也没有统一的版本和格式。

为了便于检查设备的日常使用情况, 确保其能正常使用, 我院制定了医疗设备日常使用情况记录本和设备保养和维修记录本, 要求使用科室对于每台设备需每日定期检

收稿日期: 2015-01-26

修回日期: 2015-05-26

作者邮箱: 13825001568@126.com

查其使用功能的正常与否, 并在医疗设备日常使用情况记录本上做好记录。经过一段时间的执行以后, 部分使用科室认为每天对每台设备进行检查并做记录的要求不符合实际, 提出优化记录的意见。设备管理部门经过多次和使用科室的沟通, 一致同意按照设备的风险等级及使用的频率, 结合医院的实际情况, 重新修订了医疗设备日常使用情况记录本, 新修订后版本的格式不仅有利于科室对全科的设备进行统一登记管理, 也便于记录。此外, 新记录本根据设备的风险等级及使用的频率, 确定了需每天、每周、使用前后检查的设备的名称, 使检查工作更符合实际。

1.2 规范了医疗设备标签的格式

标签是用来沟通医疗设备信息的一种方便有效的方式。以前我院对医疗设备的标签没有统一的规范和格式要求, 设备上粘贴有各种版本的标签, 不仅管理乱而且达不到等级医院评审的要求。因此我部根据评审细则要求, 规定并制定了各种标签来标明技术管理、部门 and 安全性要求所必需的详细数据。经过持续改进, 最终规定了设备的 4 种标签: ① 固定资产标签, 这是设备的“身份证”, 表示经由医院采购, 并办理入库, 是符合医院规定使用的医疗设备; ② 强检或维保的检查标签, 对于国家要求强检的设备张贴绿色的强检标签; 对于急救生命支持类设备张贴我院的维保标签, 标签上的信息包括: 本次检定的日期、检定人、下次检定的日期。使用科室设备使用人员在日常检查过程中若发现有检查标签已经过期, 在条件允许的情况下应立即停止设备的使用, 并

联系医学装备部工程人员处理；③设备的操作流程（SOP），该流程有利于指导或提醒设备的使用人员正确使用并操作设备；④设备的使用状态卡，对于正常使用的设备则悬挂或张贴“正常使用”绿色卡，对于故障停用的设备悬挂或张贴“故障停用”红色卡。状态卡的使用可以明显标识设备的使用状态，特别是对于某些不经常使用而放置储存的设备，状态卡可以很明显的提醒使用者能否使用该台设备。

2 应用PDCA优化医疗设备检查及记录实例分析

2.1 计划（Plan）

制定计划是PDCA循环中的第一步，根据存在的问题和现状，对问题进行初步的分析，查找出存在问题的原因，利用管理工具，采用人（人员）、机（机器、设备）、料（材料）、法（处理办法或法律法规）、环（环境）等5个因素画出鱼骨图进行根因分析，查找分析出根本的原因后根据该原因设定改进的目标，当目标明确后就需制定相应的改进措施，落实改进措施，并在落实的过程中发现问题，从而进入下一个PDCA的循环改进过程^[3-4]。

2.1.1 分析现状

相当一部分使用科室没有做好设备正常使用、故障停用、日常保养和维修记录；我部原制定的部分医疗设备日常使用情况记录本和设备保养和维修记录本的模板和记录内容、格式不统一；病区提出制定的设备检查频率和记录时间不适合医院的实际情况，需优化流程。

2.1.2 查找分析原因

针对上述问题，经与护理部多次沟通，通过运用鱼骨图工具，从人、机、料、法、环等5方面进行根因分析^[5]：①正常使用设备的定义不明确，如24 h运行的设备是否定义为正常使用，是否需每天检查；②根据医院实际情况，如何确定设备的检查周期，是否每台设备必要每天进行检查。优化医疗设备检查及记录鱼骨图，见图1。

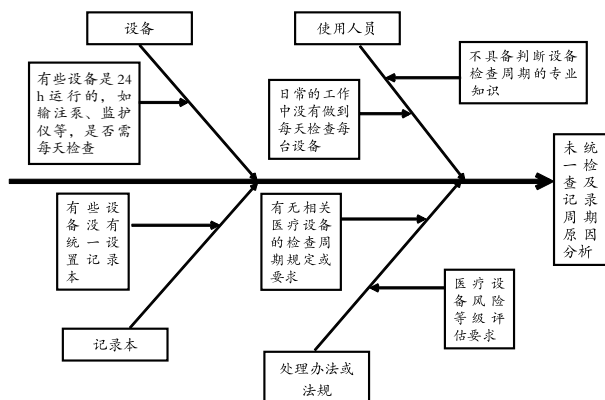


图1 优化医疗设备检查及记录

2.1.3 设定目标

查找并分析了具体的原因后，明确本次需改进的地方

是：①需界定对医疗设备进行检查的周期，区分为需每天和每周检查并记录的设备；②确定特殊设备，如24 h使用或只是需要用的时候才拿出来使用的设备的检查和记录的周期频率；③需重新修订医疗设备日常使用情况记录本和设备保养和维修记录本。

2.1.4 制定改进措施

根据需改善的目标，结合文献查询，我部与护理部共同制定了相关的措施，并对需进行改进的措施设定时间节点，要求责任落实到人。医学装备部（设备管理部门）负责在1周内根据医疗设备风险等级评估，明确风险等级较高的设备的检查及记录周期；护理部（配合部门和优质护理要求）在2周内根据实际工作情况，结合风险等级评估要求，制定设备检查及记录频率和周期。两个部门按照分工内容和完成期限进行整改。护理部要求全院临床部门严格按照制定的改进措施进行落实。

2.2 实施（Do）

依照规定的日期、项目、标准对照措施进行落实，并在实施过程中随时查检记录，随时评估效果并采用实时介入。明确并落实了对医疗设备的日常使用进行记录的措施：①根据医疗设备风险等级评估和实际工作情况，明确每天检查的设备：除颤仪、麻醉机、大型医疗设备；每周至少检查1次的设备：心电图机、监护仪、各种泵类、血透机及其他设备；使用前后的设备：呼吸机；②在原来记录本的基础上，重新修订了记录要点及表格内容。

2.3 检查（Check）

进入实施检查的阶段后，依照落实及实施的内容，进行检查及多次探讨，并汇总我部及护理部的意见，制定了检查的内容，并定期到各科室巡回检查，内容有：①将重新修订的医疗设备日常使用情况记录本和设备保养和维修记录本印发到各科室，要求其做好检查及记录；②检查使用科室具体实施的情况。

2.4 处理（Action）

检查中发现新修订的记录表对某些科室仍不适用，将进入下一个PDCA循环加以改进。具体内容有：①检验科、病理科等科室已经有一套完整的设备每日检查及记录要求，统一印制的记录表及表格要求未必适合这些科室，因此在下一个PDCA循环中将加以修订；②下一个PDCA循环修订的记录表将会统一版面和格式，但对于有特殊需求的科室将由科室制定符合实际的检查内容和周期。

3 PDCA循环取得的效果评价

我院自应用PDCA循环工具对医疗设备日常使用情况和维修保养情况检查及记录进行全方位、一环扣一环的科学管理后，大大规范了检查及记录的内容，提高了对医疗设备的

下转第122页

医院物资管理存在的问题和解决方法

Problems in Hospital Resource Management and Relevant Solutions

孙文芳, 刘欣卓

南京市妇幼保健院 设备科,
江苏 南京 210004

SUN Wen-fang, LIU Xin-zhuo
Department of Equipment, Nanjing
Maternity and Child Health Care
Hospital, Nanjing Jiangsu 210004, China

[摘要] 针对医院物流管理存在的问题, 完善医院物资管理制度, 建立包括科室需求、采购管理、订单管理、仓库管理、科室申领、消耗管理、统计分析等规范的物资管理流程, 并建成医院物资管理平台, 使有关数据和信息在每个管理环节互通共享, 实现全院式的物资管理。

[关键词] 医院物资管理; 物资管理流程; 物资管理信息化

Abstract: In view of problems in hospital logistics management, the hospital resource management system was improved and the standard resource management process was established including requirements of each department, procurement management, order management, resource application and claiming for each department, consumption management and statistical analysis. Moreover, a hospital resource management platform was established to make relevant data and information inter-connected and shared in each management section so as to realize the resource management in the whole hospital.

Key words: hospital resource management; resource management process; resource management informatization

[中图分类号] R197.3 [文献标志码] C

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.057

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0167-02

1 医院物资管理存在的问题

医院物资管理存在的主要问题: ① 物资采购管理不规范, 多批次、小批量; ② 科室需要物资时直接到仓库领取, 以领代消, 既浪费了临床人员去领物资的时间, 也不利于物资的管理; ③ 物资仓库一般货架简陋, 物资的运送、装卸用小推车等, 而非机械化装置和电子化设备; ④ 对“零库存”认识不足, 往往根据经验决定库存量, 没有科学的库存管理方法; ⑤ 受场地、习惯和设施的限制, 医院还是采取原始的领货、发货方式, 人流、物流通道没有分开, 消耗大量的人力、物力, 也相应增加了物流的运营成本; ⑥ 大部分医院还是采取手工管理或简单的进销存管理^[1-2], 物资管理信息化相对滞后。本文针对医院物资管理存在的问题, 提出以下解决方法。

2 对医院的物资进行流程化管理

1.1 对医院的物资在整个流通环节进行管理

建立包括科室需求、采购管理、订单管理、仓库管理、

收稿日期: 2014-11-01
作者邮箱: 13851622528@139.com

修回日期: 2015-02-04

科室申领、消耗管理、统计分析等物资管理流程。每个环节, 环环紧扣, 不同环节由不同的部门负责, 实现全院式的物资管理系统。物资管理流程, 见图1。

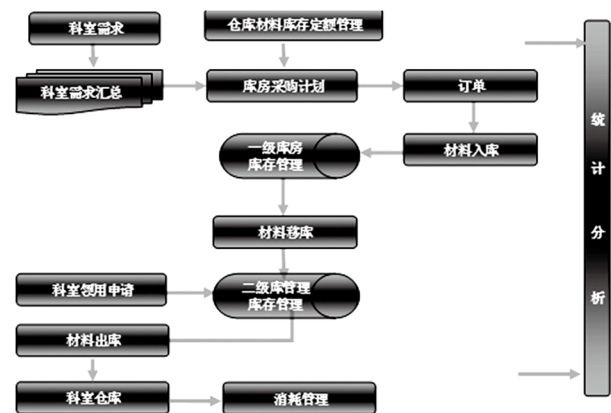


图1 物资管理流程

1.2 建立多层次的物资仓库

医院建立多层次、多级别的物资仓库, 见图2。建立一级仓库、二级仓库、科室仓库, 仓库之间可以实现物资转移, 一级仓库有: 卫生材料仓库、后勤材料仓库; 二级仓库有: 供应室仓库、手术室仓库、内科类仓库、外科类仓库、骨科

类仓库等,针对每个临床业务科室建立小仓库^[3-4]。

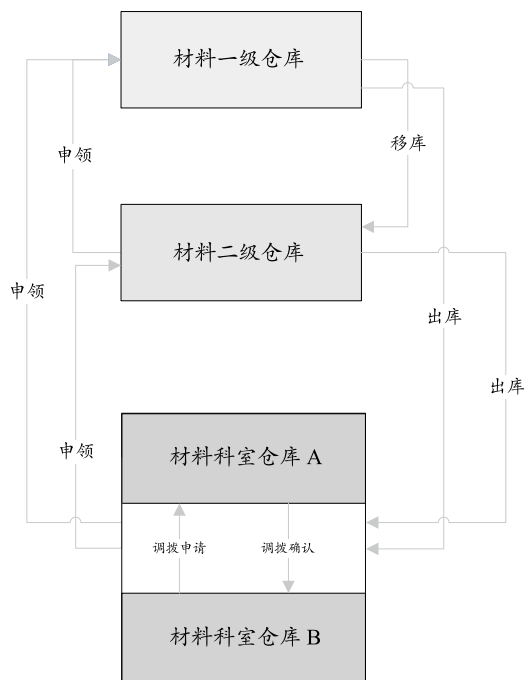


图2 仓库分级管理模型

3 实现医院物资的信息化管理

引进物流管理信息系统^[5-6],系统主要模块功能如下:

(1) 预警管理模块。预警管理模块是物资的入口模块,管理员输入物资的状态和相关信息,并自行设置预警的条件,系统将根据实际情况做出相应决策。系统预警信息包括材料保质期预警、材料资质认证预警、供应商有效证件预警、安全库存预警、短缺货预警、物资预算预警、物资计划预警、付款期预警;物资使用期、超高限及已申请购买还未到货预警等功能,另外系统支持预警自定义功能。

(2) 科室业务模块。包括科室需求计划、科室物资申领、科室材料登记和科室领用查询,各科室直接在系统上填申领单发送给仓库,仓库的配送中心根据物资领用单将物资送到各个科室,实现科室需求计划及物资申领信息化,减少手工操作,提高工作效率。

(3) 计划管理模块。该模块提供需求计划、需求计划汇总、采购计划、订单管理的功能,系统可按当前仓库的库存量、材料的库存基数及科室需求等生成采购计划,支持采购计划按需求计划汇总生成及订单按采购计划生成,同时支持符合条件的采购计划及采购订单的合并^[7]。

(4) 订单管理模块。具体功能:① 系统提供采购订单管理功能,支持按采购计划自动生成采购订单;② 对采购订单进行编制、录入、修改、删除、审核、打印、查询与分析功能以及可以向供应商发催货单;③ 采购计划生成订单是按供应商分开生成,同时打印订单也是按供应商分开

打印;④ 系统在订单的审核栏提供“备注”内容来说明审核是否通过。

(5) 库存管理模块。具体功能:① 材料出入库、退货、移库、调拨业务、科室申领、退库、盘点业务、库存账管理;② 满足自动生成入库、退货、出库、退库、报废、转让、盘点的单据与报表,且提供自定义报表的功能,单据允许修改和删除,便于管理人员查询。

(6) 条形码管理模块。根据医院物资的管理需要,提供品种码与个体码等多种模式的条形码,满足对低值耗材与高值耗材的条形码全过程跟踪管理,同时支持一维条形码与二维条形码等院内条码打印^[8-9]。

(7) 消耗管理模块。提供二级库管理及医嘱核销功能,能追踪收费材料的消耗情况。从HIS实时抓取材料收费信息,实现对医疗耗材的“实耗实销”管理。

(8) 付款管理模块。具体功能:① 提供付款管理功能,包括请款管理、发票管理、付款管理功能,支持在入库时,一张入库单维护多张发票号,同时发票信息在发票管理功能中统一管理;② 在耗材采购入库完成后,根据采购订单生成请款单到财务科进行请款和付款,付款结束之后,请款单做结账处理;③ 提供入库单未请款、已请款、已付款状态的统计。

(9) 报表查询模块。产出的物资分析报表完全符合医院新财务制度及新会计制度要求,同时支持医院自行定义物资分析报表。

4 结论

医院物资管理是医院管理的一项重要课题,本文从物资管理流程和物资管理信息化两方面出发,对医院物资管理提出了改进方法。同时设计并实现了物资管理系统,实践表明,该系统提高了医院物资管理的效率,并大大节约了成本。

[参考文献]

- [1] 彭馨.医院库房管理问题的相关探讨[J].医学信息,2011,24(19):6346-6347.
- [2] 舒慧宇,赵蓉.探讨医用耗材及试剂集中网上采购管理[J].中国医疗设备,2013,28(12):94-95.
- [3] 邢斌.加强医院库存物资管理的探讨[J].卫生经济研究,2010,(5):40-41.
- [4] 段萍华,欧阳环宇,朱兴煌.探讨信息化在医院库存物资管理中的应用价值[J].中国卫生经济,2007,5(26):62.
- [5] 曾建中.浅谈如何做好工业企业的物资仓库管理[J].中国教育发展研究杂志,2010,5(7):93.
- [6] 史衍军,王艳丽,董相一.仓库物资管理系统的设计[J].中国科

下转第172页

西门子VX Plus DR故障维修两例及语言设置

Two Troubleshooting Cases of Siemens VX Plus DR and Relevant Language Settings

刘志涛, 陈少珍

龙泉市人民医院 放射科, 浙江 丽水 323700

LIU Zhi-tao, CHEN Shao-zhen

Department of Radiology, Longquan People's Hospital, Lishui Zhejiang 323700, China

[摘要] 本文主要介绍了2例西门子VX Plus DR的故障现象、故障分析与排除的过程及Syngo系统语言设置。

[关键词] DR; 遮光器; 工作站; 医疗设备维修

[中图分类号] TH774 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.06.058

[文章编号] 1674-1633(2015)06-0169-02

1 故障一

1.1 故障现象

DR 工作站系统运行正常, 能正常从 PACS 获取待检患者信息, 但无法进入图像采集环节, 系统下方无明显错误代码提示, 仅显示: Not Ready (系统未就绪), 遮光器上的 LED 屏出现“Cu???”错误提示, 重启设备发现遮光器内部发出“咔咔”声音。

1.2 故障分析与维修

正常情况下, Syngo 系统工作站在采集影像资料前会校验平板探测器、X 线球管、遮光器等相关参数, 校验成功后方可进入图像采集环节。根据故障现象, 初步判断故障可能是出自遮光器内部。在严格的安全防护措施下, 拆开遮光器外保护盖并重启设备, 发现“咔咔”声音来自遮光器的可切换铜过滤器 (Toggle Copper Filter)。正常情况下, 可切换铜过滤器由 3 片厚度 1 mm 的铜片构成, 机器启动过程中需校验可切换铜过滤器能否正常切换^[1]; 长时间选择性切换与遮光器移动、旋转容易导致铜片变形及离位, 开机过程若无法正常切换便会导致系统无法正常启动, 进而影响图像的采集。通过使用镊子及其他工具逐步将薄铜片修复平整、并使其对位, 然后慢慢通过手工切换铜片初步以确定其恢复正常, 装好遮光器外保护盖并重启机器^[2], 机器自检通过并能正常检查患者, 故障排除。

2 故障二

2.1 故障现象

DR 按正常流程开机, Syngo 系统工作站同步开启, 开机日期: 2014-12-26 修回日期: 2015-05-04
作者邮箱: 284116245@qq.com

启动成功后进入系统自检程序, 各项指标自检通过后循例进行病人检查, 软件工作站 (以下简称工作站) 左下方提示: Not Ready-Not Enough Disk Spare (机器未准备就绪——没有足够的存储空间)。

2.2 故障分析与排除

软件提示系统没有足够的存储空间, 首先查看右下角磁盘饼形图发现磁盘存储空间只占 10% 左右, 同时对本地患者的影像资料进行手动删除以释放磁盘空间, 发现故障依旧。使用管理员帐号进入 Windows XP 系统, 机器使用过程中磁盘碎片、冗余物的产生可能导致磁盘空间不足, 调用 C、D 盘磁盘清理工具对磁盘清理, 清理完毕后重启机器发现问题依旧^[3]。初步排除计算机磁盘问题后, 故障重点转移至 Syngo 系统, 首先考虑数据库问题, 其次考虑软件故障; 通过进入 Syngo 工作站后台维修程序对数据库进行重建, 重启机器发现问题依旧; 进一步考虑 Syngo 工作站损害, 决定对 Syngo 系统数据进行修复, 通过之前装机时预留的 Ghost 盘 (系统恢复盘) 进入 Syngo 系统工作站后台维修程序, 点击进入 Backup & Restore (备份及恢复), 对 IQAP_Database (IQAP: Imaging Quality Assurance Protocol 图像质量保证协议)、Organprogram Databases (器官程序数据库)、Security-Settings (安全设置)、SW-Settings02 (SW-Setting02: Software 软件设置)、SW-Settings Calibration (软件设置校正) 数据进行备份并存储于 D 盘目录下, 进入 Windows XP 系统, 使用 USB 外置存储将备份数据转移至此以确保数据的安全性^[4]。找到装机时系统备份 (Ghost) 光盘 (C 盘), 并放置于 DVD 光驱中; 重启机器使计算机进

入 DVD 启动模式,按照操作步骤逐步完成备份系统对 C 盘的恢复,系统恢复完成后计算机自动重启并自启动 Syngo 系统,依次进入工作站后台维修程序,点击进入 Backup & Restore,对原先备份数据进行还原,所有工作步骤完成后再次重启计算机,循例进入患者检查程序,发现故障解决,左下角提示“Ready (准备就绪)”,正常步骤获取病人影像资料后发现与原先并无明显差异,故障排除^[5]。

3 系统检查项目语言汉化设置

西门子 DR 统一采用 Syngo 系统搭载在 Windows XP 系统下,操作系统界面语言为英文,这给英文水平较差及年长者的工作带来诸多不便,为提高操作人员工作效率,现提供系统界面、曝光程序语言中文文化设置详细步骤^[6]。

进入 Siemens Syngo 系统,依次点击系统上方菜单栏“Options”(选项)、“Configuration”(配置)、“Regional and Language”(区域和语言)、“Regional Options”(区域选项),在语言栏中选择“Chinese (PRC)” (RPC: People's Republic of China 中华人民共和国),然后点击对话框中的“Apply”(应用)并重启系统,便完成了系统语言中文设置。系统默认曝光程序语言为英文且不随系统语言更改而更改,所以需要手动更改曝光程序语言。进入 Siemens Syngo 系统,依次点击系统上方菜单栏“Options”(选项)、“Edit Regions/Studies”(检查程序编辑)、“Studies”(检查程序),依次点击“Available Studies”(可获取检查程序)、“edit”(编辑),可以看到“Study Name”(检查名称)对话框中的曝光程序为英文,同时按住键盘上的“Shift、Alt”键切换中文输入法,将英文曝光程序更改至对应的中文曝光程序名

称,更改需要设置的曝光程序后,点击“Done”(完成)并保存设置,返回系统界面后原来的英文曝光程序名称便被中文所取代^[7]。

4 小结

对于小医院来说,设备故障往往导致日常工作无法正常开展,且维修成本较高难以承担。遇到此类问题,除及时上报院方及设备科外,还应积极制定故障分析、排除策略。临床实践中,针对发生的设备故障,除翻阅相关资料外,还应及时向设备厂家寻求技术支持,针对故障现象进行缜密的分析与排除,确定故障所在、切中要害,针对故障采取相关措施以解除“危机”。

[参考文献]

- [1] 罗来树,许美珍,芦春华,等.DR的铜滤过技术在胸部高千伏摄影中的应用[J].中国辐射卫生,2009,(1):78-79.
- [2] 祁增凌,钟珊珊,谢志楠,等.两款移动DR的性能比较与故障维修[J].临床医学工程,2011,18(5):770-772.
- [3] 于广浩,李莲娣,李雪峰.X射线机高压故障维修二例[J].中国医疗设备,2014,29(2):141-142.
- [4] 李睿兴.西门子DR(Digital Radiography)工作站软件MV300的修复[J].中国医疗器械杂志,2010,34(1):74-75.
- [5] 王忠辉.西门子X线机MX(DR)故障维修一例[J].临床放射学杂志,2008,27(3):367.
- [6] 施惠芬,齐天白.GE Definium 6000 DR故障维修二例及维护技巧[J].现代仪器与医疗,2013,(1):84-85.
- [7] 苏建奎.西门子DR故障维修[J].医疗装备,2011,(3):73.

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

1. $\bar{x} \pm s$ 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 $\pm$ 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 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“ $\pm$ ”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。

2. $\bar{x} \pm s$ 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】项中选择较正文大字 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 调整整页行距,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。

百胜C-Scan四肢关节磁共振故障维修三例

Three Troubleshooting Cases of Baisheng C-Scan Limb Joints MRI

辛志坚, 王伟, 洪范宗, 苏秋玲

中国人民解放军第一八〇医院 医学工程科, 福建 泉州 362000

XIN Zhi-jian, WANG Wei, HONG Fan-zong, SU Qiu-ling

Department of Medical Engineering, the 180th Hospital of PLA, Quanzhou Fujian 362000, China

[摘要] 本文介绍了3例C-Scan四肢关节磁共振的常见故障, 并详细阐述了故障分析和排除过程。

[关键词] 磁共振设备; 射频放大器; 图像内影; 医疗设备维修

[中图分类号] R197.39; TH774 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.059

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0171-02

我院于2007年引进一台意大利百胜公司生产的C-Scan永磁型四肢关节磁共振设备, 融合了该公司专用技术和开放式设计的优点。现将使用过程中出现的3例故障及检修过程介绍如下, 以供参考。

1 故障一

1.1 故障现象

机器能够正常开机, OPI自检通过, 做定位相扫描时报错: “RFA Failure (射频放大器故障)”, 无法进行扫描。

1.2 故障分析

该报错可能的原因有: ①主磁体电源没有打开; ②软件运行错误; ③RFA(Radio Frequency Amplifier 射频放大器)模块损坏等。

1.3 故障排除

首先检查主磁体, 确认电源已打开, 然后关闭计算机重启, 故障依旧。接着检查RFA模块, RFA模块位于主磁体右侧的电子柜内, 模块上有A、B、C、D 4个指示灯, 正常状态为A、C灯灭, B灯亮, D灯亮或闪烁。拆开电子柜外盖观察发现指示灯异常(C、D灯灭), 查看维修手册, 提示报错原因为门信号丢失。分析射频信号发射通路, ACM负责RF信号发生, 通过电缆传输到RFA放大, 同时发射门信号激活RFA使之处于工作状态, 检查两者之间的信号传输电缆并重新拔插, 故障仍未排除。进入维修菜单, 选择System Check->RF Pulse(系统检测->射频脉冲), 检

测射频输出功率, 蓝色输出曲线表示RFA到发射线圈的射频发射功率, 红色输出曲线表示线圈到ACM的反射功率, 由于线圈往往达不到理想的负载值($50\ \Omega$), 反射的射频功率会有衰减。观察发现红色曲线正常, 蓝色输出曲线功率为0, 说明故障出现在RFA模块或RFA到发射线圈的传输电缆上。尝试将RFA的输出端直接接上1个 $50\ \Omega$ 负载^[1], 观察蓝色波形无变化, 确定RFA模块损坏。更换模块后, 故障排除。

2 故障二

2.1 故障现象

机器在扫描过程中报错: “GRA Failure: wrong DAC calibration, GRA halted(梯度放大器故障:D/A转换校准错误, 梯度放大器被终止)”; “Gradient-Amplifier Fault: active(梯度放大器异常: 激活状态)”, 扫描停止, 梯度柜中X组梯度放大器故障指示灯亮。

2.2 故障分析

报错信息提示GRA(梯度放大器)异常状态被激活, 且工作暂停, 分析故障发生在GRA。

2.3 故障排除

首先, 分析梯度信号通路, 通过控制软件发送数字信号命令到ACM, ACM对数字信号进行处理并转换为模拟信号驱动GRA。而GRA包括X、Y、Z三组轴放大器, 梯度信号通过三组轴放大器放大后输出到梯度线圈, 产生所需要的梯度场^[2]。接着对系统软件进行检测, 软件运行正常。进入维修菜单, 选择System Check->X、Y and Z Channels,

对 X、Y、Z 三路梯度信号传输通路进行检测。检查发现 X 轴通路显示的信号波形异常, Y 轴和 Z 轴正常, 尝试对调 X 轴和 Y 轴放大器输出端的传输电缆, 两路信号均无变化, 确定 GRA 的 X 轴放大器损坏。日前机器曾突然断电, 虽然很快恢复供电, 但梯度放大器长期工作在高电压大电流条件下, 易受电流、电压波动及环境温度、湿度变化的影响, 电源突变会对内部高频电路中的许多储能元件造成严重影响^[3]。查阅维修手册后, 发现 3 组轴放大器均包括电源供应部分、功率放大电路板 (AMP) 和梯度控制板 (APS) 3 部分, 且 3 组中的 AMP 板与 APS 板都是相同的, 可以互换^[4]。于是检查 X 组电源输入端电压, 正常。接着对调 X 组与 Y 组的 APS 板, 试机仍报 X 组梯度放大器故障, 说明问题出现在 AMP 板。取出 AMP 板, 进行元件检测, 发现电路板上的 1 个场效应管被击穿, 推测由于机器突然断电, 元器件热稳定性差, 导致场效应管由于输入级电压波动太大而被击穿, 造成该故障。更换相同型号的场效应管, 确认其他元件正常后试机, 故障排除。

3 故障三

3.1 故障现象

扫描图像质量差, 图像背景有雨点状伪影, 更换扫描线圈及调整序列参数后, 对比图像无变化。

3.2 故障分析

考虑造成图像质量差的原因可能有: ① 硬件故障; ② 软件故障; ③ 外界干扰。

3.3 故障排除

首先检查机房温度和湿度正常, 磁场屏蔽良好, 电源线 and 地线连接完好, 附近没有电梯、输电线及大型变压器等干扰源^[5]。接着检查硬件, 进入维修菜单, 检查磁体周围加热器温度正常, 检查射频信号发射通路和接收通路均正常。尝试重装系统软件, 重装完后设置好序列参数, 进行定位相扫描, 伪影仍然出现。分析检修过程, 进行硬件和软件检查均无明显问题, 怀疑在排查外界干扰因素上有

所疏忽。重新排查周围环境, 发现检查室内 4 盏照明灯亮度有偏差, 其中 1 盏偏暗, 尝试先关闭再打开该灯泡, 反复操作几次, 灯泡亮度均偏暗且有时还要等一会才亮。拆下偏暗的灯泡检查发现内部灯丝老化变黑, 分析由于灯丝老化, 导致灯泡电流波动产生交变磁场, 造成该伪影^[6]。更换灯泡后进行扫描, 图象伪影消失, 观察使用一段时间该伪影没在出现, 故障排除。

4 总结

磁共振属于高精尖的医疗设备, 射频系统和梯度系统作为其最重要的结构, 由于两者长期工作在高电压大电流条件下, 因此故障发生率相对较高^[7]。维修人员要在充分了解机器结构和工作原理的基础上, 利用机器自带的检测软件并熟悉每个检测程序的功能, 结合故障部位指示灯情况, 尽快的定位故障并加以排除。同时应配备稳压电源和不间断电源 (UPS), 防范突然停电和电网波动给设备带来的伤害, 确保磁共振设备正常运行。

[参考文献]

- [1] 蒋东平, 何贤国, 何燕, 等. 西门子磁共振射频系统原理与故障分析[J]. 中国医学装备, 2011, 8(9): 69-73.
- [2] 张宏杰, 宋泉禹, 包尚联, 等. 磁共振成像射频线圈技术[J]. 中国医学影像技术, 2005, (9): 1440-1441.
- [3] 金玮, 李斌. 磁共振射频子系统主要参数对整体性能的影响[J]. 中国医疗器械杂志, 2012, 36(1): 12-14.
- [4] 蔡圣圣, 史朴军. Achieva 3.0T 磁共振梯度系统故障维修一例[J]. 中国医疗设备, 2013, 28(9): 136-137.
- [5] 张雪雷, 邹贵弘, 房震, 等. 磁共振成像相控阵射频线圈电磁去耦合方法的研究[J]. 低温与超导, 2015, 43(2): 1-4.
- [6] 周冬梅. 磁共振机的保养与维护分析[J]. 电子制作, 2014, 21(8): 260.
- [7] 夏琼, 夏红林. 影响磁共振的几个外部因素探讨[J]. 实验技术与管理, 2014, (7): 84-85.

上接第 168 页

技信息, 2005, (1): 139.

- [7] 梁杰康, 符光亮. 浅议我省医疗器械经营企业存在问题及其对策[J]. 医学信息, 2013, 26(6): 56.

- [8] 韩琳. 浅谈医院高值耗材管理思路[J]. 医学信息, 2013, 26(6): 58.

- [9] 钱文莉. 物流管理系统在医院物资管理中的运用[J]. 中外企业家, 2013, (27): 129.

新华XGI.DWF-1.5B脉动真空灭菌器 维修6例

Six Maintenance Cases of Xinhua XGI.DWF-1.5B Pulsation Vacuum Sterilizer

李军

丰润区第二人民医院 器械维修科, 河北 唐山 064000

LI Jun

Department of Equipment Maintenance, The Second People's Hospital of Fengrun District, Tangshan Hebei 064000, China

[摘要] 本文介绍了6例真空灭菌器常见的故障, 以及其分析和处理方法。

[关键词] 真空灭菌器; 空气压缩机; 蒸汽发生器; 疏水阀; 电动门

[中图分类号] TH771⁺.4 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.060

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0173-02

蒸汽灭菌器是医院生产无菌物品的主要设备, 其性能直接关系到可复性医疗物品的灭菌质量。我院于2007年购置1台山东新华XGI.DWF-1.5B型号的脉动真空灭菌器, 在使用中出现过一些问题, 现将其归纳总结, 以供参考。

1 故障一

1.1 故障现象

空气压缩机运转不停, 压力不上升。

1.2 故障分析

出现该故障现象的原因可能有: ①空气压缩机产气量低; ②气控阀漏气; ③机动门漏气^[1]。

1.3 故障排除

将空气压缩机出气阀关闭, 空压机压力能缓慢上升, 并可以达到额定停机压力, 说明空气压缩机正常。灭菌器箱体上有5个气控阀, 打开灭菌器, 转换到手动模式, 分别打开每个气控阀, 检查气控阀和每根连接铜管无漏气处。此台灭菌器有前后2个机动门, 在箱体上有1条密封圈, 前门经常开关密封圈随时更换, 打开后门发现密封圈有3处破损。将旧密封圈卸下, 用凡士林擦拭门封槽和新密封圈, 然后将密封圈装好, 试机正常。

2 故障二

2.1 故障现象

灭菌器对物品灭菌后, 能达到灭菌要求但有湿包现象。

收稿日期: 2015-01-07

修回日期: 2015-02-04

作者邮箱: fengrunlijia@163.com

2.2 故障分析

出现该故障现象的原因可能有: ①单向阀堵塞; ②排水管堵塞; ③疏水阀堵塞。

2.3 故障排除

此型号灭菌器有2路排水装置, 一条是内室冷凝水排水, 另一条是夹层冷凝水排水, 在每条排水管路上都有1个单向阀, 使冷却水可以从里面流出, 外面的水不能倒流进去, 打开内室排水管连接的单向阀, 里面很干净没有纱布渣等杂物; 检查弹簧强度, 单向阀可以关严。拆开排水管检查是否堵塞, 发现管路畅通^[2-3]。卸开管路中疏水阀, 发现里面很多锈蚀, 压片粘合在一起, 水排不出。取下疏水阀用0号砂纸打磨, 安装前用油浸泡, 并对内部进行清理, 试机后没有湿包现象, 故障排除。

建议按照此方法维修2、3次后, 更换新疏水阀。

3 故障三

3.1 故障现象

灭菌过程中升温时间过长。

3.2 故障分析

出现该故障现象的原因可能有: ①蒸汽发生器产生压力低; ②门密封圈老化破损; ③进气管路堵塞; ④疏水阀开度过大或过小。

3.3 故障排除

蒸汽发生器电热管组是用6根电热管组合而成, 当有1根或几根损坏将使加热变慢产出蒸汽量低, 对灭菌器柜内供气不足, 测量电热管组阻值, 阻值正常。门密封圈如

果破损会使冷空气进入内室,影响温度上升,检查门密封圈,无破损。检查进气管路,发现水垢过多,使进气量减小,因此达不到升温所需的压力^[4]。而疏水阀开度过大,会使蒸汽流失过多达不到内室的需求;开度过小,会使疏水管路中存有积水,内室的冷凝水排不出。清理进气管并调节疏水阀后升温时间恢复正常,故障排除。

4 故障四

4.1 故障现象

负压泵抽真空时间长,达不到要求负压。

4.2 故障分析

出现该故障现象的原因可能有:① 380 V 电源相序不对;② 负压泵故障;③ 冷凝器水垢过多堵塞。

4.3 故障排除

动力线路改造后会将相序改变,电机反转,将模式转换到手动,启动负压泵后,看风扇按泵体指示箭头方向旋转。此台负压泵为水密封式负压泵,要求运转时不能缺水,缺水会产生封闭不严,检查供水正常^[5]。检查负压泵,发现内壁产生水垢,将进出水口卸去用除垢剂清理,排掉冷凝器里面的水,清理水垢,负压泵正常工作,故障排除。

5 故障五

5.1 故障现象

机动门开关费力,有时灭菌后无法打开。

5.2 故障分析

出现该故障现象的原因可能有:① 负压泵吸力不够;② 机动门电机功率下降或传动部分缺油^[6-7]。

5.3 故障排除

运行开关门程序时负压泵启动,将密封圈吸进去,使门和锅体之间产生缝隙。检查方法在门打开状态运行换门密封圈程序,能将密封圈吹出、吸进,负压泵能正常工作。将锅门外壳卸掉,给传动部分上油,发现因年久锅门下沉,在门打开状态下,慢慢将门关闭,看门与门框之间有摩擦,观察U型齿之间已经磨损很严重,在门体上有2块可上下移动的铁板,松开上面的4个螺丝,用铁管将锅门向上翘起的同时紧固4个螺丝,把位置调好后锅门开关恢复正常,故障排除。

6 故障六

6.1 故障现象

蒸汽发生器易发生的故障,不自动上水,不加热,加热慢。

6.2 故障分析

出现该故障现象的原因可能有:① 水泵不运行;② 继电器故障;③ 加热管故障。

6.3 故障排除

按下手动进水按钮,水泵能启动并能听到水流动的声音,说明水泵正常。此型号蒸汽发生器是由2个继电器控制6根电热管,如果1个继电器坏了,会影响3根电热管正常工作。在工作状态分别测量每根电热管有无电压,再在断电状态下测量电热管的阻值,经检查测量后,电压值、电阻值均正常。再检查加热管,测量加热管发现没有电压^[8],电热管控制继电器无动作,加热控制浮球开关2个触点导通,测量防干烧温控不导通,更换防干烧温控后恢复正常,故障排除。

7 维修心得

设备在使用过程中会发生许多想不到的问题,在解决过程中首先应根据故障现象具体分析,是管路还是电路,再一一排除。在维修过程中还要注意设备内部是否有高压,管路中是否存有蒸汽压力。对设备做好定期的维护保养,特别是要经常关注真空泵、减压阀等主要部件的运行状态,才能做到降低灭菌器的故障率。因此做好设备的日常维护,将会有效地延长其使用寿命,为病人的正常治疗做好准备工作,并且可以为科室减少成本支出。

[参考文献]

- [1] 张东军.机动门脉动真空灭菌器的常见故障及改进[J].医学信息,2011,24(9):5001-5002.
- [2] 徐忠,郑琴,冯照城.脉动真空灭菌器常见故障分析与处理[J].医疗装备,2011,24(7):90-91.
- [3] 郑志满,张晃.DZFQ-84电热蒸汽发生器工作原理及常见故障检修[J].中国医疗设备,2013,28(9):147.
- [4] 刘波,汪家旺.医用空气压缩机智能化气源切换装置的加装[J].中国医疗器械杂志,2010,34(6):465-466.
- [5] 桂朝伟.Evita呼吸机空气压缩机故障分析[J].现代医学仪器与应用,2008,20(3):75.
- [6] 孙广波.医用呼吸机压缩机常见故障的维修分析[J].中国社区医师(医学专业),2013,15(10):399-400.
- [7] 朱炜.呼吸机空气压缩机故障维修[J].中国医学装备,2008,5(11):58-59.
- [8] 黄丽侠,黄建平,孙宏萍.XG1.D型脉动真空灭菌器一例门封故障的安全处理[J].临床医学工程,2010,17(6):123-124.



珠海和佳微波治疗仪的电路分析和维修

Circuit Analysis and Troubleshooting of Zhuhai Hokai Microwave Therapeutic Apparatus

韦文武

西安医学院第二附属医院 设备科, 陕西 西安 710038

WEI Wen-wu

Department of Equipment, No.2 Hospital Affiliated to Xi'an Medical University, Xi'an Shanxi 710038, China

[摘要] 本文以珠海和佳微波治疗仪为例, 简述其结构组成及原理, 并对2例常见的故障进行详细分析, 最终排除故障。

[关键词] 微波治疗仪; 电路分析; 医疗设备维修

[中图分类号] TH772⁺¹; R454.1 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.061

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0175-02

微波是指频率在 300~300000 MHz 范围的 1 种高频电磁波, 是无线电波中 1 个有限频带的简称, 即波长在 1 mm~1 m 之间的电磁波。微波治疗疾病主要是通过热效应和生物效应实现的, 对病变组织进行止血、凝固或消炎、消肿、止痛、改善局部组织血液循环等, 达到治疗疾病的目的。国产微波治疗仪频率多为 2450 MHz, 波长为 12.5 cm, 最大输出功率为 200 W。磁控管产生微波辐射, 微波电磁能量经波导和同轴电缆传输到辐射器的天线发射出来^[1-3]。微波治疗仪在我院的妇科、产科和外科得到广泛应用, 使用频率极高, 出现故障的机会相对也高。

1 基本结构及原理

该机主要由控制面板、变频主板、供电变压器和微波发生器等几部分组成。供电变压器有 2 个: 一个是给磁控管灯丝供电, 3.5 V/11 A; 另一个变压器给主板和控制面板分别提供 12 V、18 V 的电压。控制面板为主板提供控制电压和 D/A 电压。微波发生器工作需要的 1500 V 以上的高压由主板供给和控制。主板控制芯片 TL494 是典型的固定频率脉宽调制控制集成电路^[4]。外置振荡元件 1 个电阻和 1 个电容。内置的功率晶体管可提供 500 mA 的驱动能力, 输出可控制推挽电路或单端电路^[5]。在本电路中 1、7、9、10、16 脚接地; 2、13、14 脚相连通; 8 和 11 脚为推挽电路输出端, 15 脚误差放大器信号输入端, 接入反馈信号。

重点介绍下主板原理: 220 V 交流电经 D205-D208 桥式全波整流, 电容 E202、E203 滤波得到 300 V 左右直流电。此电压经 R204、R205 分压后取得约 150 V 电压给 C209 充电,

收稿日期: 2015-01-14

修回日期: 2015-03-08

作者邮箱: 543221189@qq.com

经变压器 T201 的初级绕组和 T203 场效应管形成回路。如果同时 TL494CN (IC201) 工作, 也就是它的 8、11 脚输出脉冲信号到激励变压器 TR204, TR203 使场效应管 T203、T202 轮流导通, 这是第 1 级推挽式开关管。T201 的次级经高频二极管 D216-D219 整流后分成 2 路, 一路经 R242 取样并反馈到 IC201 的 15 脚, 另一路经 E211、E212 电容滤波, R240、R241 分压至高压变压器 TR202 的初级经 C228 到场效应管 T207 形成回路, TL494CN (IC202) 它的 8、11 脚输出脉冲信号到激励变压器 TR206, TR205 使 T206、T207 轮流导通, 这是第二级推挽式开关管。高压变压器次级电压经整流后在电阻 R244-R248 上叠加输出高压。电路流程框图, 见图 1。

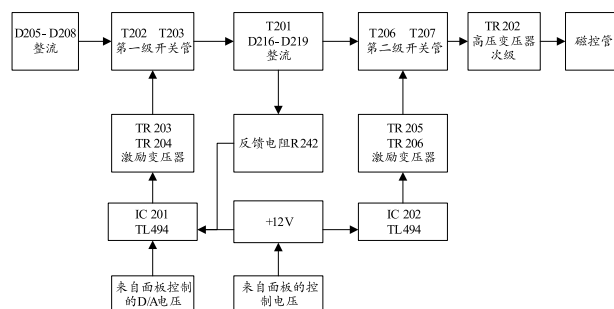


图1 电路流程框图

2 维修实例

2.1 故障一

2.1.1 故障现象

面板参数指示正常并可调, 按控制面板 on 键, 无微波输出。

2.1.2 故障分析

时间和功率设定正常,说明低压和控制部分的微处理器工作正常^[6]。导致没有微波输出的原因主要有3个方面:

① 外设(电缆和辐射器)故障;② 微波发生器故障;③ 主板故障。

2.1.3 故障排除

按照先易后难的原则,首先检查外设,电缆和辐射器的连接是否牢靠,电缆线是否有短路。如果有短路,在通电时,电缆线会产生热量,用手摸有热感。经检查排除外设故障,说明机器内部有故障。需要打开机器后盖板,去掉固定电路板的5个螺钉,小心取出电路板,悬挂在机外并做好与机壳的绝缘,这样便于观察和测量。第1个测试的关键点就是CN207接线柱VH+、VH-有无1500 V以上的电压,无测量高压工具的可以在R244—R248这5个电阻上分别测量。如果有高压说明主板正常,微波发生器可能老化或损坏。测量结果是没有电压输出,说明主板有故障。进而测量高压变压器前端的高频整流滤波电容有220 V左右电压,说明高压变压器或者高压整流输出电路存在故障。经过一系列检查,发现高压变压器TR202的次级引脚有3组不通,仔细检查引脚和印刷板隐约有烧蚀痕迹^[7],用刀片剔除烧蚀部分发现变压器次级有6个引脚已经和电路板烧透,剥离6个引脚与电路板的连接,然后再用焊接线将每个脚与对应的整流二极管相连接。整流电路使用的是桥式整流,通电试机,工作正常,故障排除。

2.2 故障二

2.2.1 故障现象

面板参数指示正常,按控制面板on键,无微波输出。

2.2.2 故障分析

和上例故障现象类似,主要判断故障出在外设、主板还是微波发生器。

2.2.3 故障排除

检查外设部分正常,打开后盖板直接测量CN207的VH+、VH-无电压输出,排除微波发生器故障,说明主板有问题。进而测量高压变压器前端的高频整流滤波电容没有220 V左右电压,电路板也没发现明显异样。测量第一级和第二级开关管正常,说明没有严重电路短路现象,故

障可能存在于控制部分。首先检查LM7812输出正常,它输出正常还不能说明电源正常,因为LM7812输出的12 V电压要通过TIP12C的发射极才能给脉冲控制集成块TL494CN供电,即LM7812受控于TIP42C、TIP42C基极通过R202受控于PC817光耦,光耦的第1脚又受控于面板送过来的5 V电压。最后检查发现控制面板送过来的5 V控制电压接线端有些松动,接好后,光耦PC817第1脚得电,使得第4脚导通后接地,TIP42C导通,12 V电压顺利供给TL494CN的电源端。装回主板,试机正常,故障排除。

3 总结

医用设备更新很快,不断将先进技术的成果渗透到医用电子领域^[8],只有对仪器或者设备的原理以及电路框架有了整体认识并且对各个元件所起到的作用有大致了解,才有可能遇到问题少走弯路,快速找到问题所在,缩短维修时间。

[参考文献]

- [1] 韩小霞,李红波,张秋珊.浅谈微波治疗仪的原理和使用方法及维修[J].甘肃科技,2011,27(24):81-82.
- [2] 王欢,林嫔,张文亮.基于医疗安全角度的医疗设备计量管理[J].中国医疗设备,2015,30(2):135-137.
- [3] 雷小平,叶志明,李荣.微波治疗原理简介[J].生命科学进展,2002,33(3):286.
- [4] 于军,翟玉文,孙陆梅.TL494脉宽调制器集成电路的研究[J].吉林化工学院学报,2005,22(3):47-49.
- [5] 高自力.基于TL494芯片PWM控制电路工作原理分析与检测[J].电脑知识与技术,2012,19(36):8799-8801.
- [6] 房毅卓,陈小林.微波治疗仪原理分析及维修[J].现代仪器,2007,13(2):61-62.
- [7] 邓星灵.治疗仪校准方法的研究[J].计量与测试技术,2013,40(8):21-22,24.
- [8] 曲婷婷,崔昊.32例微波治疗仪不良事件报告分析[J].中国医疗器械信息,2014,(9):61-63.



飞利浦DR常见故障分析与维修

Analysis and Troubleshooting of Common Malfunctions of Philips DR

王晓明, 苏建明

中山市中医院 设备科, 广东 中山 528401

WANG Xiao-ming, SU Jian-ming

Department of Equipment, Zhongshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Zhongshan Guangdong 528401, China

[摘要] 本文介绍了DR球管的灯丝工作原理, 并简单分析了飞利浦DR球管无法曝光的故障原因及解决方法。

[关键词] DR; 球管; 探测器; 医疗设备维修

[中图分类号] R197.39; TH774 [文献标志码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.062

[文章编号] 1674-1633(2015)07-0177-02

我院现有3台飞利浦单板DR, 型号为Digital Diagnost, 高压发生器最大功率是65 kW, 球管小焦点为0.6 mm, 大焦点为1.2 mm. 探测器尺寸为43 cm × 43 cm, 像素大小为143 μm. 探测器安装在胸片架上, 探测器立起来时可以进行胸部、颈椎等部位的检查, 也可以把探测器放平, 将简易检查床置于探测器之上, 进行腹部、盆腔等部位的检查^[1]。

此机器球管的灯丝工作原理是: 高压发生器内的灯丝控制板把交流电压220 V整流成直流电压, 并根据CPU板发出的灯丝预热指令, 把低频直流电压逆变为高频的交流电压输送到高压油箱的灯丝变压器初级, 经变压器变压后通过高压电缆输送到球管的大小灯丝。在灯丝控制板同时有灯丝反馈电路, 实时监测灯丝的加热情况^[2]。

1 故障现象

飞利浦DR使用过程中忽然整机断电, 重新启动后, 按下曝光手闸, 能听到球管阳极旋转的声音, 但无法正常进行曝光^[3]。

2 故障分析与维修

打开DR机的机柜, 检查图像处理工作站到进线连接盒、滤线器部件之间的接线。光纤测试正常后, 检查微系统数据总线的连线, 用万用表测量各针脚, 发现接线良好; 检查进线连接盒到高压柜之间的接线, 亦连接良好。检查进线连接盒中VP1板、VP3板、VP4板上的各个跳线设置和状态指示灯, 发现均正常^[4]。用维修软件连接VAC1板上的X15接口, 通过VT100软件对滤线栅运动控制板进行功能测试。在测

试过程中发现, 曝光开始前, 滤线栅不能被正常释放。仔细观察发现电磁铁部件(包含电磁铁VAY1和传感器VAS1两个部分)工作时, VAS1不能完全被遮挡或释放(VAS1的功能介绍: 当滤线栅开始摆动时, 传感器VAS1会发出滤线栅正在摆动的信号, 此时会触发时间延时, 同时VAC1板启动, 当时间延时完成后, 控制信号CTRL_X就会被设置为同步信号SYNC), 手动调整VAS1的位置, 直至其在正常工作时能完全被滤线栅框架遮挡。调整后再次尝试曝光, 故障依旧。怀疑曝光控制信号出现问题, 分析曝光时序图, 见图1。

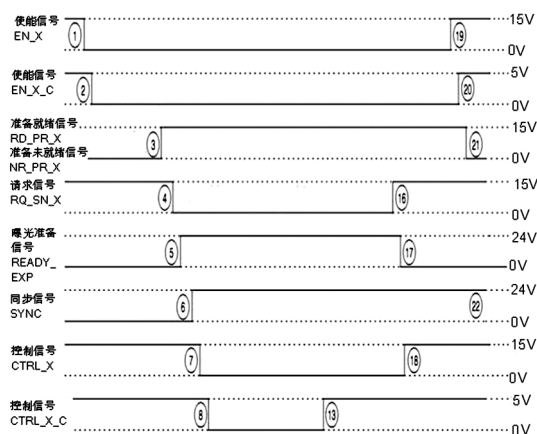


图1 工作站曝光手闸释放后的滤线器控制信号传输图

根据图1, 一人在控制室曝光, 一人在设备间进行测量, 对比曝光前后测量点的电压变化, 发现使能信号EN_X、使能信号EN_X_C、请求信号RQ_SN_X、控制信号CTRL_X、控制信号CTRL_X_C的电压在曝光前后变化正常, 只有准备就绪信号RD_PR_X的电压不正常, 一直为低电平, 说明该处的信号为准备未就绪信号NR_PR_X^[5]。查阅维修手册, 发现准备未就绪信号NR_PR_X信号由CU电路板发出, 因此初步怀疑CU板出现问题。用维修软件连接CU板

收稿日期: 2015-01-07
作者邮箱: king580315@163.com

修回日期: 2015-01-23

后查看错误日志, 没有发现错误信息。进一步分析当按下曝光手闸时, CU板接收到图像处理工作站传过来的信号, 开始进行曝光准备。这个准备应该包括3个方面: ①CU板将曝光信号传给高压发生器, 开始进行曝光准备。故障现象里提到过按下曝光手闸后, 能听到球管阳极旋转的声音, 证明这路信号没有问题; ②CU板将曝光信号传给平板探测器, 准备接收曝光后的数据; ③平板探测器准备好后, 会回传一个反馈信号给CU板, 说明数据接收已经准备就绪, 可以进行曝光, CU板在接收到反馈信号后发出准备就绪信号RD_PR_X, 曝光就执行下去^[6]。但在实际测量时却测量不到RD_PR_X信号(该电压应为高电平), 所以即使后面的请求信号RQ_SN_X、控制信号CTRL_X、控制信号CTRL_X_C都正常, 曝光也不会正常执行下去。

基于以上分析, 查找滤线板反馈给CU板的信号, 该信号是通过数据总线反馈回CU板的, 由于之前已经测量过VPI-X10到TRB-X5之间的接线是没有问题的, 因此分析此路反馈信号应该是从滤线板到进线盒, 再到TRB板, 最后到CU板的。通过查找电路图跟踪测量此反馈信号, 发现这个反馈信号从进线盒进到TRB板后, CU板上就测量不到这个反馈信号, 因此也就印证了前文所述的无法测量到CU板接收到反馈信号后发出的准备就绪信号RD_PR_X, 最终导致无法正常进行曝光的故障现象。更换新的

TRB板后, 机器曝光正常, 故障排除。

3 总结

通过对故障的判断和处理, 体会到应当充分了解维修设备的工作原理及工作部件之间的逻辑联系, 采用循序渐进、由易而难、分段判断的方法, 仔细分析故障的原因并进行故障排除, 这样在维修工作中才能少走弯路, 做到有的放矢。

[参考文献]

- [1] 姜辉.X线数字摄影(DR)的临床应用研究[J].实用医技杂志,2005,12(4):428-429.
- [2] 闫伟.飞利浦DR故障维修三例[J].临床医学工程,2009,16(2):63-64.
- [3] 潘洪涛,许多会.IDC Xplorer 1600 DR CCD故障维修一例[J].中国医疗设备,2014,29(10):130-130,152.
- [4] 陈联平.浅谈飞利浦DR平板探测器的日常维护性保养[J].医学信息,2013,26(4):457-458.
- [5] 崔新礼,苏明春.飞利浦DR故障维修实例[J].医疗装备,2013,26(11):8.
- [6] 何建华,冯黎建.飞利浦DR平板探测器的日常维护性保养分析[J].中国现代医生,2011,49(8):80,93.

上接第162页

(4)性能标准应该是明确和合理的,而且要确保满足地方性法规。

5 结语

医疗设备的定期维护与检测是每一个医疗机构必须要完成的工作。应用基于风险的检查评分系统确定医疗设备的预防性维护周期,以达到保证医疗设备的质量,提高设备运转率及医疗安全的目的,从而支持医院在医疗技术管理方面的工作。

[参考文献]

- [1] 汤黎明,吴敏.医疗设备临床应用风险管理与评估规范的研究[J].医疗卫生装备,2010,(3):1-3.
- [2] 蒋友好,彭文,蒋宁峰.基于RIA技术的医疗设备维修管理系统[J].中国医疗设备,2013,(12):53-56.
- [3] 张鹏,陈文霞.基于医疗设备事件管理的分析系统研究[J].中国医学装备,2014,(5):19-22.
- [4] 曹德森,刘光荣,吴昊.基于风险分析的医疗设备管理[J].中国医院院长,2007,(7):50-53,8.

- [5] L.Pescarini,I.Inches.Systematic approach to human error in radiology[J].La radiologia medica,2006,(2):11-12.
- [6] 郭恩宇,高鹏,刘秋莲.医疗设备风险评估与安全管理[J].中国医学装备,2012,(4):36-38.
- [7] 刘胜林,张叙天.基于BS模式的医疗设备维护信息平台的开发与应用[J].中国医疗器械杂志,2012,(2):145-148.
- [8] 李向东,黄韬,崔骊.医疗设备临床使用风险分析和评估体系的研究[J].中国医学装备,2012,(9):15-17.
- [9] 韩学军.医疗设备的维护保养[J].医疗装备,2008,(2):59-61.
- [10] D.Kopec,M.H.Kabir,D.Reinharth,O.Rothschild,J.A.Castiglione.Human Errors in Medical Practice:Systematic Classification and Reduction with Automated Information Systems[J].Journal of Medical Systems,2003,(4):23-25.
- [11] 周丹,David.Yadin. 基于风险评估的设备管理[J].中国医院管理,2000,(9):42-43.
- [12] C.Johnson.The Causes of Human Error in Medicine[J].Cognition,Technology & Work.2002,(2):46-47.
- [13] 刘陇,王竹,李萍.医疗设备使用风险分析方法的对比改进与应用[J].工业工程与管理,2011,(6):133-138.

极速成像平台令超声技术焕发新的生命

张 熙

法国声科影像 市场部

几千年来，触诊一直是医生诊断疾病不可缺少的检查手段，很多有经验的医生，通过感受病灶的软硬度及其与周围组织的关系，就可以了解疾病的性质。不同性质的软组织，其软硬度差异极大。然而如果病灶小、不在体表，医生就很难靠手感受到。随着影像学技术的发展，人们希望有一天，软组织的硬度（弹性）也可以像解剖图像一样，定量地显示在医生面前。

20 世纪 90 年代以来，随着探头技术、微型计算机技术等的发展，在超声领域，发生着一系列的技术革新，使超声由简单的以解剖结构为基础的 A 超、B 超发展到以血流探测为主的 C（CFI）超、D（Doppler）超，最终发展到以硬度病理为基础的 E（Elasticity）超。其中，极速成像技术起到了重要的作用。

所谓“极速成像技术”，其实是极速成像技术、极速传输技术和极速处理技术的统称。目前大多数的超声平台，其采集图像的帧频最大不过几百帧，但是极速成像技术打破了原有声束成像对采集图像的限制，不仅以马赫圆锥原理和分层聚焦原理为基础，激动探头晶体，在组织中产生大量剪切波（Sonic Touch™），还以平面波为基础，最高采集帧频达到 20000 帧，有效地采集到组织内极其微弱的剪切波运动轨迹（Ultrafast Imaging™），极速传输又以每秒 3 GB 的速度将数据传输，把剪切波运动轨迹输入到软硬件极速复合计算平台（即极速处理平台），从而得到二维平面上剪切波的即时运动速度（Q-box™测量），现代剪切波理论创始人 Fink 教授的研究成果表明：人体软组织密度相差不大，其硬度主要由剪切波即时速度决定： $E=3\rho Cs^2$ 。

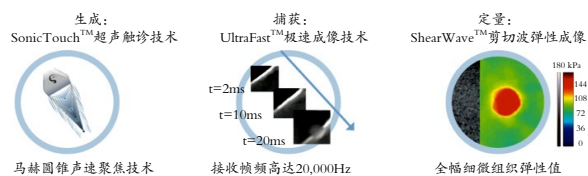
这项技术，被行内人士称为二维实时剪切波弹性成像技术（Shear Wave Elastography™，SWE™），并诞生了超声剪切波弹性成像领域的标杆：E- 成像模式。

E- 成像模式是极速成像技术的集大成者，它首次让医生看到：不同的病理变化，对于疾病的良恶性分期及病变程度的分级具有准确的指导作用。在乳腺、甲状腺、前列腺、

肝脏等应用中，得到了良好的证明。2013 年，美国放射学会对超声 BI-RADS® 分类做出重大修改，加入 E- 成像作为诊断乳腺肿瘤良恶性的指标，使 3、4a 类肿瘤的诊断准确性大幅升高；2014 年，世界超声联合会（WFUMB）又将 E- 成像的参数直接纳入到乳腺肿瘤诊断及肝脏纤维化判断的标准中。这标志着 E- 成像带来的超声诊断变革已经开始。未来，随着超声处理平台的进一步发展，E- 成像的应用范围和应用价值会更加广阔，目前在乳腺中，E- 成像已经可以从三维的角度，对乳腺肿瘤硬度进行全面评估，被国内外专家盛赞为“超声成像的艺术”！

除此以外，科学家在极速成像技术的平台上，还大力开发出极速多普勒技术和彩色脉搏波技术，前者将同一心动周期的血流参数一次性记录下来，集彩色多普勒和脉冲多普勒的优势于一身，一次性操作即可以将一大片组织的血流分布情况和血流的定量数据全部都记录下来；后者可在 2 s 内将血管壁精确的运动记录下来，以距离 / 时间的简单公式，自动显示出血管壁相对探头运动的速度，目前已有大量文章发现，血管壁搏动速度对各种血管病变（比如动脉硬化早期病变）均可有效、方便、精确地预测，以往超声没有极速平台，测量脉搏波速度需要十余个心动周期，计算公式也颇为复杂和原始，相信有了声蓝，对于超声医生测量脉搏波速度具有非常好的促进作用，不仅如此，彩色脉搏波显示的是两时相的脉搏波速度，与以前传统的脉搏波测量工具相比，更加客观和精确。

放眼未来，极速成像技术与传统超声成像技术相结合，将会使超声这种价廉物美、无辐射、实时的影像仪器焕发出新的生命和光彩。



E-成像技术原理图显示组织真实弹性模量值（单位：kPa）

编者按：作为每年一度的医疗技术行业大奖，医疗设计杰出奖（MDEA）由UBM主办，同时得到了MDDI杂志的特别支持。这一奖项始于1998年，以表彰市场上最高品质的医疗设备和诊断产品为宗旨，迄今为止已表彰了超过600项开拓性的产品。每年医疗设计杰出奖（MDEA）都会收到来自全球医疗设备制造商的逾100项提名。这些创新性的产品将角逐各产品领域的金、银、铜奖。今年的MDEA大奖评选结果已于6月份公布。本期呈现给读者的获奖产品有重症护理及紧急救护医疗产品、体外诊断类器械、给药设备与组合治疗产品、一般医院设备及治疗产品、成品包装、图形说明与标签系统。

2015年美国医疗设计杰出奖获奖产品简介 (上)

叶宁 编译

本刊编辑部，北京 100022

1 重症护理及紧急救护医疗产品

金奖产品：SERVO-U & SERVO-n呼吸机

由瑞典公司 Maquet Critical Care 制造并提交的 SERVO-U & SERVO-n 呼吸机（SERVO-U and SERVO-n Ventilators）是目前全球市场中最易于使用的一款紧急救护呼吸机。这款创新产品的设计供应方为 Veryday 公司。该产品能够提供现代化的用户体验，其界面简单而直观，有助于提升患者、家庭用户及看护人的生活品质。



银奖产品：第二代伤口处理器（Woundhub II）

第二代伤口处理器（Woundhub II）是一款集清洁、清创、冲洗、干燥、药膏涂抹和按摩于一体的伤口处理设备，覆盖了高级伤口处理所需的方方面面。同时，无需使用价格昂贵的耗材。这款产品由位于南非的 Wondermed (Pty) Ltd 公司制造并提交，由 Kevin Boyd Design 公司设计供应，能够显著降低清洁伤口所需的成本与时间，并且给予患者更加高品质的护理。



2 体外诊断类器械

金奖产品：Cologuard试剂盒

由美国 Exact Sciences Corp 公司研发、生产并提交的 Cologuard 是一款结直肠癌（CRC）筛查试剂盒，其采取非侵入性手段，通过分析粪便 DNA 和血液生物标志物筛查结直肠癌。该产品由 Mayo Clinic、Phillips-Medisize Corp. 和 Exact Sciences Corp. 三家



机构设计供应，旨在提升结直肠癌筛查依从性的比率，有助于根除这种疾病。

银奖产品：Bacterioscan激光微生物生长监控仪

BacterioScan 216R 激光微生物生长监控仪能够在 90 分钟内从患者样本中准确地检测出尿路感染，为广大患者减少了超过 90% 的等待化验结果的时间，同时还节约了实验室成本与劳动力，减少不必要的抗生素使用。其制造与提交方为美国 BacterioScan 公司，设计供应商为 Metaphase Design Group 公司。



铜奖产品：EPIQ超声系统

由飞利浦北美公司（Philips North America）生产并提交的 EPIQ 超声系统是一款全新一代的高端超声系统。这款新品采用了飞利浦 nSIGHT 成像技术，因而能够形成清晰的超声图像，将超声技术的临床性能提升至新的台阶。与以往的超声系统比较，EPIQ 超声系统将超声图像的穿透力提高了 76%，同时 EPIQ 的时间分辨率最大可提高 231%，充分保证了医生在快速扫查的过程中获得清晰的图像质量。该产品符合人体工程学且轻便的设计也为其增色不少。该产品的设计供应商为飞利浦设计公司（Philips Design）、NIC Global、Altek、Southco、BCM 高级研究公司（BCM Advanced Research）、Sanmina 和 Fimi Barco。



3 给药设备与组合治疗产品

金奖产品：EVARREST纤维蛋白密封贴剂

当使用标准手术方法（例如缝合、结扎或烧灼）无法有效止血时，EVARREST™ 纤维蛋白密封贴剂可作为一种



辅助方法，在手动按压的同时，对开放性腹膜、腹腔、盆腔和非心脏开胸手术期间的软组织出血进行止血。该产品由美国爱惜康

公司（Ethicon）生产并提交。

银奖产品：DuoResp Spiromax吸入器

DuoResp Spiromax 吸入器由位于英国的 Teva 制药欧洲公司（Teva Pharmaceuticals Europe）制造并提交，系一种包含阻塞性肺病（COPD）和哮喘（Asthma）混合药物的干粉吸入器。由于采用了独特的呼吸驱动技术，该产品能够改善药物的易用性，减少患者所需的培训，并确保递送一致剂量的药物。其设计供应商为 Gerresheimer 公司。



铜奖产品：Evzio纳洛酮自动注射器



在美国，药物中毒已成为意外死亡的首要原因。为此，Kaléo Pharma 公司（美国）研发制造了全球首款，同时也是唯一一款可供家庭使用的手持式 Evzio® 纳洛酮自动注射器。该产品用于对已知或疑似阿片类药物过量进行紧急治疗，以拯救患者生命。其设计供应商为 JR Automation、Nypro-FinPack 和 Medivative Technologies 公司。

4 一般医院设备及治疗产品

金奖产品：Root病人监护系统

Root 病人监护系统由美国迈心诺公司（Masimo）生产并提交，可搭配 Radical-7 手持监护仪的底座或 Radius-7



可穿戴监护仪使用。其采用高清触摸屏显示屏，另有多种网络/连接选项可供选择，为第三方开发商提供了一个开放的创新平台，并帮助看护者快速对患者作出评估，从而尽早采取干预措施，作出更好的临床决策。

银奖产品：Progressa病床系统

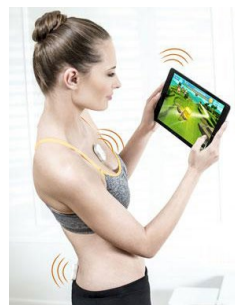
由美国 Hill-Rom 公司生产并提交的 Progressa 病床系统不仅仅是一张病床。它还是一种充当着医疗团队无缝延伸的治疗设备，能够满足看护者、患者与医疗机构不断变化的需求。该产品由 Wiklund 研究与设计——易用性咨询公司（Wiklund Research and Design—Usability Consultants）与 Insight



产品研发公司（Insight Product Development）设计供应，旨在治疗和预防瘫痪并发症，以减少病人的迁移，并在使用成熟医疗技术的情况下，加快愈合时间。Progressa 病床系统为病人创造了优质的使用体验，已获得一致好评。

铜奖产品：Valedo健康设备

Valedo 健康设备由瑞士公司 Hocoma 生产与提交，由 Cicor 集团电子产品部 Swisstronics 合约制造公司（Cicor Group Electronic Solutions Division Swisstronics Contract Manufacturing）以及 Nose AG、Blyss 设计公司、Moonbase 公司与 Xsens 公司设计供应。该产品系首款个人数码背部健康设备，可以指导用户进行背部锻炼，从而改善和预防背痛情况。Valedo 健康设备集可穿戴技术、直观易用的软件与互动游戏于一体，将治疗训练转化为充满乐趣的游戏。



5 成品包装、图形说明与标签系统

金奖产品：AccuVax疫苗管理系统



由美国 TruMed Systems Incorporated 公司生产与提交的 AccuVax 疫苗管理系统（AccuVax—Vaccine Management System）系一款可定制与自我监控的冷藏/冷冻疫苗售货机，具有高性能与计算机化的特点，并且与云端相连。该产品能够方便、有效且十分经济地储存、处理和分发疫苗，从而帮助医生办公室、诊所、医院和药房解决其日常所面临的重大麻烦，使目前服务水平低下的人群的接种率大幅增加，尤其是对于成年人而言。AccuVax 疫苗管理系统的设计供应商为 DDstudio 和 Novo Engineering 公司。

银奖产品：EVO恒温运输箱

目前，市场上尚未出现一种产品能够确保易于对温度变化起反应的疫苗和生物材料从原产地送达终端用户手中时仍然有效。鉴于此种情况，美国 SAVSU 科技公司（SAVSU Technologies）研发并生产了一种



EVO 恒温运输箱。该产品能够在 100 小时内保持箱内温度的稳定性，同时还可以实时传输关键的运输信息。用户可以访问这些信息，如有效载荷温度、精确位置、湿度、冲击和振动，并且可以进行设置，使其在不符合运输标准时发出警报。

信息来源：

<http://www.canontradeshows.com/expo/awards/awards/index.php?catId=-1&year=2015&view=View>

政策法规

食品药品监管总局发布《药品医疗器械飞行检查办法》

近日,国家食品药品监督管理总局发布《药品医疗器械飞行检查办法》(以下简称《办法》),将于2015年9月1日起施行。

飞行检查是食品药品监管部门针对行政相对人开展的不预先告知的监督检查,具有突击性、独立性、高效性等特点。2006年,国家食品药品监管局发布了《药品GMP飞行检查暂行规定》,2012年发布《医疗器械生产企业飞行检查工作程序(试行)》,在调查问题、管控风险、震慑违法行为等方面发挥了重要作用。

为适应监管形势变化和需要,经过深入调研和广泛征求意见,总局对飞行检查的范围、要求、工作程序以及各方责任和义务做出进一步明确,在此基础上,起草和制定了《药品医疗器械飞行检查办法》。《办法》共5章35条,包括总则、启动、检查、处理及附则。

《办法》将药品和医疗器械研制、生产、经营和使用全过程纳入飞行检查的范围,突出飞行检查的依法、独立、客观、公正,以问题为导向,以风险管控为核心,按照“启得快、办得顺、查得严、处得快、罚得准”的要求,详细规定了启动、检查、处理等相关工作程序,严格各方责任和义务,提升飞行检查的科学性、有效性和权威性。

《办法》主要体现了五大特点:一是规范飞行检查的启动和实施,充分体现依法独立原则。例如,《办法》规定了通过投诉举报、检验、不良反应监测发现产品可能存在质量安全风险等可以启动飞行检查的七种情形。二是建立风险研判和分层处理措施,解决风险有效管控的问题。《办法》按照风险不同分层设计了风险管控措施。例如检查过程中,对需要立即采取暂停产品生产、销售、使用或者召回等风险控制措施的,检查组应当立即报请组织实施部门及时作出处理决定。三是强调全方位多层次的衔接配合,建立顺畅的协调机制。《办法》明确要求组织飞行检查的食品药品监督管理部门应当加强对检查工作的指挥。可根据现场检查反馈的情况启动食品药品监管相关部门的应对协调机制;可联合公安机关等有关部门共同开展飞行检查;可要求被检查单位所在地食品药品监管部门派员协助检查。四是丰富和细化应对手段,提升飞行检查的可操作性和权威性。例如《办法》对被检查单位“拒绝、逃避监督检查”的不配合情形进行了细化,明确这些情形构成《药品管理法实施条例》、《医疗器械监督管理条例》等有关规定的行政处罚从重情节。五是落实监管部门职责,强化执法监督。《办

法》除明确地方监管部门的协助配合义务外,还规定食品药品监管部门应当对飞行检查情况予以公开的原则和信息通报与报告的义务。

食品药品监管总局发布医疗器械临床试验备案事宜的公告

为规范医疗器械临床试验备案工作,加强医疗器械临床试验监督管理,食品药品监管总局发布《关于医疗器械临床试验备案有关事宜的公告》,内容如下:

(1)开展医疗器械临床试验,申办者应当在试验项目经伦理审查通过并与临床试验机构签订协议或合同后,填写《医疗器械临床试验备案表》,提交备案表中列出的相关材料,其中境内医疗器械向申办者所在地省级食品药品监督管理部门备案,进口医疗器械向代理人所在地省级食品药品监督管理部门备案。

(2)接受备案的省级食品药品监督管理部门,对《医疗器械临床试验备案表》填写完整且提交材料齐全的,应当当场备案。备案号编排方式为:X1械临备XXXX2XXXX3,其中X1为备案部门所在地简称,XXXX2为年份,XXXX3为流水号。

(3)接受备案的省级食品药品监督管理部门,应当在10个工作日内将备案信息通报临床试验机构所在地的同级食品药品监督管理部门和卫生计生主管部门。

(4)自公告发布之日起,开展医疗器械临床试验应当按照本公告备案后实施。

(5)申办者完成临床试验备案后,对试验项目起止日期有变化的,应当于变化后10个工作日内告知原备案管理部门并留有信息变更的记录。

(6)食品药品监督管理部门应当加强对医疗器械临床试验备案工作的监督检查,对违反规定的依法查处。

接受备案的省级食品药品监督管理部门应当每月10日前将备案信息以电子邮件方式报送国家食品药品监督管理总局医疗器械注册管理司(电子信箱:mdct@cfd.gov.cn)。

来源:CFDA网站

业内新闻

联想或联手BAT推“互联网+医疗” 创新金融服务助医院

医院如何借“互联网+”将医疗资源最大化利用,解决患者看病难题?6月11日,2015年中华医院信息网络大会暨中美医院信息化论坛(CHINC)上,作为医疗行业整合方

案提出者的联想集团携全新“智慧医院 2.0”，让与会者切身感受到新思路带来的医疗“大不同”。据悉，联想以智慧医院为突破口的生态建设思路不排除将与 BAT 合作，同时，还将在一站式服务中推出灵活多元的医院融资租赁模式，让“互联网+医疗”丰富起来、扎实落地。

管理为先，加速智慧医院落地

近几年，医院信息化建设中日益凸显的“信息孤岛”问题成为业界广泛关注的焦点，由于医院业务系统种类繁多，很多信息系统都是科室根据自身业务需要独立建设的，造成大量“信息孤岛”，从而拖慢医院业务进度。究其原因，主要由于医院缺乏管理思维，并未站在顶层设计的角度进行规划，致使“电子化”的业务流程无法推动医院管理提速和智慧医院落地。

针对上述问题，联想在大会现场也展示自己的应对之策，即“智慧医院 2.0”整体解决方案。在携手温州医科大学第一附属医院（温附一）成立“联想—温附一智慧医疗研究院”后，联想将自身 IT 基础架构解决方案整合能力与温附一多年的实践管理经验相结合，打造出最符合中国医院的智慧医院整体方案，基于顶层设计实现资源优化配置，进而从根本上提升医院的管理效率。

值得一提的是，联想的这套方案现已成功落地连云港赣榆区人民医院，说起此次合作，医院徐宏团院长对记者表示，之所以选择联想的整体解决方案，首先看中的就是联想智慧医疗研究院先进的管理理念和建设经验，能帮助医院基于业务管理和顶层设计完成信息化构建，此外就是其信息系统功能和服务非常完善。

金融创新，打破“信息孤岛”

我国医疗资源一直存在分配不均的问题，很多二级医院都面临着资金、人才不够，以及地方公司服务能力有限的窘境，使得医疗行业迫切需要有可快速复制的业务模式，减少设计和建设成本。

对此，联想展示了包括智慧医院整体解决方案、移动医疗解决方案、全景医疗解决方案、医院数据中心解决方案等多种行业解决方案，亮出了联想全面的信息化流程咨询、设计、建设和运维能力，为医院做“交钥匙工程”。在产品方面，联想带来了全价值链产品组合。以智慧医院整体解决方案为例，联想为医院的业务管理提供了一个简单、高效、灵活的基础架构，通过存储双活+VMware HA 建设的两地双活数据中心，保证了核心系统业务的连续性，而 ThinkCloud Center LIM 监控解决方案则实现了数据中心的智能统一监控。升级的 2.0 版方案还增加有私有云信息系统、电子病历、健康云服务等特色功能，使医院庞杂信息实现互联互通；同时预约平台、院外关怀、院长综合查询等系统，也将为医院管理层提供业务决策支持分析，提升医院的业务能力。

联想集团副总裁、中国区大客户事业部销售总经理叶

明表示，联想在解决方案里包含金融服务，是为了解决某些医院在医疗信息化建设的资金相对不足，探讨一些创新的模式，能够随着云架构的发展，在虚拟化平台上面有更多更好的服务方式。

“联想有很多合作伙伴能够去提供类似的传统融资租赁，这是第一种模式。第二种是，我们还可以提供外包服务，叫资产回收模式，即金融资产回收做评估再去帮医院做建设。第三种是随着云计算的发展和云平台的建立，同时我们跟合作伙伴有很广泛的合作，希望智慧医疗可以有这样的解决方案服务。我们希望以开放的心态，创新的模式和更多合作伙伴共同探索新的服务途径。”叶明说。

建生态级平台，储备人才

在协同创新方面，叶明表示，联想将打造一个开放、可扩展的“智慧医疗”生态平台，整合更多医院、IT 企业、医疗信息化合作伙伴（SI/ISV）等优质资源加入到智慧医院建设队伍中来，目前联想已经与全国医疗行业近 70 家 ISV 厂商开展合作，汲取精华共同完善智慧医院建设，提升智慧医院的流通性和可复制性，推动行业的信息化发展。

叶明表示，“医院的信息化建设已迎来发展的黄金时期，但是医院借助信息化技术转型只是手段，不是最终目的，信息化最终应该是为医院管理服务，并给患者带来更好的就医体验。而联想将从顶层设计、一站式服务和构建开放生态平台入手，再造业务流程，为医患双方创造就医新体验”。叶明说，举例而言，BAT 三大家已经开始在医疗领域探索，联想则一直在医疗信息化领域深耕细作，联想希望与 BAT 一起共建生态系统，并邀请更多的公司进来合作，把医疗信息化做得更好。

此外，随着医院信息化的深入，对于相关人员的要求将越来越高，而医院的信息化建设是一项长期的专业系统工程，非专业人士很难将其价值发挥到最大化。对此，联想智慧医疗研究院充分发掘温州医科大学信息与工程学院的科研教学资源，建立信息化人才的培养实践基地，帮助医院及行业培养更多既懂医疗、又懂信息化的复合型人才，为行业培养更多生力军。

奥泰荣获《中国企业家》未来之星2015年度最具成长性的新兴企业

6月26~27日，由《中国企业家》杂志社主办的“2015中国创客大会暨第十五届中国企业未来之星年会”在北京召开，奥泰医疗荣获“2015年度最具成长性的新兴企业”称号。公司总裁金辛迪女士应邀出席并担任了“医疗健康”环节导师评委。

该大会作为中国最早的创客集结地，腾讯、百度、小米、京东等现象级公司早年都曾上榜，历届 300 余家上榜



奥泰医疗荣获“2015年度最具成长性新兴企业”称号

企业星光闪烁。近年来,各种众创空间兴起,投资人如雷达般全天候扫描,从创意到创客、创业,进化半径大大缩短。在“互联网+”的大背景下,创客成为巨头们不容小觑的搅局者,他们的加入使行业充满不确定性,一只蚂蚁掀翻一头大象、改变一个行业,并非遥不可及的神话。

本届大会以“搅局者”为主题,邀请诸如奥泰医疗等高科技行业领袖与最前沿的创客们共同探讨在“互联网+”时代,“搅局者”登场会如何颠覆传统产业格局,创客们将怎样跨界创新。

新老创客集结,商业创意火花四溅,展示未来商业的无限可能。无数新奇的点子在这里碰撞生长,以最新的思维、最新的模式、最新的业态,建立全新的市场格局,开创全新的商业未来。

CFDA医疗器械召回公告

Bard Peripheral Vascular, Inc.对PTA球囊扩张导管(商品名: Bard Rival)进行召回

巴德医疗科技(上海)有限公司报告,该公司代理的PTA球囊扩张导管(商品名: Bard Rival)[国食药监械(进)字2013第3774044号],由于可能存在使人工血管受到损伤

的风险,生产商 Bard Peripheral Vascular, Inc. 对该产品进行主动召回。该公司称本次召回产品未在中国销售。请各省、自治区、直辖市食品药品监督管理局加强对此类产品的监督管理。

Stryker Instruments对脉冲冲洗泵及附件进行召回

史赛克(北京)医疗器械有限公司报告,该公司代理的脉冲冲洗泵及附件[注册证号:国食药监械(进)字2009第2541054号(更)],由于包装上以针孔形式存在的缺口可能对无菌有潜在影响,生产商 Stryker Instruments 对该产品进行主动召回。该公司称本次召回产品未在中国销售。请各省、自治区、直辖市食品药品监督管理局加强对此类产品的监督管理。

Zimmer CAS.对膝关节辅助定位工具进行召回

捷迈(上海)医疗国际贸易有限公司报告,该公司代理的膝关节辅助定位工具[注册证号:国食药监械(进)字2014第1101373号],由于可能存在弯曲或者断裂的潜在风险,生产商 Zimmer CAS. 对该产品进行主动召回。该公司称本次召回产品未在中国销售。请各省、自治区、直辖市食品药品监督管理局加强对此类产品的监督管理。

Zimmer Inc.对组合式股骨柄(商品名:Zimmer)进行召回

捷迈(上海)医疗国际贸易有限公司报告,该公司代理的组合式股骨柄(商品名:Zimmer)[注册证号:国食药监械(进)字2012第3462991号],由于可能存在超出细胞毒性水平的风险,生产商 Zimmer Inc. 对该产品进行主动召回。该公司称本次召回产品未在中国销售。请各省、自治区、直辖市食品药品监督管理局加强对此类产品的监督管理。

来源:CFDA网站

专利维权声明

东莞麦可龙医疗科技有限公司(下称“麦可龙公司”)是全球科技先进创新公司 Global-Tech Advanced Innovations Inc. 的成员之一,同时亦作为中国医药质量管理协会、广东省医疗器械协会、深圳市医疗器械等行业协会的会员或主要单位,致力于一次性医用内窥系统及高端医疗耗材的开发和应用,并始终坚持自主知识产权。如今,麦可龙公司产品及相应的技术已得到多款专利的保护,尤其是一次性可视人流吸引管、内窥装置、医疗产品的控制系统等产品,所涉的专利具体包括但不限于专利号为200820107413.X、200820135633.3、200910133772.1、200920149315.7、200920279171.7、200720183495.1、200910222352.0、200810084207.6等。

近期,麦可龙公司发现,市场上渐渐出现大量与上述专利技术特征极其相似的医疗产品,经初步取证及比对,该产品已经涉嫌构成专利侵权,这给麦可龙公司的市场造成严重的恶劣影响及负面冲击,鉴此,麦可龙公司已正式委托广东信信律师事务所钟明均律师开展专利维权行动,并有可能将涉嫌侵权的厂商、用户诉诸法律,届时恕不另行通知。

东莞麦可龙医疗科技有限公司

2015年5月14日