·论 著·

CT 增强对比剂防渗漏导流报警系统研发的实验研究

陈 霖[1],李正东[2],杨子晨[3],王 搏[3],黎海涛[1] (1. 第三军医大学西南医院放射科,重庆 400038; 2. 重庆通信学院基础部电子技术教研室,重庆 400035;3. 第三军医大学学员旅五队,重庆 400038)

[摘 要] **目的** 研发一种能辅助 CT 增强扫描高压注射器及时、安全和准确杜绝对比剂外渗的导流报警系统,以有效避免并发症的发生。**方法** 利用新型的压力传感器模块瞬时感应皮肤张力的变化,通过自毁式导流阀,准确实施对比剂外渗后的警示、导流和自毁功能,将对比剂外渗的危害控制在渗漏初期。并采用动物实验检测该系统的及时性、准确性和安全性。**结果** 通过动物实验,有效验证了报警系统在高压注射器对比剂外渗的初期可瞬时、准确报警,及时切换通道实现导流、自毁。**结论** 该系统设备结构简单、技术可靠,可及时、有效防止高压注射器对比剂外渗对肢体的损害,具有较好的临床应用前景。

[关键词] 计算机断层扫描;高压注射器;对比剂;导流报警系统

[中图分类号] R814.42;R812 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2012)06-0587-03

An anti-leak stream diversion alarm system for contrast agent in CT enhancement scanning

CHEN Lin, LI Zheng-dong, YANG Zi-chen, WANG Bo, LI Hai-tao (Department of Radiology, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To develop a stream diverting alarm device which can aid promptly, safely and accurately in preventing leakage of high pressure injectors of contrast media for CT enhancement scanning. **Methods** A new type of pressure sensor module was utilized to monitor skin tension in real time, and prepared to initiate alarm, divert stream and self-destruct by a self-destructive valve, thus limiting the potential hazard of leakage in its early stage. Animal tests were conducted to verify its prompt, accurate and safe function. **Results** The device has been validated in animal tests, which it is capable of providing instant and accurate alarm, prompt channel switching for diversion and self-destruct. **Conclusion** The device is simple in structure, with validated technology to promptly and effectively prevent damage to limb from leakage of high pressure injectors, which was of great perspective in clinical setting.

Keywords: computed tomography; high pressure injector; contrast agent; stream diversion alarm system

在螺旋 CT 增强扫描中,成像质量的优劣直接受到对比剂注射方法及流量、压力等因素的制约。要取得一份优质的 CT 增强扫描图像,需在极短时间内将足量对比剂注入人体血管,以提高组织分辨率及病变诊断的准确性。高压注射器的应用为 CT 增强扫描质量的提高增添了有力帮助,但因注射压力高,且是隔室操作,难以即时准确观察到注射情况,导致对比剂外渗和增强失败发生。对比剂泄漏至皮下软组织内,因碘浓度及高渗透压的作用,可使局部组织在极短时间内发生程度不同的毒性作用和并发症,则引起局部疼痛,重则可出现组织坏死、肢体功能障碍等,增加了受检者的痛苦和不必要的费用,对患者造成了医疗伤害[1-3]。据此,我们研发了高压注射器防渗漏导流报警系统,通过即时感应皮肤张力变化,准确实施对比剂的导流、警示功能,将对比剂渗漏的危害控制在渗漏初期。

[基金项目] 重庆市科技攻关计划项目(CSTC2009AC5021)

[通讯作者] 黎海涛,E-mail: liihaitao@yahoo.com.cn

[收稿日期] 2012-07-20 [修回日期] 2012-08-06

1 材料与方法

1.1 工作原理

采用上位机模块控制微处理器与电脑间的通信以及程序的下载;压力传感器实时监测注射点附近皮肤张力的变化,一旦出现因对比剂渗漏引起的注射区皮肤张力改变,压力传感器模块立即转换信号并传送到微处理器;微处理器模块将传入的信号与阈值压力比较,如果大于阈值电压,则发送报警信号到功率放大器模块,同时转发信号启动电磁阀;电磁阀接收到微处理器的传输信号,打开导流阀的导流通道,并同时关闭连接静脉的通道,通过电磁阀击打自毁导流阀主轴以实现通道的切换、自毁。功率放大器模块放大报警信号并将信号传入扬声器输出;键盘输入模块输入阈值电压;液晶显示模块显示阈值电压值(图 1)。

1.2 技术设计

本系统由压力传感模块、主控制系统模块、报警模块、切换导流模块和电源模块(图 2a)等 5 个模块组成。压力传感器模块:采用 FS2050 压力传感器进行高精度压力检测,其内置放大模块,可直接测量力的变化,具有便捷、低噪音、过载能力及可靠性高、反映灵敏等特点。工作电压范围 3.3 ~ 5.0 V,在 5 V

工作电压下输出电压范围可达 1 ~ 4 V。压力量程范围 0.5 ~ 1.5 kg/f。主控制系统模块:MSP430F449 低功耗微处理器可直接驱动 2-mux,3-mux,4-mux 液晶屏,显示实时压力及阈值电压数据。并可根据临床需要修改相关的阈值电压数值。本系统采用其完成信号、检测处理,实时采集压力传感器输出电压,当高于预设的阈值电压时,瞬即启动声光报警,并触发伺服电机进行导流切换。声、光报警模块:系统需瞬时、有效对高压注射器对比剂渗漏事件的发生做出敏捷反应,经测试选择发光二极管报警和蜂鸣器报警 2 种声、光报警模块。切换导流模块:经比较测试,速度为 0.18 ~ 0.16 s/600,扭力 15 kg,工作电压为 5 ~ 7.2 V 的伺服电机具有相应速度和扭力以有效旋转三通阀,可满足系统设计要求,瞬时完成导流切换功能。电源模块:电压转换芯片 NCP1117 可将经直流稳压电源输出的 5 V 转换为本系统微控制器所需的工作电压 3.3 V,以实现直流电压转换。

1.3 系统工作微控制器

本系统采用的主控制器为 MSP430F449 控制器(TI 公司),其具备高性能的 16 位 RISC 微控制器,内置 120 kB 的 FLASH 和 4 kB 的 RAM 等 5 种工作模式,并集成了 12 位的 A/D 变换器和 12 位的 D/A 变换器、16 位的定时器、USART、IIC 和 SPI 等通信接口,能对 160 字段液晶完成直接驱动。具有处理功能强、集成度高、外围设备丰富、以及功耗超低等特点,适应于对处理要求较高的嵌入式系统。

1.4 实验用高压注射器

系统研发采用 CT 增强专用高压注射器(missouri),由德国欧利奇(Ulrich)公司提供。

1.5 实验动物及方法

雄性大耳兔 8 只(由第三军医大学实验动物中心提供),体质量(3.0 ± 0.5) kg。测量体质量后,用 30% 戊巴比妥钠(1 mg/kg)经耳缘静脉注射麻醉,将兔俯卧位固定于动物实验板,四肢环形备皮;于刺入针头前方 0.5 cm 处平贴本系统的压力感受器,感受器与肢体用医用胶带环形固定。将本系统与高压注射器相接并连于头皮针,择其单肢,将头皮针刺入皮下。用高压注射器注射生理盐水制作对比剂外渗模型,使压力感受器贴于实验肢体处迅速形成皮丘。观察报警系统即时报警并启动导流装置的敏感性和确定性(图 2b、c)。

图 1 高压注射器导流报警系统架构设计图

a:实物图;b、c:动物实验

图 2 高压注射器导流报警系统

2 结果

本研究采用高压注射器防渗漏智能导流报警系统对兔进行了 32 次(8 只 ×4 肢)防渗漏导流报警实验,均能在对比剂外渗约 2 mL 致皮丘膨胀时瞬间报警并迅即启动导流装置。

3 讨论

高压注射器作为临床影像医学中为配合增强 CT 扫描的辅助装置,具有可根据扫描需要实时调节流量及流速的优点,除 CT 增强扫描外、也为核磁共振增强扫描以及血管成像等检查技术带来安全、快速和准确的增强方法而被临床广泛运用。在临床实际工作中,由于高压注射器注射对比剂时注射速度快、压力高使之易发生对比剂渗漏[4]。虽然高压注射器本身也具备压力改变监测装置,但是由于其监测的是高压注射管的内部压力变化,这种间接测量方法不能及时、有效监测到对比剂渗漏到病人皮肤的瞬间变化。常常由于观察到的时间滞后于对比剂发生渗漏的时间,当发现时病人肢体常常已经发生了严重的肿胀和损害现象,甚至出现广泛性组织坏死[5-8]。

目前,国内外虽有作者针对患者局部皮肤压力的变化检测采用相关装置做过一些防护研究,观察高压注射器使用过程中注射局部压力的改变,以监测和杜绝对比剂外渗带来的损害。但是,这些装置不能瞬时完成相应的报警、导流和自毁功能,这样仍然不能避免组织产生序贯性损害的现象;此外,机械装置的使用寿命也有限,且价格昂贵[9]。本系统为解决这一难题提

供了有效方法,可明显增加高压注射器应用中的安全性,及时控制对比剂渗漏于血管外,杜绝并发症的发生,减少药物浪费和避免医患矛盾的产生。

本报警系统保证了在高压注射器对比剂外漏瞬时警示、导流和自毁功能的准确性和高效性,有效杜绝了由于对比剂外渗产生的序贯性损害,这是本研究装置有别于其他类型注射器报警装置的重要特点。本装置将压力传感器袖带实时监测的数据与基本压力阈值比对。当出现异常信号后启动自毁式导流阀工作,同时进行切换通道、报警、自毁序列功能,及时解决了高压注射器停止工作后由于其惯性压力导致的继续渗漏[10]。实验表明该报警系统设备结构简单、技术可靠,可及时、有效防止高压注射器对比剂外渗对肢体的损害,为临床影像增强扫描提供了帮助。

[参考文献]

[1] 陈玉娟,王士芹,赵梅玉. CT 增强扫描对比剂渗漏原因分析及预防[J]. 护理实践与研究,2009,6(24):23 - 25.

[2] Namasivayam S, Kalra MK, Torres WE, et al. Adverse reactions to intravenous iodinated contrast media: an update[J]. Curr Probl Diagn Radiol, 2006, 35(4): 164 - 169.

[3] Federle MP, Chang PJ, Confer S, et al. Frequency and effects of extravasation of nonionic contrast media during rapid bolus injection rates[J]. Radiology, 1998, 206(3): 637 - 640.

[4] Kingston RJ, Young N, Sindhusake DP, et al. Study of patients with intravenous contrast extravasation on CT studies, with radiology staff and ward staff cannulations[J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2012, 56(2): 163 - 167.

[5] Wienbeck S, Fischbach R, Kloska SP, et al. Prospective study of access-site complication of automated contrast injection with peripheral venous access in MDCT[J]. Am J Roentgenol, 2010, 195(4): 825 - 829.

[6] Bellin MF, Jakobsen JA, Tomassin I, et al. Contrast medium extravasation injury: guidelines for prevention and management[J]. Eur Radiol, 2002, 12(11): 2807 - 2812.

[7] Juchem BC, Dall'Agnol CM. Immediate adverse reactions to intravenous iodinated contrast media in computed tomography [J]. Rev Lat Am Enfermagem, 2007, 15(1): 78 - 83.

[8] Cohan RH, Bullard MA, Ellis JH, et al. Local reactions after injection of iodinated contrast material: Detection, management and outcome[J]. Acta Radiol, 1997, 4(11): 811 - 818.

[9] Powell CC, Li JM, Rodino L, et al. A new device to limit extravasation during contrast-enhanced CT[J]. Am J Roentgenol, 2000, 174(2): 315 - 318.

[10] Amaral JG, Traubici J, David GB, et al. Safety of power injector use in children as measured by incidence of extravasation[J]. Am J Roentgenol, 2006, 187(2): 580 - 583.

(编辑:左艳芳)

·个案与短篇·

双肾静脉伴副肾动脉 1 例

余修贵[1],江会勇[1],曹小明[1],陈 惠[1],吴振波[2],孙 凯[2],王晓莉[2] (九江学院:1. 基础医学院人体解剖与组织胚胎学教研室;2. 临床医学 2009 级本科,江西 九江 332000)

[关键词] 肾静脉;副肾动脉;解剖
[中图分类号] R323 [文献标识码] B [文章编号] 1672-5042(2012)06-0589-01

在正常情况下,胚胎期后肾的血液供应是随着肾脏的上升,高位新的血管建立和低位旧的血管退化消失,一般最后仅保留一条肾动脉和肾静脉。据文献报道,双肾静脉发生率,右侧为 16.3%,左侧为 3.1%[1]。作者在指导临床医学本科生制作标本时,发现 1 例右肾双肾静脉伴副肾动脉。为了积累解剖学资料,临床检查、诊断与治疗提供参考,现将此例双肾静脉伴副肾动脉报告如下。

1 材料与方法

10% 的福尔马林固定的老年女尸 1 具,身高 155 cm,发育正常,外观无任何畸形,腹部未见手术切口疤痕。解剖显露肾脏及血管、下腔静脉、腹主动脉,用游标卡尺测量其径线。

2 结果

解剖观察肾脏发现,右肾门处肾动脉前、后方各有一条肾静脉分别汇入下腔静脉后外侧,出肾门处外径前支为 9.2 mm、后支为 5.3 mm,两汇入点相距 6 mm(图 1)。右副肾动脉于肠系膜下动脉起点下方 24.5 mm 处发自腹主动脉右侧,起点外径 3.10 mm,从下腔静脉前方斜向右上,经输尿管的后方进入右肾后内侧,距肾下极 17.1 mm。下腔静脉在副肾动脉斜跨处外径 21.2 mm,其上部最宽处外径为 27.3 mm,下部最宽处外径 24.2 mm。其他未见异常。

3 讨论

副肾动脉又称肾副动脉,为功能性终末血管,是指不经肾

[收稿日期] 2012-04-23 [修回日期] 2012-05-10

(下转第 592 页)