

一种动物视网膜压力仪的设计

孙晓明¹, 魏欣冰², 盖志刚¹

1. 山东大学物理学院医学物理研究室, 山东 济南 250012; 2. 山东大学医学院药理研究所, 山东 济南 250012

【摘要】目的: 缺血性视网膜损伤是眼科常见的一种临床表现, 对其进行研究需要建立缺血性视网膜损伤模型。采用生理盐水前房加压灌注法制作高眼压模型是最为常用的一种造模方法, 但目前国内尚未有这种专用的模型制作装置。针对这种情况, 我们设计了一种动物视网膜压力仪, 用于制备缺血性视网膜损伤模型。**方法:** 该装置采用压缩空气作为压力源, 以气-液隔离器为施压执行器, 通过压力传感器检测压力, 用控制器控制压力和加压时间, 并且控制器采用模块化设计方法进行设计, 其压力的控制采用通用的智能工业调节器来实现, 时间控制采用通用的智能时间继电器来实现。**结果:** 该装置可自动按设定的时间对眼前房施加压力, 并且时间准确, 压力恒定。**结论:** 该装置压力稳定, 定时准确, 可根据实验需要设定压力的大小和定时时间。预先设定压力和定时时间后, 整个实验过程自动进行。使用该装置不仅保证了实验过程的一致性, 使实验操作更加规范和严谨, 而且提高了工作效率。该装置性能可靠, 结构简单, 制作容易, 操作简单, 使用方便。

【关键词】 视网膜压力仪; 控制器; 压力传感器; 气-液隔离器

【DOI 编码】 doi:10.3969/j.issn.1005-202X.2015.01.020

【中图分类号】 TP271.32

【文献标识码】 A

【文章编号】 1005-202X(2015)01-83-04

Design of an Animal Retina Pressure Gauge

SUN Xiao-ming¹, WEI Xin-bing², GAI Zhi-gang¹

1. Medical Physics Laboratory, Physics School, Shandong University, Jinan 250012, China; 2. Pharmacological Research Institute of School of Medicine, Shandong University, Jinan 250012, China

Abstract: Objective Ischemic retinal injury is a common clinical manifestation, and a model of ischemic retinal damage must be established for its study. A high intraocular pressure model is usually established by injecting normal saline into the anterior chamber. However, dedicated devices for the high intraocular pressure model building can not be found in China. Therefore, an animal retina pressure meter was designed to create an ischemic retinal damage model. **Methods** The compressed air is used as a pressure source and a gas-liquid isolator as an actuator in the apparatus. The pressure is measured by the pressure sensor. The pressure and processing time are adjusted by a controller and the controller is made using modular design. The pressure is controlled by an intelligent industrial regulator, and the time is controlled by a smart relay in the controller. **Results** The apparatus can automatically pressurize the anterior chamber with the accurate setting time and stable pressure. **Conclusion** The pressure and time can be set according to the experimental needs and can be controlled accurately. The experiments will be automatically conducted as pre-setting the pressure and time. The use of the apparatus can not only ensure the consistency of the experimental process and maintain more standardized as well as rigorous experimental operation, but also improve the working efficiency. The apparatus is reliable with simple structure, easy fabrication, feasible operation, and convenient using.

Key words: retina pressure meter; controller; pressure sensor; gas-liquid separator

【收稿日期】 2014-06-08

【项目基金】 山东大学教学实验室软件建设项目(sy2011324)

【作者简介】 孙晓明, 男, 实验师, 从事传感器技术和物理实验仪器的研究工作, 作为第一发明人, 获得国家发明专利 4 项, 实用新型专利 10 项。Tel:13127136669; E-mail:xmsun@sdu.edu.cn

前言

缺血性视网膜损伤是眼科常见的一种临床表现, 其病因种类繁多, 对其进行研究需要建立缺血性视网膜损伤模型^[1-2]。采用生理盐水前房加压灌注法制作高眼压模型是最为常用的一种造模方法, 这种方法是通过向动物的眼前房施加一定的压力, 使得眼底血管

断流,造成视网膜缺血。目前国内在制备缺血性视网膜损伤模型时,通常是用自制的加压装置来进行制模的,如用得比较多的是充气式加压装置(向装有生理盐水的密封容器里充气),这种装置需要人工挤压橡皮球向容器中充气加压,其压力的控制是由人工根据血压计的变化进行调节的,不但操作繁复,而且很难把压力精确地控制在设定值上,存在实验效果参差不齐,耗时费力等缺陷,需要改进。目前国内尚未有专用的自动加压装置,针对上述情况,我们设计了一种视网膜压力仪,采用压缩空气作为压力源^[3],以气-液分离器为施压执行器,通过压力传感器检测压力,用控制器控制压力和加压的时间^[4],该装置可自动按设定的时间对眼前房施加压力,并且压力恒定,时间准确,使用该装置不但能保证实验条件精确一致,而且省时省力。

1 视网膜压力仪的设计方案

本装置采用模块化设计方法进行设计,其压力的控制采用通用的智能工业调节器来实现,时间控制采用通用的智能时间继电器来实现,这样不仅可以简化装置的设计和制作,缩短研制周期,而且性能稳定可靠,结构简单紧凑。

1.1 智能工业调节器简介

智能工业调节器是自动控制系统常用的一种控制仪表,适于对压力、温度、流量、液位等的精确测控。其主要特点是:直流电压、直流电流、热电偶、热电阻等多种信号自由输入,测量范围和显示分辨率可自由设置,模块化的输出结构,使控制输出自由可选(如可选择为固态继电器、可控硅等输出),输出可定义为位式控制或PID控制,并可设置正反作用。

1.2 智能时间继电器简介

智能时间继电器是近年发展起来的新一代控制仪表,它包含多种功能,用户可根据需要任意单设定为时间继电器,双设定时间继电器等,其具有延时精度高,延时范围广等诸多优点,可广泛应用于电子、机械等需要时间控制的场合。

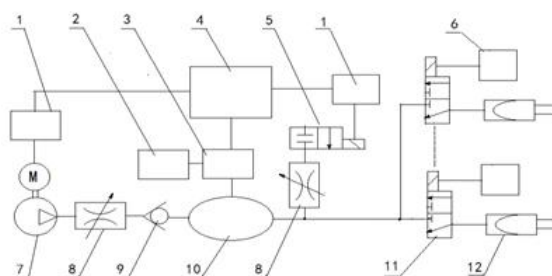
2 装置的基本构成

该装置由控制系统和气动系统两部分构成,控制系统由压力控制器、时间控制器、压力传感器、驱动电路(固态继电器)、稳压电源、气泵电机、电磁线圈(电磁阀)等组成。气动系统由微型气泵、节流阀、单向阀、储气瓶、电磁阀、气-液隔离器等组成。如图1所示

3 系统的设计

3.1 压力控制系统的设计

压力控制主要是通过压力控制器来实现的,控制电路的构成比较简单,主要由压力控制器、压力传感器 MPX2050、固态继电器 SSR(2 A-200 V)组成,其



1-驱动电路;2-稳压电源;3-压力传感器;4-压力控制器;5-二位二通电磁阀;6-时间控制器;7-微型气泵;8-节流阀;9-单向阀;10-储气瓶;11-二位三通电磁阀;12-气-液分离器

图1 视网膜压力仪的结构示意图

Fig.1 The Structure Diagram of the Retina Pressure Gauge

中压力传感器的电源由 LM431 基准稳压器提供,其输出端于压力控制器的输入端连接,气泵电机和电磁线圈通过固态继电器于压力控制器的输出端连接(气泵电机接主输出端),它们的电源由开关电源模块(12 V-10 A)提供,压力控制器的控制方式采用PID调节(精度要求低时也可以采用位式调节)。控制过程为,微型气泵产生的压缩空气,通过节流阀调节后传送到储气瓶中,由压力传感器对储气瓶中的压力进行实时测量,并反馈到压力控制器,控制器将反馈值与给定值进行比较,对误差进行PID运算,利用运算结果控制二位二通电磁阀与气泵,当压力高于给定值时,二位二通电磁阀放气,使压力降低,反之当压力小于给定值时,气泵工作向储气瓶充气使压力增高,调节气泵与电磁阀,使压力输出稳定在给定值上。图2为压力控制电路原理图

3.2 时间控制系统的设计

时间控制由时间控制器来实现,电磁阀的电磁线圈直接于时间控制器输出端的继电器连接,电源由开关电源模块(12 V-10 A)提供,时间控制器设定为倒计时时间继电器,时间范围根据实验要求设定。其控制过程为,时间控制器根据预先设定的定时时间,控制二位三通电磁阀接通或断开,当电磁阀通电时气源通过电磁阀向气-液隔离器的充气腔充气并通过储液腔中的生理盐水对眼前房施压,当电磁阀断电时充气腔通过电磁阀放气解除施压。图3为时间控制电路原理图

3.3 气动系统的设计

气动系统主要由微型气泵、储气瓶、节流阀、气-液隔离器组成,微型气泵用来产生压缩空气,通过节流阀调节后传送到储气瓶中。储气瓶的作用是消除由于气泵断续充气产生的压力脉动保证气压平稳。在气泵充气回路和电磁阀放气回路中各设置一个节流阀,其作用是调节气泵的充气量和电磁阀的排气量用以提高控制精度和稳定性。气-液隔离器是施压执行部件,是本设计的自制部件(独创部件),它由充放气口、充气腔、柔性隔膜、密封圈、储液腔、液体出入口等构

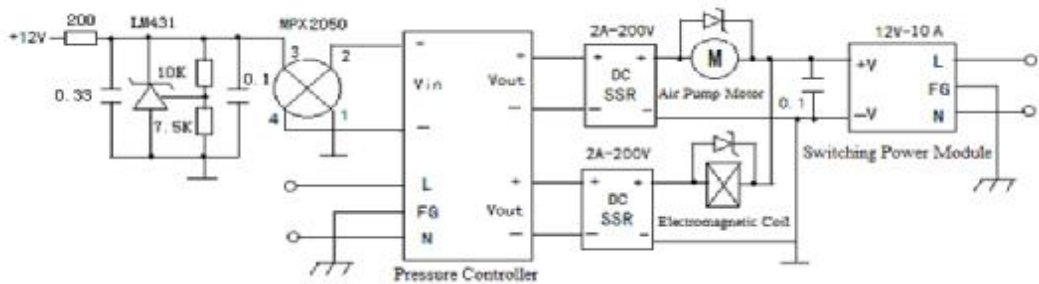


图 2 压力控制电路原理图

Fig.2 The Diagram of Pressure-controlled Circuit

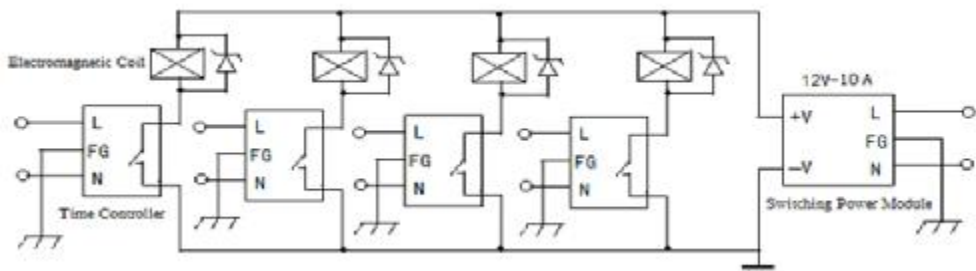
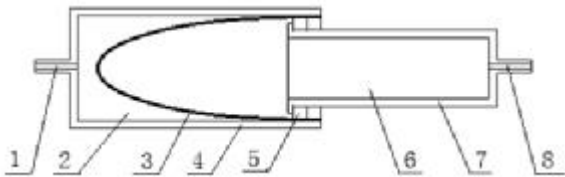


图 3 时间控制电路原理图

Fig.3 The Diagram of Time-controlled Circuit

成,如图 4 所示,其作用是把气压通过柔性隔膜无损
失的传递到生理盐水上,然后作用到眼前房上。采用
气液隔离可以防止眼球出现泄漏时,影响气动系统正
常工作,这样不仅可以用一个气压源同时对多个模型
施压(同时制造多个模型),还可以防止不洁气体对眼
内造成感染。(注:充气腔壳体与储液腔壳体分别用
50 Lm 和 10 Lm 一次性注射器针筒制成,柔性隔膜用
大号手术手套中指制成,密封圈用 50 Lm 的一次性注
射器橡胶活塞制成)



1-充放气口;2-充气腔;3-柔性隔膜;4-充气腔壳体;5-密封圈;6-储液腔;7-储液腔壳体;8-液体出入口

图 4 气-液隔离器结构示意图

Fig.4 The Structure Diagram of the Gas-Liquid Isolator

4 视网膜压力仪的应用

我们以制备视网膜缺血再灌注模型为例来说明
本仪器的使用效果。选健康大鼠 4 只,体质量 200 g~250
g,乌拉坦(800 mg/kg ip)麻醉后进行加压实验。首先排
空气-液隔离器储液腔中的空气,再用生理盐水充满
储液腔,将气-液隔离器的充放气口与压力仪的出气
口连接,液体出入口与头皮针连接,针头从大鼠角膜
缘斜插入前房,设定压力为 120 mmHg,时间为 2 h,

然后按下时间控制器的启动开关进行加压,加压后触
摸眼球明显变硬,可见球结膜苍白,检眼镜检查发现
视网膜动脉血流中断,视网膜苍白,持续 2 h 后拔除
针头,虹膜和球结膜颜色恢复正常,检眼镜观察眼底
见视网膜呈橘红色,说明阻断的血管重新开放,已成
成再灌注。通过实验表明该仪器全完达到了设计要
求,用其制造模型不仅一致性好,而且效率高,省时省
力。(该装置的实物照片如图 5 所示)。



图 5 视网膜压力仪的实物照片

Fig.5 The Object Photo of the Retina Pressure Gauge

5 结束语

本装置采用模块化设计的理念进行设计,其压
力的控制采用通用的工业调节器来实现,时间控制采
用通用时间控制器来实现,这样不仅性能稳定可靠,

而且可以简化装置的结构设计和制作,缩短研制周期。本装置与现有装置相比,压力控制精度高,在制备缺血性视网膜损伤模型时模型之间差异小,重复性好。压力控制和时间控制是自动进行的,可将实验人员从机械,重复的操作过程中解脱出来。能同时制造多个模型,大大的提高了工作效率。本装置操作简单,使用方便,结构简单,制造容易,使用安全,成本低。

【参考文献】

- [1] 陈钦进,管怀进,解正高,等.台式血压计监测大鼠急性高血压模型建立过程中的眼内压[J].中国眼耳鼻喉科杂志,2007,7(4):211-213.
- Chen QJ, Guan HJ, Xie ZG, et al. Monitoring of intraocular pressure with a sphygmomanometer during the process of establishment of rat model of acute intraocular hypertension[J]. Chinese Journal of Ophthalmology and Otolaryngology, 2007, 7(4): 211-213.
- [2] 杨新光,李健民.大鼠实验性高血压视网膜缺血再灌注损伤模型的建立及其机制[J].第四军医大学学报,2002,23(2):126-129.
- Yang XG, Li JM. Study on ischemia reperfusion retinal damage of experimental ocular hypertension rats [J]. Journal of the Fourth Military Medical University, 2002, 23 (2): 126-129.
- [3] 宋锦春,苏东海,张志伟.液压与气压传动[M].北京:科学出版社,2006:335-336.
- Song JC, Su DH, Zhang ZW. Hydraulic and pneumatic transmission [M]. Beijing: Science Press, 2006: 335-336.
- [4] 胡永建.一种基于PID算法的气压控制技术[J].测控技术,2011,30(8):60-63.
- Hu YJ. A pneumatic control technology based on PID algorithm [J]. Measurement & Control Technology, 2011, 30(8): 60-63.
- [5] 王玉芳,盛晓岩,刘颖.压力控制器气路控制模型研究[J].计测技术,2009,29(2):11-13.
- Wang YF, Sheng XY, Liu Y. Research on pneumatic circuit control model of pressure-controller [J]. Metrology & Measurement Technology, 2009, 29(2): 11-13.
- [6] 王清波,马超,王敬党.时间继电器在控制回路中的应用[J].制造业自动化,2006,28(12):63-64.
- Wang QB, Ma C, Wang JD. Usage of time relay in the control circuit [J]. Manufacturing Automation, 2006, 28(12): 63-64.

(上接第71页)

- [5] 姚成,司玉娟,郎六琪,等.基于小波提升的ECG去噪和QRS波识别快速算法[J].吉林大学学报(工学版),2012,42(4):1037-1043.
- Yao C, Si YJ, Lang LQ, et al. Fast algorithm of ECG denoising and QRS wave identification based on wavelet lifting [J]. Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition), 2012, 42(4): 1037-1043.
- [6] 唐艳,汤井田.应用高阶统计方法实现R波的检测[J].中国医学物理杂志,2005,22(6):739-741.
- Tang Y, Tang JT. Detection of ECG's R-wave based on high order statistics [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2005, 22 (6): 739-741.
- [7] Moraes JC, Freitas MM, Vilani FN, et al. A QRS complex detection Algorithm using electrocardiogram leads [C]//Proc. of Computers in Cardiology. Memphis, USA: IEEE Press, 2002: 205-208.
- [8] Christov II. Real time electrocardiogram QRS detection using combined adaptive threshold [J]. Biomedical Engineering Online, 2004, 3: 1-9.
- [9] Huang B, Wang Y. Detecting QRS complexes of two-channel ECG signals by using combined wavelet entropy [C]//Proc. of the 3rd IEEE ICBBE. Beijing, China: IEEE Press, 2009: 1-4.
- [10] 张龙飞,张跃.一种多导联QRS波实时检测算法[J].计算机工程,2011,37(16):282-284.
- Zhang LF, Zhang Y. Real-time detection algorithm of multi-lead QRS wave [J]. Computer Engineering, 2011, 37(16): 282-284.
- [11] Hamilton P, Curley M. Open Source ECG Analysis Software [EB/OL]. (2003-04-24). <http://www.eplimited.com/>.
- [12] Sungho OH. A new quality measure in electrocardiogram signal [D]. Florida USA: University of Florida, 2004.
- [13] Krasteva V, Jekova I. QRS template matching for recognition of ventricular ectopic beats [J]. Annals of Biomedical Engineering, 2007, 35(12): 2065-2076.