

# 头部位移检测法动物悬尾实验仪的研制

葛尔宁, 黄真

(浙江中医药大学, 杭州 310053)

**【摘要】** 采用红外传感、激光定位、51系列单片微机控制和记忆等技术,研制一种检测动物悬尾特性的仪器,用于药物研究中的动物悬尾实验。经30例小鼠实验证明,效果良好,该仪器为动物悬尾实验提供了一种全新的先进方法。

**【关键词】** 悬尾实验;药物研究;检测仪器;小鼠

**【中图分类号】** R33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2012)08-0058-04

doi: 10.3969/j.issn.1671.7856.2012.008.014

## Development of an Experimental Instrument for Testing the Behavior of Mice in Tail Suspension Based on Its Head Displacement

GE Er-ning, HUANG Zhen

(Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310053, China)

**【Abstract】 Objective** To develop an instrument that detects the behavior of mice in tail suspension during pharmaceutical experiments. **Methods** One pair of infrared sensors was used for signal conversion. A diode laser was used for positioning. A 51-series microcontroller was used to control the experimental setup and record the results. **Results** A microcontroller-based experimental instrument that can automatically detect the behavior of animals in tail suspension during pharmaceutical experiments was developed. **Conclusions** Our experimental results with 30 mice indicate that the developed instrument provides an innovative tool for detecting the behavior of animals in tail suspension.

**【Key words】** Tail suspension test; Pharmaceutical research; Detection instrument; Mice

动物悬尾实验在抗抑郁药物、兴奋药物、镇静药物及相关保健品的研制中应用广泛,这种夹着小鼠尾端使其悬挂进而挣扎、放弃、再挣扎、再放弃,逐步进入特有的抑郁不动状态是评价上述药物疗效的一种方法。但实验过程常遇到一些操作上的麻烦和判断误差,如夹断动物尾巴、人为计数误差和干扰信号等,为此研制一种具仿生夹尾功能,抗干扰能力较强的头部位移检测法悬尾实验自动检测仪。作为该实验领域中的一种全新自动化检测

手段,在业界得到推广应用的前景乐观。

类似实验目前在业界有采用手记和录像回放观察法、应力检测法、红外热释电检测法等,手记和录像回放法过于落后;应力检测法对挣扎激烈的悬尾小鼠效果较好,但对缓慢挣扎的检测效果不理想,另外,实验小鼠的重量、挣扎强度等都会给检测时的调零和判断带来困难;红外热释电检测法则对自身电源和检测环境的要求太高,抗干扰能力较差,实验中易受并不认为是挣扎过程的四肢舞动等

[作者简介] 葛尔宁(1957-),男,研究员,医学仪器专业,E-mail: ge\_er\_ning@sina.com。

[通讯作者] 黄真(1963-),女,教授,中药学专业,E-mail: zhen626@yahoo.com.cn。

因素的干扰。

笔者仔细观察悬尾小鼠挣扎时的一个共性:或翘头向前或摆头向侧或卷缩向上,每每挣扎其头部必离原位较多。利用这一头部位移信号来判断悬尾小鼠是否正处挣扎行为比较科学合理,相关检测仪器可依此原理研制。

类似头部位移检测方法及相关检测仪目前国内未见有报道,也未见有进口的。本文采用 51 系列单片微机控制和记忆系统结合红外传感器、二极管激光定位装置等组合控制电路<sup>[1-6]</sup>,自动记录设定时间内悬尾小鼠翘头、摆头、卷缩向上等实验中被视为挣扎的次数。检测方式和设计思路具有一定的创新性和先进性。

### 1 仪器设计、研制

仪器整体构思和设计共分动物夹尾器、传感定位器、系统控制部分、系统控制软件、控制器面板等五部分:

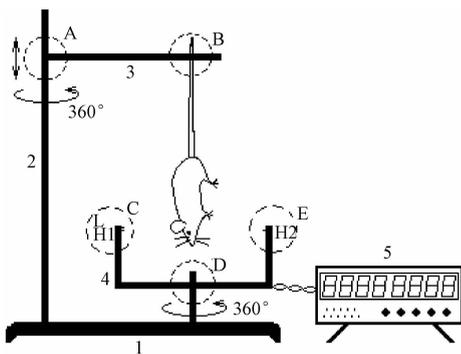


图 1 仪器结构图

1. 底盘 2. 支架 3. 夹尾器 4. 传感定位器 5 控制器

Fig. 1 Diagram of the structure of the instrument

1. Chassis, 2. Supporter, 3. Tail clamp device, 4. Sensor locator, 5. Controller

#### 1.1 夹尾器设计

1.1.1 夹尾器由一根(10 × 15 × 115)mm 轻质刚性材料悬臂梁、滑块、套管等组成,其一端具夹尾功能,见图 2,旋紧螺帽 a,滑块 b 以动配合的模式沿着固定在悬臂梁 c 上的螺杆 e 和滑杆 d 压缩弹簧 f,进而使两块半圆形乳胶 g 重合,起到夹紧的作用,如此,由一对半圆形乳胶 g 组成的仿生锥形乳胶软夹即可将动物尾巴死死夹住。见图 2 中 B 正视图,乳胶软夹的 2° 锥形设计是根据 30 只小鼠尾端锥度的平均值所得,这样可使乳胶软夹和动物尾巴的夹击面受力最为均匀,在达到摩擦系数最大化的同时又不致使受力不匀而夹断动物尾巴。

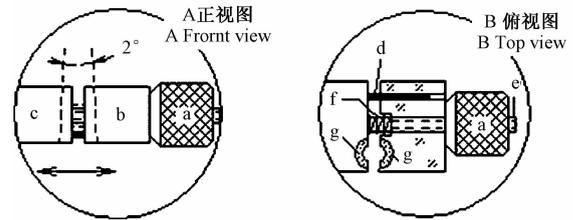


图 2 夹尾器

a. 螺帽; b. 滑块; c. 悬臂梁; d. 固定滑杆; e. 固定螺杆; f. 弹簧; g. 乳胶

Fig. 2 Scheme of the tail clamp device

a. Nut; b. Slider; c. Cantilever; d. Fixed slider; e. Fixed screw; f. Spring; g. Latex

1.1.2 另一端为园管形结构,套在普通实验用铁架台的支架 2 上并可由一螺帽控制作上下及水平 360° 位移,见图 1, A 处。

#### 1.2 传感定位器设计

1.2.1 传感定位器安装在铁架台的底盘 1 上,见图 1, D 端设计成可 360° 旋转, C、E 两端以 D 端为中心轴相互对称,这样,不管小鼠的头部朝向那里,安装在 C、E 两端的传感器和定位器都可通过水平旋转后准确对准小鼠脑门。

1.2.2 以红外信号发射管 H1 作为信号发射源,安装在传感定位器 4 上,见图 1, C 处,对应端 E 处为红外信号接收管 H2。作为定位信号的激光管 L 紧贴 H1 上方安装,这样,当减弱的激光红点对准处于相对静态的动物脑门时,一对红外管正好对应小鼠头部两端,小鼠向任何方向的翘头动作达到一定幅度时就可由 H2 捕获,而一般的晃动、摆动等非挣扎干扰信号可由比 H1 信号斑点大数倍的小鼠头部挡去。

1.2.3 以红色激光二极管 L 作定位信号源,激光斑点设计成 2 mm 直径,强度减弱成暗红色,

在定位时可使小鼠不受强光刺激。

#### 1.3 系统控制部分设计

采用 51 系列通用单片微机 AT89S51 为主控芯片,控制来自红外传感、时间设定和分段显示等信号的输入/输出、实时显示设定时间内小鼠挣扎的次数等。控制框图见图 3:系统控制部分包括按钮输入部分、显示部分、以及带微机的控制电路部分。各功能模块具体介绍如下:

##### 1.3.1 按钮输入部分:

1.3.1.1 计数清零按钮/段计数显示按钮:此按钮由一开关控制交换使用,一端用于累计计数和计数回零,设定运行时间内可随时回零,但可继续计数。



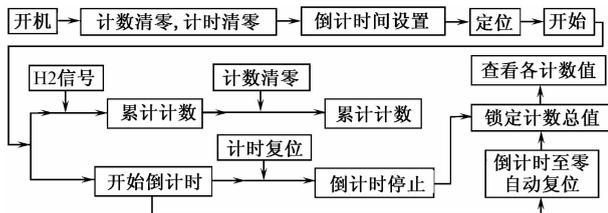


图 5 实验流程图

Fig. 5 Experiment flow chart

小鼠脑门,在事先设置过倒计时情况下,按“开始”即可进行实验。

根据动物习性:悬尾小鼠易受周边环境影响而挣扎,为此,实验时,整个实验试架用一无盖的 C 形盒屏蔽。

在最终研制成功的仪器上进行了 30 例小鼠实验,小鼠体重 15 ~ 25 g, 体尾总长(150 ~ 190)mm, 单只小鼠的实验时间设定为(5 ~ 25) min, 取 15 只健康小鼠, 作(5 ~ 25) min 的悬尾实验, 每段设置 5 min, 另取 15 只经抑郁造模的小鼠和健康组作对照实验。由图 6 可见 30 例小鼠的悬尾实验结果。从实验结果看, 两组动物的挣扎次数差异明显, 掌握

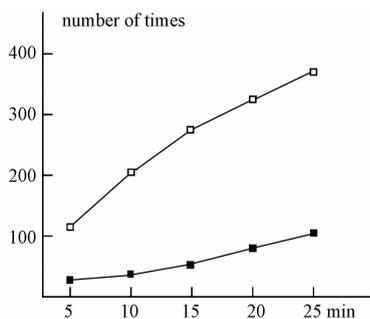


图 6 实验结果

□ - □: 健康组; ■ - ■: 抑郁组

Fig. 6 The testing records

□ - □: Health group; ■ - ■: Depression group

动物规律和实验技巧后,就可充分利用该实验仪器进行动物悬尾实验。

### 5 讨论

曾用光电传感器在小鼠尾部采集挣扎时的移动信号,但这种方法对移动物体太敏感,往往把小鼠挣扎后的自由摆动也当做几次挣扎记录,如此与实验要求的挣扎条件不符,所以弃用。

由于红外传感器通常会有一定的感应范围,实验时,应尽量使激光红斑准确瞄准小鼠脑门相对于两眼偏上的位置,以免造成测量误差。

本仪器使用不受温差、湿度、强光等因素影响,有较好的抗干扰能力,但需在相对平静的环境下工作,人员和物体流动较频的场所会影响动物的情绪,震荡和过度倾斜也会使传感系统出错,影响测量结果。在没有意外情况干扰的前提下(如断电等),仪器可连续工作一月,直至人为拨“电源”开关关闭仪器,结束实验。

### 参考文献:

[ 1 ] 李萍,张池,张勃. AT89S51 单片机原理、开发与应用实例 [M]. 北京:中国电力出版社,2008:1 - 150.  
 [ 2 ] 余永权,汪明慧,黄英. 单片机在控制系统中的应用 [M]. 北京:电子工业出版社,2005:125 - 278.  
 [ 3 ] 葛尔宁,袁勇,应华忠,等. 数据记忆动物疲劳测试仪的研制 [J]. 中国比较医学杂志,2006,16(8):489 - 490.  
 [ 4 ] 葛尔宁. 数据记忆动物游泳测试仪的研制 [J]. 中国比较医学杂志,2008,18(2):71 - 73.  
 [ 5 ] 余文芳,葛尔宁. 微机控制自动微量容量测试仪的研制 [J]. 中国比较医学杂志,2008,18(6):76 - 78.  
 [ 6 ] 袁勇,葛尔宁. 微机自动控制动物饮食行为检测仪的研制 [J]. 中国比较医学杂志,2011,21(9):75 - 78.

[ 修回日期 ] 2012-03-15