文章编号:1000-5404(2012)05-0461-02

技术方法

一种小动物湿热环境试验箱的研制

赵远鹏,蔡 颖,董兆君 (400038 重庆,第三军医大学军事预防医学院毒理学研究所)

[摘要] **目的** 研制一种小型湿热环境动物试验箱。**方法** 采用有机玻璃制作湿热环境试验箱箱体,敷设加温、加湿装置和电子温度调节仪。利用电子温度、湿度计测定试验箱内环境温度变化规律。将 SD 大鼠 12 只置于试验箱内,分别测量受试前及受热 30、60、90 min 和 120 min 后的体质量及肛温变化,用于检测模拟效果。**结果** 当箱内空气温度为(37.9±0.2)℃、相对湿度为(60.4±0.9)%时,受试动物活动增多,30 min 肛温平均升高 2.7 ℃,60 min 后体质量减轻 3.16%($P<0.01$),120 min 后体质量减轻 5.52%($P<0.01$)。**结论** 该试验箱内温、湿度在一定范围内可控,试验结果精确、稳定、可靠,可作为湿热环境相关科学研究的实验模型。

[关键词] 湿热环境;模拟;温度;湿度;大鼠
[中图法分类号] R-331 [文献标志码] B

热环境,不仅影响人体的感觉[1-2],也影响人的心理活动[3],更影响人体的生理机能[4-5]。据文献报道,当高温环境与其他不良因素同时作用于人体时,对生理功能的影响会更大[6],而使机体对热刺激的敏感性加强,热应激加重,导致一系列异常反应,严重的可导致死亡。研究湿热环境对机体功能的影响一般在热环境模拟舱内进行。这种舱室容积大,造价昂贵,维持运转费用较高。国内为动物实验设计的几种小型舱室因温、湿度控制,空气流通等原因不适用于动物生理功能测量。因此,我们研制了一种小动物湿热环境模拟箱,可实现温、湿度自动控制,通风效果良好,便于取样测试,以较好地模拟湿热环境对生理功能的影响,为此后的研究工作奠定基础。

1 材料与方法

1.1 设备器材

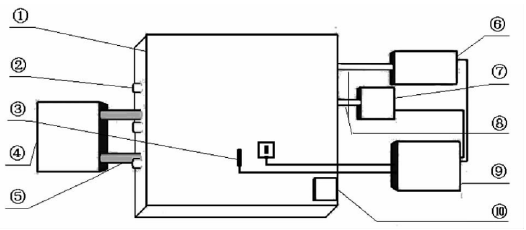
试验箱箱体为重庆亚美亚有机玻璃制品厂定制,HC503 型恒温循环水浴箱为重庆汉瞻公司产品,WST-C2 型温度控制器、WST-S2 型湿度控制器购自浙江澳宇电器公司,TANA8205 型热风机为上海安泰信公司产品,402AI 超声雾化器购自江苏鱼跃公司,8809 型室内空气监控器为德国 Zenith 产品,CPR-100 多种气体监测仪购自北京康尔兴公司。

1.2 实验动物

6 周龄 SD 大鼠 12 只,雄性,体质量 180~220 g,购自第三军医大学实验动物中心[SCXK(渝)2002002],购回后动物饲养室内笼养。

1.3 制作方法

该试验箱的箱体为双层透明有机玻璃,玻璃厚度 10 mm,体积 105 L(70 cm×50 cm×30 cm)。先将有机玻璃按照设计要求进行切割,再用毒性较小的黏合剂进行边缘黏合。经过 1 个月的自然风干后安装附加设备,如图 1 所示。



1:有机玻璃箱体;2:出风口;3:温度、湿度监测探头;4:循环水恒温装置;5:循环水通道;6:可控温度送风装置;7:湿度控制装置;8:进风口;9:温、湿度监测装置;10:O_2浓度监测装置

图 1 湿热环境试验箱示意图

1.4 控制原理

该小动物湿热环境试验箱为双层结构,内层为试验箱箱体,用于饲养及观察实验动物;外层为循环水保温层,连接循环水恒温器,用于维持内层空气温度(air temperature, Ta)恒定;热风机用于保持舱内气体流通和短时内加热,其送风温度及风速可根据实验需求进行调节,温控装置可调节热风机(加热模块)工作状态;超声雾化器可用于调节舱内相对湿度(relative humidity, RH),通过旋钮调节雾化气量及出风量,并由湿度控制器调节雾化器工作状态。

1.5 实验方法

SD 大鼠实验前禁食 12 h,不限制饮水。实验前 30 min 促其排便,开启试验箱温、湿度控制器及监测装置。待试验箱内温、湿度达到受试条件(Ta=38℃, RH=60%)30 min 后,测量受试动物体质量及肛温,随后将其置于试验箱内,并分别于受热后 30、60、90、120 min 测量上述指标。试验按 3 只/笼进行 4 次,用 Microsoft Excel 2007 统计 Ta、RH 及肛温(rectal temperature, Tr)平均值、标准差、变异系数,计算 P 值。

2 结果

2.1 试验箱内的 Ta 及 RH 变化情况

用 Zenith 室内空气监控器测量试验箱内 Ta 及 RH,每次试验分别于 120 min 内每间隔 10 min 采样 1 次($n=52$),试验箱内 Ta 为(37.9±0.2)℃,变异系数 0.4%;RH 为(60.4±0.9)%,变异系数 1.4%(表 1)。4 次试验间温度、湿度差异无统计学意义($P>0.05$)

[通信作者] 董兆君,电话:(023)68771285

表1 不同时间试验箱内温、湿度变化情况（$n=3$）

组别	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	70 min	80 min	90 min	100 min	110 min	120 min	$\bar{x}\pm s$	变异系数(%)
试验1															
温度(℃)	37.9	38.0	38.0	37.7	37.8	37.8	38.0	38.0	37.8	38.0	37.6	37.8	37.8	37.9±0.1	0.3
湿度(%)	58.4	59.3	58.3	60.7	59.5	59.3	60.3	60.2	60.2	60.1	61.4	61.4	60.0	59.9±0.9	1.5
试验2															
温度(℃)	37.9	38.0	38.0	37.8	37.7	37.9	37.6	37.7	37.8	38.1	38.0	38.1	38.3	37.9±0.2	0.5
湿度(%)	60.0	60. 4	59.7	59.0	59.2	59.5	61.6	61.4	59.7	61.1	59.8	60.9	60.4	60.2±0.8	1.3
试验3															
温度(℃)	38.0	38.0	37.9	37.9	38.0	38.0	38.0	37.8	37.6	38.0	38.0	38.0	37.8	37.9±0.1	0.3
湿度(%)	61.6	59.4	60.3	60.3	59.4	61.6	58.8	61.9	60.3	61.5	60.5	60.0	61.0	60.5±0.9	1.5
试验4															
温度(℃)	37.7	37.8	37.9	37.8	37.8	38.1	38.1	38.1	38.2	38.2	37.6	37.9	37.9	37.9±0.2	0.5
湿度(%)	61.1	61.3	59.8	60.5	60.9	60.0	61.3	61.3	59.5	61.7	61.7	59.7	61.1	60.8±0.7	1.2

2.2 SD大鼠Tr及箱内活动情况

测试前SD大鼠在Ta为25.8 ℃的实验室环境中适应环境30 min后测得肛温(Tr)为(36.9±0.5)℃。进入模拟湿热环境10 min后,受试动物由静息转为躁动,活动增加,攀爬笼壁,颈部、胸部、背部毛发湿润,腹部皮肤潮红,尾静脉扩张。30 min时,胸、颈部毛发湿润尤为明显,Tr升至(39.6±0.3)℃($P<0.01$)。60 min后,受试动物活动逐渐减少,偶见仰卧,Tr维持在(39.6±0.3)℃,直至120 min时Tr为(39.7±0.3)℃。整个实验过程未见饮水活动增加。

2.3 SD大鼠的体质量变化

SD大鼠受试前体质量(185.8±7.5)g,热刺激30 min体质量为(182.8±7.5)g,60 min时为(179.9±7.4)g,90 min时为(177.5±7.4)g,直至120 min时体质量为(175.5±6.8)g。大鼠在Ta=38 ℃、RH=60%的试验箱内受热60 min,体质量较受热前降低3.16%($P<0.01$),120 min体质量较受热前降低5.52%($P<0.01$)。

3 讨论

目前,现有技术中的湿热环境模拟平台多采用风暖供热的方式,主要存在以下不足:首先,利用热风机的加热方式虽然升温迅速,但达到设定温度后温度下降也较快,温度波动范围较大;其次,在靠近进风口的位置,温度相对较高,远离进风口处,温度相对较低,装置内部的温度的分布也不均匀,不利于动物的生理活动,因而会对相关研究结果的准确性产生影响;再次,该类型动物试验装置无法监测试验箱内的氧气浓度,从而无法保证实验动物的有效通气。因此,为进一步研究外源化合性物与湿热环境对生物的联合作用,我们研制了湿热环境动物试验模拟箱。

本研究研制的湿热环境试验箱创新性的将风暖和水暖两大恒温系统联系起来。一方面,通过风暖装置在短时间内提升试验箱内温度,另一方面,水暖装置也可以将温度稳定地控制在恒定范围内。有效地避免了现有技术中因温度骤然变化、分布不均且波动范围大而引起的对相关研究结果的准确性产生影响的问题。此外,氧浓度监测装置的加入,弥补了同类装置的不足,实验中可通过调节进气量及开闭预留出风口等措施,确保氧含量达到动物实验标准。该试验箱可模拟Ta精度为0.1 ℃、相对误差±0.6 ℃,RH精度0.1%、相对误差±3%的高温、高湿环境(Ta=38 ℃,RH=60%)实验条件。

本次试验中,12只SD大鼠在置于湿热环境30 min后,平均Tr升高2.7℃($P<0.01$),随后维持在30 min时的同一水平直至120 min未见显著变化。可见SD大鼠在该环境下虽然体温升高,但仍具备维持Tr在40 ℃以下水平的能力。受试动物进入湿热环境后,体质量持续下降,至90 min时下降速率有所减缓,120 min内体质量降低5.5%,根据体质量减轻程度可判断为中度脱水。相关文献表明,若Ta>42 ℃,将导致受试动物中暑死亡[7]。

我们认为,对药物毒性作用及其防护措施的研究不应局限于理想环境。随着化合物生产和环境污染处置需求的不断增加,将促进学者研究高温高湿及其他环境因素作用下有毒物质对机体生理反应的影响。本试验装置能较好地模拟高温高湿环境,具有温、湿度、换气次数可控、易于观察动物活动情况等特点,从而确保湿热环境实验科学研究的精确、稳定、可靠。该试验装置已申请实用新型专利,专利号:201120482272.1。

参考文献:

[1] 罗明智, 李百战, 郑洁. 人体热适应性与热舒适[J]. 制冷与空调, 2005, 19(1): 75-78.

[2] ASHRAE Standard 55-2004 -- Thermal environmental conditions for human occupancy[S]. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Inc. 2004.

[3] 张雪玲, 顾锐, 李等松, 等. 干热环境下步兵负荷行军环境应激与心理反应[J]. 解放军医学情报, 1994, 8(4): 208.

[4] 葛常英, 戴胜归. 沙漠干热环境对人体生理机能的影响[J]. 西北国防医学杂志, 2003, 24(1): 53-54.

[5] 阎立芬, 王国荃, 姜明, 等. 干热环境中人体水电解质代谢状况及其与血压的关系[J]. 新疆医学院学报, 1994, 17(3): 183-186.

[6] 吕志忠. 湿热环境中军人劳动耐受时限的研究[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2000, 18(6): 336-338.

[7] 潘瑞辉, 陈晓琴, 李羡筠, 等. 用动式吸入染毒柜制作小型高温人工气候室[J]. 广西医科大学学报, 2007, 24(1): 145-146.

(收稿:2011-09-27;修回:2011-10-25)

(编辑 吴培红)