



树鼩独立换气笼具的设计

匡德宣¹, 江勤芳¹, 黄璋琼¹, 罕圆圆¹, 陆彩霞¹, 冯建洪², 许长兴², 孙晓梅¹, 代解杰¹

(1. 中国医学科学院, 北京协和医学院, 医学生物学研究所, 云南省重大传染病疫苗研发重点实验室, 昆明 650118;
2. 苏州市冯氏实验动物设备有限公司, 苏州 215132)

【摘要】 目的 设计研究一种满足于树鼩感染性疾病动物模型实验生物安全要求的独立换气专用隔离笼具。方法 根据树鼩的生物学特性、实验生物安全要求及有关实验动物笼具标准进行设计。结果 该笼舍完全适用于感染性疾病实验树鼩的饲养和实验操作。结论 该笼具能达到维护实验动物福利, 保证实验动物质量, 保障人身健康, 保护环境的要求, 对于使用树鼩开展人类重大传染病研究具有广泛的应用价值和市场前景。

【关键词】 树鼩; 独立换气笼具; 设计

【中图分类号】 R-332; Q95-331 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2012)09-0077-04
doi: 10. 3969. j. issn. 1671. 7856. 2012. 009. 017

Design on Dedicated Individual Ventilated Cage for Tree Shrews

KUANG De-xuan¹, JIANG Qin-fang¹, HUANG Zhang-qiong¹, HAN Yuan-yuan¹, LU Cai-xia¹,
FENG Jian-hong², XU Chang-xing², SUN Xiao-mei¹, DAI Jie-jie¹

(1. Institute of Medical Biology, Chinese Academy of Medical Science and Peking Union Medical College, Yunnan Key Laboratory of Vaccine Research & Development on Severe Infectious Diseases, Kunming, 650118, China;
2. Fengshi laboratory Animal Equipment Limited Company of Suzhou City, Suzhou, 215132, China)

【Abstract】 Objective To design a kind of individual ventilated cage for breeding tree shrews on infectious diseases experimental purpose. **Methods** The cage was designed for tree shrews according to its biological characteristics, biosafety requirement and considering the cages of other experimental animals. **Results** The individual ventilated cage applies to use and operate in infectious diseases tree shrews model. **Conclusion** The individual ventilated cage can meet requirements of maintaining animal welfare, ensuring animal quality, protecting person health and the environment against infection pollution. It has broad popularizing prospect to carry out infectious disease experiment.

【Key words】 Tree Shrews(*tupaia belangeri*); Individual ventilated Cage; Design

树鼩已成功建立了多种人类病毒感染的动物模型,并在神经生物学、生殖生物学、免疫学和社会心理学等方面有相当广泛的应用和研究^[1]。树鼩替代黑猩猩作为常用的模式实验动物已是一种趋势和必然,并在一定领域具有灵长类无法比拟的优势^[2]。现在世界上许多国家已经开展了野生动物

实验动物化方面的研究,我们国家的多个研究机构都在尝试使用树鼩开展人类重大传染病研究^[3]。但到目前为止,未见有符合生物安全,开展感染性树鼩实验的专用笼具报道。因此我们开展树鼩标准化的饲养和繁殖的研究过程中,参考有关实验动物环境设施、笼器具的国家和地方标准及有关实验

【基金项目】“十一五”国家科技支撑计划项目(2009BAI83B02-21;2011BAI15B01-21;2012BAI39B01);云南省科技基础条件平台建设计划项目(2006PT07-2);云南省应用基础面上项目(2011FZ211)。

【作者简介】匡德宣(1974-),男,副研究员,硕士,研究方向:实验动物学。E-mail: kmswkd@126.com。

【通讯作者】代解杰(1961-),男,研究员。E-mail: dj@imbcams.com.cn。

动物的笼具技术规范和要求^[4-6],结合树鼩的生物学特性完成了实验树鼩独立换气隔离专用笼具的设计,在实验树鼩饲养和感染性疾病动物模型实验工作中应用取得较好的效果。

1 材料和方法

1.1 主要材料

笼架各部件均选用无毒、无味、无磁性,耐酸、耐碱、易清洗,易消毒、耐高温、耐高压的材料制成。其中,主架采用 AISI304 不锈钢无缝型材或有缝型材制作,不锈钢内外表面宜电刨光,笼具采用美国进口聚砜(PSU)材料制成,光滑、透明,便于实验观察;笼盒内的窝箱采用 PVC 材料。

1.2 制作方法

独立换气树鼩专用笼具包括安装有进风风机和排风风机的主机(100 cm × 60 cm × 190 cm)、机架(50 cm × 60 cm × 170 cm)、安置树鼩笼盒的隔离单元以及连通的管道系统。具体制作方法如图 1、图 2、图 3 所示。

1.2.1 框架机架和独立隔离单元

首先构建一个金属的框架机架如图 25,左右上下隔离成 6 个相同的独立隔离单元如图 24,每个独立的隔离单元之间由笼架传递管如图 26 连接,能够保持压力一致。

1.2.2 树鼩笼盒、食盒和饮水瓶

每一隔离单元内设置一个树鼩笼盒(45 cm × 55 cm × 45 cm),树鼩笼盒内有食盒如图 2(10 cm × 10 cm × 15 cm)和饮水瓶如图 3,可以固定在顶网如图 4 上。每一树鼩笼盒的箱体 9 采用透明 PSU 材料制作,能够方便地观察饲养的实验动物树鼩。

1.2.3 底盒、箱体、顶盖及锁扣

在箱体如图 9 的下部设有底网如图 7 用于过滤实验树鼩产生的粪便和垃圾等,底盒如图 10、箱体如图 9 和顶盖如图 1 通过锁扣如图 8 可以很方便的紧密连接或分离,也防止内部独立送风的压力泄露。

1.2.4 窝箱和木制支架

箱体内设有供实验树鼩躲藏休憩的窝箱如图 5(25 cm × 15 cm × 15 cm),窝箱采用 PVC 材料制作,窝箱左下端留意个直径 6 cm 的圆孔,便于树鼩自由出入。同时可以很好的对躲藏在其中的树鼩进行捕捉;箱体内还设有供实验动物树鼩嬉戏的木制支架如图 6,满足实验动物的动物福利需求。

1.2.5 风道隔板、进风孔及出风孔

在树鼩笼盒的中部设置有风道,风道中间置有风道隔板如图 13,从而将风道隔离成进风风道和出风风道两部分,在每一个隔离单元靠风道一边的笼壁上,都钻有一个进风孔如图 11 和一个出风孔如图 12,以保证进风孔如图 11 与进风风道相连通,出风孔如图 12 和出风风道相连通。

1.2.6 空气净化系统

在笼盒的机架如图 25 外壁上还开有进风口如图 23,它一端与树鼩笼盒内的进风孔如图 11 连接从而与进风道相通,另一端连接有软管如图 22。空气由进风风机如图 19 送入,经过高效过滤器如图 15 净化后由进风管如图 20 和软管如图 22 进入笼架传递管如图 26,经进风孔如图 11 进入独立换气的树鼩笼盒,提供净化空气。树鼩笼盒内的污浊空气和氨气从笼盒的出风孔如图 12 排出,经由机架如图 25 外壁上的回风口如图 16 以及软管如图 22 连接进入回风管如图 14 回到主机上的另一个高效过滤器进行气体过滤,然后由排风风机如图 19'的排风口如图 27 排出室外。

1.2.7 噪音罩

风机外设置有防噪音罩如图 18,减少风机产生的噪音对饲养实验动物树鼩的影响。

1.2.8 具体参数调节系统

工作期间,如排风风机流量大于进风风机流量,则笼盒处于负压状态;如排风风机流量小于进风风机流量,则笼盒处于正压状态;具体参数可以通过控制面板如图 17 调节,同时主机控制面板可显示笼盒中的温度、相对湿度和压差。为移动方便,在机架如图 25 和主机下部还装有万向滑轮如图 21。

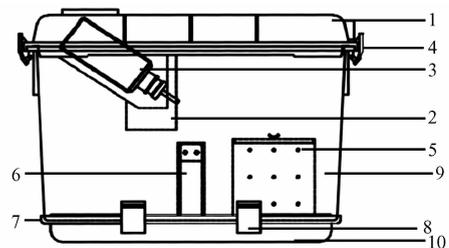


图 1 树鼩笼盒整体结构示意图

Fig. 1 Case integral structures schematic diagram of tree shrews cage

注:1. 顶盖,2. 食盒,3. 饮水瓶,4. 顶网,5. 窝箱,6. 木制支架,7. 底网,8. 锁扣,9. 箱体,10. 底盒

Note: 1. Capping, 2. Hamper, 3. Drinking flasks, 4. Top net, 5. Nest, 6. Wooden support, 7. Bottom net, 8. Latch, 9. Tank body, 10. Bottom case

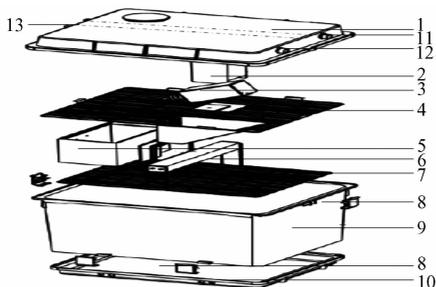


图 2 树鼩笼盒分解示意图

Fig. 2 Case breakdown schematic diagram of tree shrews cage

注:1. 顶盖; 2. 食盒; 3. 饮水瓶; 4. 顶网; 5. 窝箱;
6. 木制支架; 7. 底网; 8. 锁扣; 9. 箱体; 10. 底盒;
11. 进风孔; 12. 出风孔; 13. 风道隔板

Note: 1. Capping, 2. Hamper, 3. Drinking flasks, 4. Top net,
5. Nest, 6. Wooden support, 7. Bottom net, 8. Latch,
9. Tank body, 10. Bottom case, 11. Air intake opening,
12. Air-out hole, 13. Air channel barricade

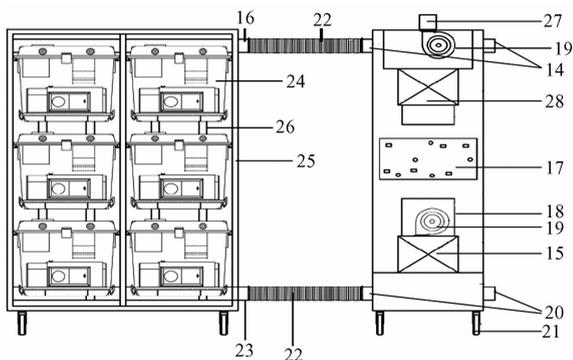


图 3 主机与树鼩笼架的整体结构示意图

Fig. 3 integral structures schematic diagram of main engine and tree shrews frame

注:14. 回风管; 15. 高效过滤器; 16. 回风口; 17. 控制面板;
18. 防噪音罩; 19. 风机; 20. 送风管; 21. 滑轮; 22. 软管;
23. 进风口; 24. 隔离单元; 25. 框架机架; 26. 笼架传递管;
27. 排风口; 28. 高效过滤器

Note: 14. return vent pipe, 15. high efficiency filter, 16. air outlet,
17. control panel, 18. noise proof cover, 19. air blower,
20. blast pipe, 21. pulley, 22. flexible pipe, 23. air inlet,
24. isolated location, 25. frame, 26. transfer tube,
27. discharge side, 28. high efficiency filter

2 结果

2.1 该 IVC 笼具能维护实验树鼩的福利

该 IVC 独立的通气交换功能有效减少动物死亡率,并可避免疾病交叉感染。树鼩在独立换气专用隔离笼具实验饲养一年多,自由饮食、无痛苦伤害和疾病威胁、无任何疾病、无行为异常、无心理紧张压抑和痛苦等发生,能享受舒适的生活和表达天

性的自由。

2.2 该 IVC 笼具能保障饲养管理和实验人员健康,符合生物安全的要求

该 IVC 是每个笼盒独立送、排风,在每个笼盒独立供气的同时,直接将笼内的污浊空气和氨气负压排出。可以避免盒与盒之间的交叉污染,防止实验人员污染实验动物,也可以防止实验动物感染实验人员。本系统的送排风口均设置高效过滤器,为每个笼盒提供一个洁净的空气环境,同时还为实验人员提供一个洁净、安全的工作环境,避免感染性动物病原菌对实验人员的感染。

2.3 该 IVC 具备智能化设置性能参数的功能

该 IVC 由 5 部分组成:笼架、送风系统、排风系统、笼盒、控制系统。其主要性能环境指标包括:换气次数、气流速度、压强梯度、空气洁净度(静态)、落下菌数(静态)、氨浓度(动态)、噪声及动物照度等。工作期间,如排风风机流量大于进风风机流量,则笼盒处于负压状态;如排风风机流量小于进风风机流量,则笼盒处于正压状态。本系统设有触摸屏控制面板,可根据动物饲养或实验需求,设置温度、相对湿度和压差参数,从而实现风量、风速及压差的自动化调节,并且参数调节需授权才能完成,避免人为随意改动。带有报警功能的 CPU 控制系统对笼盒内的温度、相对湿度和压差等指标作 24 h 监控。

2.4 该 IVC 系统节能减排,使用操作简便

本系统采用全球性动力电源,能耗低、投资小、操作简便;1 个主机可配置 2 个放置笼盒的机架,共放置 12 个笼盒,占地面积小且有效空间大。笼盒采用美国进口聚砜(PSU)材料制成,光滑、透明,便于实验观察;笼盒内的窝箱采用 PVC 材料,避光有利于动物休息;笼架易于拆装,便于运输其高度便于管理人员操作和观察;机架及主机框架为不锈钢加工,带有万向脚轮,便于移动。

3 讨论

IVC 笼具特点是每个笼盒均具有独立的送风和排风功能^[7]。因其笼盒相对独立,便于按置,能保障实验动物质量和人身健康,防止人与动物、动物与动物间的交叉感染,保护环境等优点。当然作为实验动物笼具其主要技术特征为:根据实验动物种类及饲养标准,结合实验动物饲养、繁殖的管理特点、清洗及消毒的连续过程以及运输和使用等综合

考虑,以减轻饲养管理和科研人员的工作强度,达到提高实验动物管理水平。

IVC 笼具设计、制作质量的好坏,直接影响我国实验动物的质量和实验结果^[8]。在研究国外同类产品技术指标之后制定 IVC 笼具的设计、制作技术标准显得尤为重要^[9]。在国内外 IVC 笼具广泛用于医学、生物学、药学、遗传学、环境卫生学等相关领域 SPF 级实验动物的饲养及动物实验室,它们设计与应用合理与否对实验动物的质量和动物实验结果的科学性及其动物福利等有重要影响^[10,11]。

独立换气树鼩专用隔离笼具是满足树鼩生物学特点,树鼩感染性疾病动物模型实验生物安全要求为设计思路,提高和解决饲养管理、质量控制及感染性疾病动物模型实验过程中实际问题为目的,同时是在我国积极推进实验动物标准化体系建设的背景下,为早日建立和完善实验用树鼩的实验动物标准化而展开的前期探索,具有一定创新性。该套笼具设计新颖,选用材质、制作设计空间都应符合实验动物福利的要求,保证了实验动物自由采食、饮水、自由活动等功能,具备结构简单、易清洗消毒等特点,提高了实验树鼩的生活质量,操作方便、安全、可靠,有效降低工作强度,提高动物管理和职业卫生防护水平,因此,开发具有生物安全要求的树鼩专用动物实验笼具,对于使用树鼩开展人类重大传染病研究具有广泛的应用价值和市场

前景。

参考文献:

- [1] 施新猷. 现代医学实验动物学[M]. 北京:人民军医出版社, 2000:170-171.
- [2] 彭燕章,叶智彰,邹如金,等. 树鼩生物学[M]. 昆明:云南科技出版社,1991:1-4.
- [3] 角建林,刘汝文,陈丽玲,等. 树鼩资源的开发利用与标准化研究—我国实验动物资源建设发展战略探讨[J]. 中国比较医学杂志,2009,19(7):73-78.
- [4] 中华人民共和国国家标准. GB14925-2001[S]. 实验动物:环境及设施.
- [5] 江苏省地方标准. DB32/T1216-2008[S]. 实验动物笼器具隔离器.
- [6] GB50243-2002 通风空调工程施工质量验收统一标准.
- [7] 宗阿南,杨葳,尚昌连,等. 独立送排风笼具(IVC)送排风系统技术研究[J]. 实验动物科学与管理, 2005, 22(3): 61-62.
- [8] 宗阿南,周欣,王丽清,等. 独立通风笼具主体结构设计制作技术规范的研究[J]. 中国比较医学杂志,2004,14(5):307-308.
- [9] 齐海涛,王有为,卢笑丛. 独立换气净化笼具(IVC)国内外研究进展[J]. 中国比较医学杂志,2006,16(2):122-125.
- [10] 尹松林,袁春萍,严国锋,等. 独立通气笼具的技术分析与发展前景[J]. 实验动物与比较医学, 2005, 25(3): 186-189.
- [11] 施正良,仲晓萍,饶江宁. IVC 应用研究初报[J]. 上海实验动物科学,2004,24(2):109-110.

[修回日期]2012-08-25

(上接第 67 页)

- [14] Qu WS, Wang YH, Wang JP, et al. Galectin-1 enhances astrocytic BDNF production and improves functional outcome in rats following ischemia [J]. *Neurochem Res*, 2010, 35(11): 1716-1724.
- [15] Pantoni L. Cerebral small vessel disease: from pathogenesis and clinical characteristics to therapeutic challenges [J]. *Lancet Neurol*, 2010, 9(7):689-701.
- [16] 潘惠娟,李玲,刘卫等. 光化学法诱导大鼠双侧海马梗死模型的建立[J]. 中华物理医学与康复杂志,2005,27(11):645-648.
- [17] 邵义祥,朱顺星,丁莉等. 光化学法诱导兔脑梗死模型[J].

上海实验动物学,2004, 24(2):91-93.

- [18] 周薇,胡豫,魏文宁. 光化学法诱导大鼠脑皮质微血管梗塞凝血系统动态变化的研究[J]. 微循环杂志,2004,14(3):66-67.
- [19] 游宇,赵振伟,王梁等. 不开颅光化学诱导兔脑皮层梗死模型的建立[J]. 中华实验外科杂志,2007, 9:1055-1056.
- [20] 王志强,张小宁,姜涛等. 脑梗死大鼠神经功能缺损评分与脑梗死体积的相关性研究[J]. 中国临床神经科学,2008,16(4):394-399.

[修回日期]2012-08-31