



孙 强, 研究员, 博士生导师。中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心非人灵长类研究平台主任。国家杰出青年基金获得者, 科技部中青年科技创新领军人才、中组部“万人计划”入选者, 荣获2018年谈家桢生命科学创新奖, 2019年国务院政府特殊津贴, 2020年药明康德生命化学研究奖-学者奖。同时是中国实验动物学会灵长类实验动物专业委员会常务理事, 上海市实验动物学会理事, 上海市实验动物学会生物安全专业委员会委员。长期致力于实验动物管理和模式动物构建及相关技术的研发工作, 发表SCI论文22篇。2007年获得中国首批“试管食蟹猴”, 其后利用慢病毒转染和基因编辑技术先后构建了多种实验猴模型, 建立了基于精巢异种移植和激素注射的实验猴成熟加速技术, 并在国际上首次得到体细胞克隆猴。

任 琦, 实验师, 现任中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心非人灵长类研究平台鼠房小动物设施主管, 曾就职于上海西普尔-必凯实验动物有限公司及上海市第一人民医院(南院)实验动物中心, 主要从事实验动物饲养管理、屏障设施管理和维护等工作。



## 普通环境设施内微屏障笼具饲养和维持清洁级小鼠初探

任 琦, 李艳东, 孙 强

(中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心, 上海200031)

**[摘要]** **目的** 探讨在普通环境设施内用微屏障笼具饲养和维持清洁级小鼠的可行性。**方法** 在普通环境内采用正压微屏障笼具饲养和维持清洁级小鼠, 其间以每个季度一次对微屏障内动物的微生物状况进行第三方抽样检测。**结果** 自2020年6月开始用微屏障笼具饲养清洁级小鼠, 至2022年7月文章成稿时, 在连续两年的抽样检测中没有检出国家标准中要求清洁级小鼠必须排除的微生物。**结论** 微屏障笼具可以在普通环境设施内实现清洁级小鼠的饲养和维持。

**[关键词]** 微屏障笼具; 清洁级小鼠; 饲养管理

**[中图分类号]** Q95-33 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2022)05-0440-08

## Preliminary Study on Raising and Maintaining Clean Mice with Micro-barrier Cages in Conventional Environmental Facilities

REN Qi, LI Yandong, SUN Qiang

(Center for Excellence in Brain Science and Intelligent Technology, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200031, China)

Correspondence to: SUN Qiang (ORCID: 0000-0002-3359-9465), E-mail: qsun@ion.ac.cn

**[ABSTRACT]** **Objective** To explore the feasibility of breeding cleaning degree mice with micro-barrier cages in conventional environmental facilities. **Methods** Clean-grade mice were housed and maintained in positive-pressure microbarrier cages in a general environment, during which third-party sampling of the microbial status of the animals in the microbarrier was performed on a quarterly frequency. **Results** From June 2020 to July 2022, no microorganisms that must be excluded by the national standard for cleaning

**[基金项目]** 中国科学院战略生物资源专项实验动物平台项目(KFJ-BRP-005); 国家自然科学基金杰出青年科学基金“非人灵长类生殖与发育”(31825018)

**[第一作者]** 任 琦(1988—), 女, 本科, 实验师, 研究方向: 实验动物大小鼠的饲养管理、设施维护。E-mail: qren@ion.ac.cn

**[通信作者]** 孙 强(1973—), 男, 博士, 研究员, 研究方向: 辅助生殖与模式动物构建, 实验动物管理。E-mail: qsun@ion.ac.cn。ORCID: 0000-0002-3359-9465

degree mice have been detected in two consecutive years. **Conclusion** Micro-barrier cages can be used to raise and maintain cleaning grade mice in conventional environmental facilities.

**[Key words]** Micro-barrier cage; Cleaning degree mice; Breeding management

国家标准 GB 14922.2—2011《实验动物 微生物学等级及监测》根据携带微生物情况,将实验动物分为无菌、SPF级、清洁级和普通级动物四个等级标准<sup>[1]</sup>。这是一个从微生物防控角度来约束实验动物质量的国家标准。业内在如何做到微生物符合清洁级以上标准时往往认为屏障设施是关键。如有关实验动物设施的国家标准 GB 14925—2010《实验动物 环境及设施》第3.6条款约定屏障环境须“符合动物居住要求、严格控制人员、物品和空气的进出,适用于饲养清洁级和/或无特定病原体级实验动物”<sup>[2]</sup>。然而这并不意味着屏障设施就是确保微生物等级的硬性指标和不可或缺的条件。因为一方面建设及维护屏障设施往往需要巨大投入,另一方面在科研实践中屏障的存在也给使用者进出设施带来诸多不便。那么是否有既可以实现对微生物的控制,又能够做到使用者进出设施方便的替代系统呢?

本研究尝试在普通设施环境中用微屏障笼具来维持清洁级小鼠的繁育及实验研究。在两年的使用过程中,实现了清洁级实验小鼠的饲养和维持。该笼具不仅可节约设施的维护和运行成本,同时也给使用者带来了诸多便利。现报告如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验动物和动物实验

实验动物分别购自维通利华实验动物技术有限公司 [SCXK (浙) 2019-0001、SCXK (沪) 2022-0007] 和上海灵畅实验动物有限责任公司 [SCXK (沪) 2018-0003]。SPF级小鼠品系包括 C57BL/6JNifdc、DBA/2 和 CD-1 (ICR)。这些不同品系的小鼠主要用于 B6D2F1 小鼠的繁育、超数排卵、胚胎移植、转基因和基因编辑小鼠繁育、肿瘤细胞接种和涉及不同实验目的的给药及采血实验。

### 1.2 设施

设施位于上海市松江区佘山镇,总建筑面积 203 m<sup>2</sup>,隶属于中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心 [SYXK (沪) 2021-0003]。设施内设有显微注射室 (图1黄色框),屏障饲养区 (图1红色框),辅助功能区 (图1蓝色框) 和微屏障饲养区 (图1绿色框)。

#### 1.2.1 屏障饲养区

屏障饲养区建筑总面积为 69 m<sup>2</sup>,为清洁走道和污染走道分开的双通道屏障系统,配备一更、二更、风淋室、清洁物品传递通道、内准备室、饲养室、胚胎移植室、退缓间。内准备室内配有双开门高压灭菌锅,饲养室内配有换笼工作台 1 台,胚胎移植室内配有超净台 1 台。饲养室面积为 14 m<sup>2</sup>,内设 3 组小鼠独立通风饲养笼盒 (exhaust ventilated closed system cage rack, EVC) 笼架 (苏州猴皇 HH-A-4 II 2 台, HH-A-4 I 1 台),合计 300 个笼位;屏障饲养区采用全新风系统,饲养室环境温度控制在 22~26 °C,相对湿度控制在 40%~60%。

#### 1.2.2 微屏障饲养区

微屏障饲养区建筑总面积为 29 m<sup>2</sup>,房间内配有换笼工作台 1 台,并安装合计 400 个笼位的 4 组小鼠微屏障笼具和合计 126 个笼位的 3 组大鼠微屏障笼具,大鼠微屏障笼具用来群养小鼠。微屏障笼具所在房间为普通环境,顶部设有一排风口,排风口处安装滤网避免野鼠进入;空气置换通过房间内一拖二中央空调进行,并由空调控制房间温度,辅以加湿器和除湿机实现极端天气下的湿度控制,全年温度控制在 20~26 °C,湿度控制在 40%~70%<sup>[2]</sup>。

#### 1.2.3 辅助功能区

辅助功能区建筑总面积为 77 m<sup>2</sup>,包含笼盒清洗区、饲料与垫料存储间、解剖室和仓库各 1 间 (图1蓝色框),解剖室内配有超净台 1 台。辅助功能区位于屏障饲养区和微屏障饲养区之间,可以同时为屏障区内动物饲养和微屏障区内动物饲养提供笼盒清洗、消毒、物料存储和动物进出等服务。

### 1.3 微屏障笼具

微屏障笼具购自苏州猴皇有限公司。如图2所示,微屏障笼具是由透明玻璃边框围成的立方体。小鼠微屏障笼具长宽皆为 116 cm,高 213 cm;大鼠微屏障笼具长宽皆为 122 cm,高 223 cm。微屏障笼具内设可控的独立照明系统,顶端安装有风机,通过初效、中效和高效三重过滤装置将室内空气净化后送入微屏障笼具内。微屏障笼具内所用笼盒为 EVC,材质为聚亚苯基砜 (polyphenylene sulfone resins, PPSU) 材料,小鼠

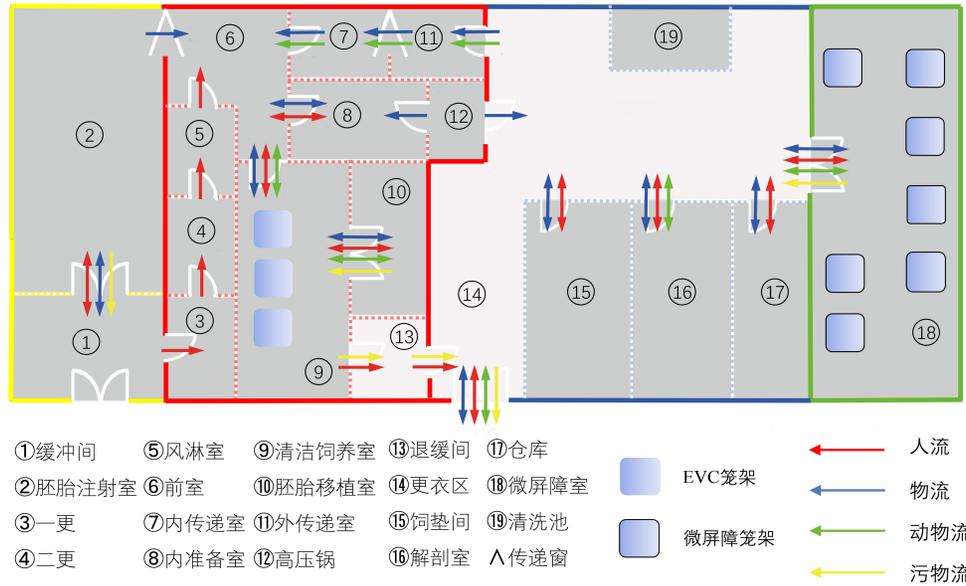


图1 设施平面图  
Figure 1 Facility floor plan

笼盒底板面积为0.058 7m<sup>2</sup>，高度≥0.135 m；大鼠笼盒底板面积为0.100 5m<sup>2</sup>，高度≥0.22 m。笼盒进排气口结构为低进高排，并分别配置了一个高效低阻过滤器。笼盒耐高温高压和化学试剂消毒，可反复使用。笼具内净化后的空气在正压的作用下进入每个EVC笼盒内。废气则经EVC笼盒排气口排放到中间的排风管道，并经活性炭吸附等处理后排出室外。笼具正面配置7寸彩色触摸屏及可编程逻辑控制系统（programmable logic controller，简称PLC），可调节换气次数、照度、

光照周期等，同时可实时显示温度、相对湿度和压差，参数详见表1 [2]。

1.4 设施管理模式

1.4.1 进出流程

1.4.1.1 屏障饲养区

人员流向：外界→一更→二更→风淋室→前室→饲养室（实验室）→退缓间→出屏障饲养区（图1屏障饲养区红色箭头）。

人员进入屏障饲养区，先在一更脱去自己的衣物，

表1 大鼠、小鼠微屏障系统参数

Table 1 Parameter of micro-barrier system for rats and mice

项目 Item	参数 Parameter	参考值(国家标准屏障环境) Reference(GB barrier environment)
换气次数/(次·h <sup>-1</sup> ) Number of air exchanges/(time·h <sup>-1</sup> )	15 ~ 100(可调)	≥15
气流速度/(m·s <sup>-1</sup> ) Air velocity/(m·s <sup>-1</sup> )	≤0.1	≤0.2
饲养仓静压差/Pa Static pressure difference/Pa	≥15	≥15
洁净度/级 Cleanliness/grade	小于7级	7级
菌下落数/CFU Number of bacterial colonies/CFU	≤3	≤3
噪声/db Noise/db	≤60	≤60
动物照度/lx Animal illumination/lx	15 ~ 20(可调)	15 ~ 20

注：CFU即菌落形成单位。

Note: CFU, colony forming units.



图2 微屏障饲养区实物图

Figure 2 Picture of the micro-barrier breeding room

并将随身物品一同放入更衣柜中，换上无菌手术衣、手术裤后进入二更；在二更穿上无菌防静电隔离服，并戴好口罩、帽子、手套；确认穿戴整齐后进入风淋室风淋20 s，结束后进入屏障饲养区。需要说明，设施刚启用时，考虑为更好地降低由人带入病原微生物而引发设施污染的风险，制定了需加换手术衣的这项规则；但实施下来发现其影响不大，因此后期的设施运行会对更换手术衣不做强制要求。

**物品流向：**清洗间→高压灭菌器/或传递窗→内准备室→饲养室（实验室）→退缓间→出屏障饲养区（图1屏障饲养区蓝色箭头）。

**动物流向：**外购合格动物→传递窗（外包装消毒）→检疫观察→饲养室；饲养室（实验室）→退缓间→出屏障饲养区（图1屏障饲养区绿色箭头）。

#### 1.4.1.2 微屏障饲养区

**人员流向：**外界→更衣区→走道→微屏障饲养区和（或）胚胎移植室→走道→更衣区→出微屏障饲养区（图1微屏障饲养区红色箭头）。

人员进入微屏障饲养区，在更衣区脱去外衣并将随身物品放入更衣柜中，换上无菌工作服、戴好口罩、帽子、手套，乙醇溶液消毒洗手后就可以进入微屏障饲养区。

**物品流向：**清洗间→高压灭菌锅→微屏障饲养区和（或）胚胎移植室→清洗间（图1微屏障饲养区蓝色箭头）。即微屏障饲养区的笼具等需要高压处理的物品在高压完成后，从双开门高压锅的辅助区门退出，进入微屏障饲养区。

**动物流向：**外购合格动物→消毒→检疫观察→微屏障饲养区；微屏障饲养区和（或）胚胎移植室→清

洗间；胚胎移植室→微屏障饲养区（图1微屏障饲养区绿色箭头）。

#### 1.4.2 饲养管理

小鼠饲料为上海普路腾生物科技有限公司生产的大鼠小鼠辐照灭菌繁殖料 [沪饲证(2018) 0401]。垫料为大厂回族自治县陈府伊甸园垫料加工厂生产的玉米芯垫料 [SCXK(冀) 2021-008]。饮用水为经高压灭菌的普通纯净水。

根据GB 14925—2010《实验动物 环境及设施》中的相关规定，笼盒、笼盖、食槽、垫料、饮用水在使用前需灭菌处理。设施采用的灭菌方式为高压灭菌锅121 °C高压灭菌20~30 min，设定笼盒、水瓶的更换频率为一周1~2次，笼盖、料槽每两周更换1次，笼盒上的过滤器每3个月更换1次。根据GB 14925—2010对小鼠居所最小空间的规定：笼内高度要求为0.13 m；对于底板面积的要求，小鼠单养时，体质量小于20 g为0.006 7 m<sup>2</sup>/只，体质量大于20 g为0.009 2 m<sup>2</sup>/只，群养时0.042 m<sup>2</sup>/窝。结合设施内所用大小笼盒的实际大小，设定小笼盒单笼饲养密度≤5只，大笼盒单笼饲养小鼠密度≤15只；日常换笼工作在换笼工作台内进行，小鼠实验在超净台内进行。每日观察实验小鼠的健康状况，观察其精神、饮食、行为有无异常<sup>[2]</sup>。

#### 1.4.3 微生物的控制

##### 1.4.3.1 环境微生物控制

每日换笼工作结束后，对操作台、地面擦拭消毒，夜间对整体环境采用紫外灯照射1 h，消杀环境中的各种细菌、病毒和芽孢；每周对饲养室内的笼架、天花板、墙壁、门，按从上到下的顺序全面擦拭消毒，再对整体环境进行喷雾消毒。消毒液为1%的次氯酸钠、75%的乙醇溶液、0.5%的过氧乙酸溶液，每周更换1次，避免产生耐药菌<sup>[3]</sup>。

空气落下菌是反映设施微生物污染程度的重要指标，在饲养室静态运行时，通过检测空气落下菌监控饲养室及微屏障内的空气质量。落下菌的检测频率是每季度不少于1次，选用血液琼脂培养基平放在地面上，沉降0.5 h，在37 °C培养箱内培养48 h后观察菌落数。屏障饲养区每个房间对角放置2个检测平皿；微屏障饲养区每个微屏障内放置1个检测平皿，饲养间内放置4个检测平皿（微屏障饲养区饲养间面积是屏障饲养区饲养间面积的2倍）<sup>[4-5]</sup>。

##### 1.4.3.2 动物微生物控制

订购动物前，核查动物供应商近期环境检测报告

及该品系实验动物微生物检测报告；接收动物时，检查该批动物的实验动物质量合格证、运输包装是否破损，对外包装用0.5%的过氧乙酸喷雾消毒后接收至饲养室并进行观察，实验动物经适应期观察并确认质量合格后方可开始动物实验，质量不合格的实验动物及时移出饲养室<sup>[3]</sup>。

长期饲养的小鼠，以一台微屏障笼具为单位设置哨兵鼠，哨兵鼠采用脏垫料方式为主，辅以抽取实验结束的小鼠相结合的方式，每季度送第三方检测机构苏州西山生物技术有限公司，按照国家标准SPF级要求进行微生物和寄生虫检测<sup>[1,6]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 环境微生物检测

根据GB 14925—2010《实验动物 环境及设施》的要求，屏障环境的最大平均落下菌数应控制在 $\leq 3$ 个(CFU/0.5 h· $\phi 90$  mm 平皿)<sup>[2]</sup>。屏障饲养区和微屏障饲养区分别进行了19次落下菌检测，结果见图3。图中用○标示检测出落下菌的区域，○内的数字表示该区域检测出的落下菌落数，未有标示的说明未检出。

屏障饲养区有4次检测出落下菌，分别在一更、二更、传递室、饲养室及胚胎移植室；虽有检出，但是符合屏障环境的落下菌数要求。微屏障饲养区有7次检测出落下菌，分别在1号、3号、6号和7号微屏障笼具以及饲养间。微屏障饲养区检出的次数明显高于屏障饲养区，其落下菌主要出现在饲养间，最高一次检测到5个菌落。由于微屏障饲养区的饲养间是普通环境，普通环境对落下菌并不做要求，而微屏障饲养区的各微屏障笼具内落下菌并没有高于国家标准规

定为3个的最大数值，说明微屏障笼具内的落下菌是可以控制在国家标准约定的落下菌要求数值内。

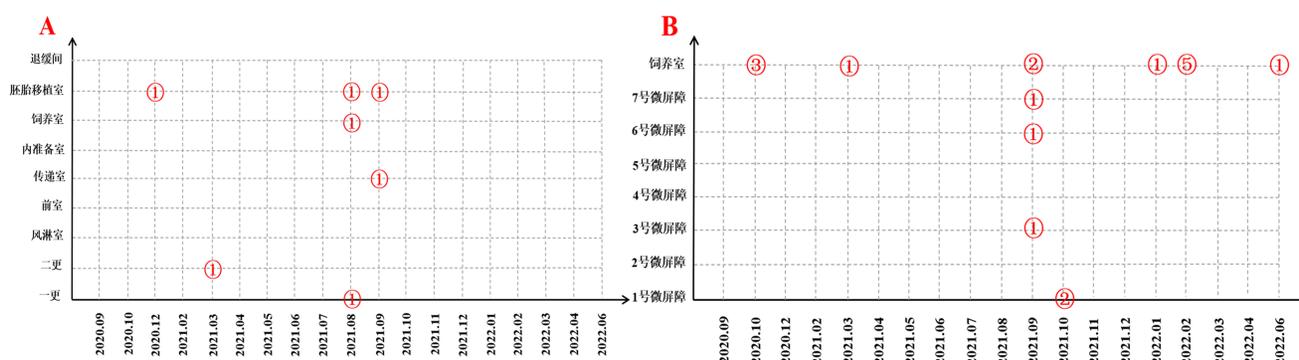
### 2.2 动物微生物检测

根据GB 14922.1—2001《实验动物 寄生虫学等级及监测》和GB 14922.2—2011《实验动物 微生物学等级及监测》的要求，清洁级小鼠必检项目有10种，分别是仙台病毒、鼠痘病毒、小鼠肝炎病毒、沙门菌、泰泽病原体、支原体、鼠棒状杆菌、体外寄生虫、肠道蠕虫和弓形虫<sup>[1,6]</sup>。

在2020年6月至2022年6月，设施内小鼠按照SPF标准检测8次，结果详见表2。表2中微生物检测结果：前期4次（2020年6月—2021年9月）检测均未检出任何SPF级约定所必须排除的微生物。但随着设施使用时间的延长，在后4次检测中屏障饲养区有2次检出嗜肺巴斯德杆菌和绿脓杆菌；微屏障饲养区有4次检出嗜肺巴斯德杆菌和1次检出绿脓杆菌。嗜肺巴斯德杆菌在屏障饲养区的检出率为25%，在微屏障的检出率为50%；绿脓杆菌在屏障饲养区的检出率为25%，在微屏障的检出率为12.5%。这两种病原菌并不在清洁级小鼠需排除列表中，说明设施内的小鼠符合清洁级指标要求。

### 2.3 设施使用便捷度

设施自运行后，平均每天人员进出频次约为10次。统计设施运行2年时间里使用屏障饲养区和微屏障饲养区的人员及其进出总次数见表3。由表3可知，平均每个季度使用屏障设施的人数约11人，而每个季度使用微屏障笼具的人数平均为37人；平均每个季度进入屏障设施的人员次数为92次，而每个季度进出微屏障的平均次数高达768次。上述结果说明使用和进



注：A为屏障饲养区检测记录；B为微屏障饲养区检测记录。

Notes: A, Barrier breeding area test records; B, Micro-barrier breeding area test records.

图3 落下菌检测结果

Figure 3 The results of airborne bacteria detection

表2 屏障饲养区和微屏障饲养区小鼠微生物检测

Table 2 Microbiological monitoring of mice in barrier breeding area and micro-barrier breeding area

检查项目 Item	2020年		2021年				2022年	
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
仙台病毒 (SV)								
鼠痘病毒 (ECTV)								
小鼠肝炎病毒 (MHV)								
小鼠肺炎病毒 (PVM)								
呼肠孤病毒 (Reo-3)								
小鼠细小病毒 (MVM)								
沙门氏菌 (SALM)								
泰泽病原体 (CPIL)								
支原体 (MYCO)								
鼠棒状杆菌 (CKUT)								
嗜肺巴斯德杆菌 (PPNE)					●	▲●	▲●	●
肺炎克雷伯杆菌 (KPNE)								
金黄色葡萄球菌 (SAUR)								
绿脓杆菌 (PAER)						▲	▲	●
体外寄生虫 (ECTO)								
肠道蠕虫 (HELM)								
弓形虫 (TOXO)								
鞭毛虫 (FLAG)								
纤毛虫 (CILI)								

注: ▲指屏障饲养区; ●指微屏障饲养区; Q1、Q2、Q3、Q4 分别代表第一季度、第二季度、第三季度、第四季度。

Note: ▲Barrier breeding area; ●Micro barrier breeding area; Q1, Q2, Q3, Q4 represent the first quarter, second quarter, third quarter, fourth quarter of the year. SV: Sendai virus; ECTV: Ectromelia virus (mouse pox virus); MHV: Mouse hepatitis virus; PVM: Pneumonia virus of mice; Reo-3: Reovirus type 3; MVM: Minute virus of mice; SALM: *Salmonella* spp; CPIL: *Clostridium piliforme* (Tyzzer's pathogen); MYCO: *Mycoplasma* spp; CKUT: *Corynebacterium kutscheri*; PPNE: *Pasteurella pneumotropica*; KPNE: *Klebsiella pneumoniae*; SAUR: *Staphylococcus aureus*; PAER: *Pseudomonas aeruginosa*; ECTO: Ectoparasite; HELM: Intestinal helminth; TOXO: *Toxoplasma gondii*; FLAG: Flagellates; CILI: Ciliate (infusorian).

表3 设施使用人员数及进出设施次数汇总

Table 3 Summary of the number of laboratory personnel and times people came in and out

时间段 Time period		屏障饲养区 Barrier breeding area		微屏障饲养区 Micro barrier breeding area	
		实验人员总数 Total number of laboratory personnel	人员进出次数 Number of personnel in and out	实验人员总数 Total number of laboratory personnel	人员进出次数 Number of personnel in and out
		2020年	Q3	12	93
	Q4	14	94	46	927
2021年	Q1	9	102	29	690
	Q2	7	59	34	726
	Q3	18	151	37	687
	Q4	13	103	37	760
2022年	Q1	13	105	39	764
	Q2	4	30	42	801

注: Q1、Q2、Q3、Q4代表一年中的第一季度、第二季度、第三季度、第四季度。

Note: Q1, Q2, Q3, Q4 represent the first quarter, second quarter, third quarter, fourth quarter of the year.

入微屏障饲养区人员及次数明显高于屏障饲养区。随机记录6位同时使用屏障和微屏障饲养区的实验人员5次进入不同饲养区所需时间结果显示: 实验人员进入

屏障饲养区平均用时为(281±23) s, 而进入微屏障饲养区平均用时仅为(74±4) s。进入屏障饲养区的耗时是微屏障饲养区4倍, 说明进入微屏障饲养区更便捷。

### 3 讨论

业内习惯性地把屏障系统作为维持动物微生物等级不可或缺的基础条件。屏障设施的建设成本和维持运行所需花费都比较高。同时,一旦屏障设施出现环境或动物微生物污染,往往隶属于同一进排风系统的饲养单元都会被波及,且屏障设施复杂的进出要求也给使用者带来了诸多不便。针对上述问题,本研究通过使用微屏障笼具在普通环境下进行清洁级小鼠的饲养和维持尝试。

首先需要通过科学和规范化的管理来控制微屏障饲养区的环境。定期的环境落下菌检测结果表明,通过合理规范的消毒、打扫和环境控制可以实现环境落下菌的可控。虽然,微屏障饲养区微屏障笼具所处的饲养间出现过环境落下菌超过国家标准规定数值范围的情况,但微屏障笼具内的环境落下菌数始终是符合国家标准要求的(图3)。

设施内动物携带微生物情况是区分普通级、清洁级和SPF级的核心指标。在连续两年的不间断动物饲养过程中,通过外送哨兵鼠或随机抽取微屏障内的小鼠,按照每个季度检测一次的8次检测中,没有检出国家标准GB 14922.1—2001《实验动物 寄生虫学等级及监测》和GB 14922.2—2011《实验动物 微生物学等级及监测》要求清洁级小鼠必须排除的10项病原微生物。送检过程中,本研究还对国家标准SPF级约定必须排除的19项病原微生物进行检测,结果分别检出了嗜肺巴斯德杆菌和绿脓杆菌两种病原微生物(表2)。由于尚未针对引进动物进行这两种微生物抽检,因此不排除引进时就携带的可能。嗜肺巴斯德杆菌和绿脓杆菌属于条件致病菌,因其对多数科研实验的结果无影响,美国和欧洲的实验动物微生物质量标准中已经将其排除在SPF级小鼠必检项目之外<sup>[7]</sup>。以上结果说明,结合科学有效的管理模式,从病原微生物防控角度看,普通环境下使用微屏障系统不仅可以维持清洁级小鼠的饲养,甚至可以实现SPF级小鼠的饲养。

另外,由于免除了各种复杂的工作服更换流程,实验人员进出微屏障饲养区的时间要显著低于屏障饲养区,因此使用者更愿意选择在微屏障系统内开展动物实验(表3)。此外,屏障饲养区使用的手术衣、裤、防静电隔离服都是单次使用,会产生大量的清洗和消毒工作。微屏障饲养区仅需穿工作服进入,在不被污染的情况下可以一天一换或多天一换地重复使用,从而降低了辅助工作强度和工作量。

本研究证明,规范操作下的微屏障饲养体系可以辅助屏障设施降低实验动物感染风险。屏障饲养区内饲养的动物会因实验需求而从屏障饲养区里取出。多数情况下,取出后的动物就无法再返回屏障饲养区。在实践中,多数动物设施都会准备一处普通环境作为暂养区继续饲养这些动物,但这样的操作也增加了动物被感染的风险。而使用微屏障笼具进行饲养可以在一定程度上解决这个问题。微屏障笼具的独立性,可以将潜在的污染控制在一组笼具范围内,有效地减少了病原微生物传播的范围和概率。

对于小规模动物设施来说,微屏障系统在节能减排上也具有巨大优势。以本实验室两处系统为例:建设屏障系统所需面积远远大于微屏障系统,但是屏障系统的饲养量却低于微屏障系统;屏障开启后,全新风系统需要24 h运行,其耗能要显著高于只有空调和内置风机的微屏障笼具系统。

虽然有上述优势,但本研究仅局限于小型动物设施,并用以开展小鼠辅助生殖和模型构建为主的教学和科研工作。该方法是否能够在更大范围的科学研究及教学和生产实践中使用,还需进一步检验。需要强调,使用微屏障笼具饲养动物时,人员因素至关重要,要求管理者、动物看护人员和使用者严格按照SOP操作,以减少因操作不当带来的污染风险。

#### [作者贡献 Author Contribution]

任琦负责实验操作、数据收集整理、统计分析及论文写作与修改;李艳东负责实验操作、数据收集整理;孙强负责课题设计、论文写作与修改。

#### [利益声明 Declaration of Interest]

所有作者均声明本文不存在利益冲突。

#### [参考文献 References]

- [1] 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 实验动物 微生物学等级及监测: GB 14922.2—2011[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China; China National Standardization Administration. Laboratory animal: Microbiological standards and monitoring: GB 14922.2-2011 [S]. Beijing: China Standards Press, 2011.
- [2] 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 实验动物 环境及设施: GB 14925—2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China; China National Standardization Administration. Laboratory animal: Requirements of environment and housing facilities: GB

- 14925-2010 [S]. Beijing: China Standards Press, 2011.
- [3] 王进意, 林惠然. 实验动物设施运行管理的经验与启示[J]. 上海畜牧兽医通讯, 2021(1):48-50. DOI:10.14170/j.cnki.cn31-1278/s.2021.01.016.  
WANG J Y, LIN H R. Experience and enlightenment of operation and management of animal facilities[J]. Shanghai J Animal Husb Vet Med, 2021(1):48-50. DOI:10.14170/j.cnki.cn31-1278/s.2021.01.016.
- [4] 夏长友. 实验动物设施环境检测方法探讨[J]. 畜牧兽医科技信息, 2016(12):4-6. DOI:10.3969/J.ISSN.1671-6027.2016.12.002.  
XIA C Y. Discussion on environmental detection methods of animal facilities[J]. Chin J Animal Husb Vet Med, 2016(12):4-6. DOI:10.3969/J.ISSN.1671-6027.2016.12.002.
- [5] 张华琼, 黄麟, 夏爽, 等. SPF动物繁育设施空气落下菌数观察与分析[J]. 实验动物与比较医学, 2007, 27(3):195-197. DOI:10.3969/j.issn.1674-5817.2007.03.013.  
ZHANG H Q, HUANG L, XIA S, et al. Observation and analysis of airborne bacteria in SPF animal breeding facilities[J]. Lab Animal Comp Med, 2007, 27(3):195-197. DOI:10.3969/j.issn.1674-5817.2007.03.013.
- [6] 国家质量监督检验检疫总局. 实验动物 寄生虫学等级及监测: GB 14922.1—2001[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Laboratory animal: Standards and monitoring for parasitology: GB 14922.1-2001 [S]. Beijing: China Standards Press, 2004.
- [7] 陶凌云, 周洁, 胡建华, 等. 国内外大鼠和小鼠微生物、寄生虫检测标准的比较[J]. 实验动物与比较医学, 2020, 40(2):166-172. DOI:10.3969/j.issn.1674-5817.2020.02.014.

TAO L Y, ZHOU J, HU J H, et al. Comparison of microbiological and parasitological monitoring of rats and mice[J]. Lab Animal Comp Med, 2020, 40(2):166-172. DOI:10.3969/j.issn.1674-5817.2020.02.014.

(收稿日期:2022-08-19 修回日期:2022-09-21)

(本文编辑:张俊彦,富群华,丁宇菁)

(本文审稿专家:黎明,邵奇鸣,徐平,吴宝金)

#### [主编点评]

本文介绍的微屏障系统是一种空气经过三级过滤的正压屏障系统,配合EVC笼具、超净台等设备,可在普通环境下用于清洁级小鼠的饲养。研究结果为微屏障系统在某些特定场景下的应用提供了数据支撑。这是国内第一次介绍微屏障+EVC的小鼠饲养模式,具有一定的创新性。

本刊认为该文有几点值得关注:(1)尽管该微屏障系统是一种新的动物饲养设备,但微屏障内的环境指标是根据国家标准设置的,其推广应用没有原则性问题。(2)目前已有不少普通环境下采用IVC饲养小鼠的报告,使用这两种模式饲养小鼠的优劣性值得关注。(3)微屏障是另外一种形式的屏障系统,使用微屏障笼具饲养动物时,要求小鼠饲养员和实验人员必须严格按照SOP操作,以减少因操作不当带来的污染风险。(4)本研究采用微屏障饲养的小鼠检出了SPF级实验小鼠需要排除的嗜肺巴斯德杆菌和绿脓杆菌,尚未能确定它们的来源。正在酝酿的新的国家标准有可能会取消清洁级这一分级,如何界定携带相关病原的动物级别尚不清楚,新的国家标准是否会影响微屏障的使用需要引起注意。

总之,本文值得业内同行进一步交流与探讨。

\*\*\*\*\*

## 《实验动物与比较医学》被英国CAB Abstracts和Global Health数据库收录

2022年9月,《实验动物与比较医学》(*Laboratory Animal and Comparative Medicine*, LACM) (ISSN 1671-5817, CN 31-1954/Q) 已被国际农业与生物科学研究中心(Centre for Agriculture and Bioscience International, CABI)旗下的两大国际数据库CAB Abstracts和Global Health收录。这是继今年8月份本刊被美国Ulrichsweb数据库收录后的又一个好消息,标志着本刊的学术水平和影响力以及出版质量和规范性又一次得到了国际认可,期刊的国际显示度及影响力将进一步提升。在此特别感谢各位编委、审稿人、作者和读者们一直以来的大力支持与贡献!

CAB Abstracts是世界上最重要的生命科学文献数据库之一,也是世界上最大的农业文献数据库,是全球众多农业科研人员检索文献的首选平台。该数据库收录的文献内容涵盖了大部分与生命科学相关的学科领域,包括农学、环境学、兽医学、植物学、微生物学、食品营养学等,还覆盖了应用经济学、教育学等其他的一些学科领域。其收录的学术期刊、书籍和会议记录超过10 000种,收录的各类出版物来自全球100多个国家和地区。

Global Health数据库专注于国际公共卫生方面的研究,是一个专门针对公共卫生的国际数据库。其收录的文献覆盖了生物医学、慢性疾病、疾病诊断与治疗、环境与工作健康、流行病学和生物统计学等广泛的研究方向。目前,该数据库已收录的研究记录来自超过7 000种期刊、书籍、报告、会议记录、专利、论文和其他稀有的学术出版物,收录的内容来自超过100个国家和地区,涉及50多种不同的语言。

《实验动物与比较医学》编辑部