



屏障内独立通风笼与敞口笼饲养雄性 Balb/c 小鼠的比较

梁春南, 刘巍, 张潇, 赵明海, 邹岩柏, 贺争鸣

(中国食品药品检定研究院, 北京 100050)

【摘要】 目的 采用独立通风笼(individually ventilated cage, IVC)饲养实验小鼠, 积累运行经验和背景数据。方法 80只5周龄SPF级雄性Balb/c小鼠, 在屏障内同室分别饲养在换气参数为70、50和30次/h的IVC系统及敞口笼内8周, 各设置5只/笼和10只/笼2种饲养密度; 每周逐只称重、第8周进行大体剖检, 主要脏器称重; 以Excel软件绘制体重曲线, 以SPSS软件统计各饲养组两两间差异。**结果** ①5只/笼饲养的动物体重曲线优于10只/笼; ②与设置为30和70次/h换气的IVC相比, 无论是5只/笼或10只/笼饲养, 换气50次/h的IVC饲养动物体重曲线平滑度及趋势均更加接近5只/笼传统敞口饲养; ③组间体重未因饲养设施或密度因素造成显著差异($P > 0.05$); ④IVC在30次/h换气5只/笼饲养比敞口10只/笼饲养时的肝脏系数显著高($P < 0.05$), 该参数的其它组间、及其它脏器系数值均未见组间差异显著($P > 0.05$)。**结论** 根据实验结果, 推荐该型号IVC换气次数设置为50次/h, 饲养Balb/c小鼠密度5只/笼为佳。

【关键词】 独立通风笼(IVC); 敞口笼; 体重曲线; 脏器系数

【中图分类号】 R33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2014) 08-0041-06

doi: 10.3969/j.issn.1671.7856.2014.008.010

Comparison of growing male Balb/c mice living in IVC and open-top cages in barrier

LIANG Chun-nan, LIU Wei, ZHANG Xiao, ZHAO Ming-hai, ZOU Yan-bai, HE Zheng-ming
(National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 100050, China)

【Abstract】 Objective To accumulate operating experience and background data for housing mice in individually ventilated cages (IVC). **Methods** 5 weeks old Balb/c male mice ($n = 80$) were allocated to 8 groups ($n = 10$), which then housed in 5 or 10 per cage in 3 IVC systems (30, 50 and 70 air changes/h, respectively) and one open-top cages (OTC) shelf for 8 weeks. Body weight was assessed at the initial date and every week. By the end of the experiment, necropsy was done and organs were separated and weighed. Excel and SPSS software statistics was made to draw the growth curve, and comparative analysis of body weight and organ coefficients was performed between the groups. **Results** 1. The growth curves of 5-mice per cage were better than that of 10-mice per cage. 2. In the IVC groups, the curves trend and fluency of 50 air changes/h were more similar to that of 5-mice housed OTC group. 3. The previously mentioned differences were statistically not significant ($P > 0.05$). 4. In the liver coefficients, there was a statistically significant difference between the 10-mice housed OTC group and 5-mice housed IVC group with 30 air changes/h ($P < 0.05$), there wasn't any other significant statistically difference with the organ coefficients between groups ($P > 0.05$). **Conclusions** Based on the results of this study, the air change frequency on 50 times per hour and keeping 5 Balb/c mice per cage is recommended as

[基金项目] 中国食品药品检定研究院中青年发展研究基金(编号:2013NC1)。

[作者简介] 梁春南(1979-), 男, 研究方向: 实验动物兽医及设施运行管理。E-mail: chunnan_liang@nifdc.org.cn。

[通讯作者] 贺争鸣(1957-), 男, 研究员。E-mail: hezm@nifdc.org.cn。

the best condition for mouse housing in IVC.

【Key words】 Individually ventilated cages(IVC); Open-top cage; Growth curve; Organ coefficient, Mouse

自 1960 年代开发出强制通风的独立通风笼 (individually ventilated cages, IVC) 系统以来,其世界范围的应用已有 50 年的历史^[1,2],文献报道我国最早于 1997 年将 IVC 引入国内^[3],至今推广使用接近 20 年。IVC 的使用能减少啮齿类传染病传播^[1,4]、提高饲养间笼具密度、降低饲养间过敏原浓度和减少气味,并能维持笼内相对低的氨浓度和相对干燥的环境,作为屏障设施的替代而获得越来越大范围推广使用^[5-14]。在食品药品检验检测机构中,由于动物使用量大,实验批次多,很难通过实验室物理区隔或者通过 SOP 管理将不同批次或来源的动物隔离饲养,而 IVC 为此提供了可能。考虑到本单位迁建新址的动物实验室中将全面采用 IVC。笼盒内的换气次数及饲养密度会改变笼盒内微环境,可能会造成动物福利、甚至对实验结果产生影响^[13-19]。为了验证 IVC 系统使用稳定性,对不同饲养密度和换气次数条件下的小鼠饲养开展比较研究,以积累经验和相关的基础数据。

1 材料和方法

1.1 实验动物及实验环境

1.1.1 实验动物:80 只 5 周龄 SPF 级雄性 Balb/c 小鼠,来源于中国食品药品检定研究院实验动物资源研究所实验动物生产供应室(生产许可证编号为 SCXK(京)2009-0017)。

1.1.2 饲料、垫料及饮水:⁶⁰Co 灭菌全价颗粒饲料,购自北京科澳协力饲料有限公司,自由采食,生产

许可证号 SCXK(京)2009-0012;玉米芯垫料,经高压灭菌后使用,每周更换 1 次;反渗透软化水加 HCL 调节 pH 值至 2.5~2.8 后供动物自由饮用。

1.1.3 实验设施:动物实验楼屏障设施(SYXK(京)2011-0008),温度范围:(23±2)℃,相对湿度范围 40%~70%,全新风高效过滤,换气次数>15 次/h。

1.2 仪器及设备

MP1100 电子天平:(精确到 0.01g,上海第二天平厂制造),用于入室体重及脏器称量。YP100001 电子天平:(精确到 0.01g,上海跃平制造),用于除入室体重以外体重称量。IVC 系统:用于本实验研究的 3 台 IVC 为室内取风,排风接入夹层排风管道,参数设置见“室内取实验处理设置”;饲养笼盒:传统敞口饲养盒大小规格长×宽×高=30.0cm×18.0cm×13.0cm,IVC 笼盒大小规格长×宽×高=38.7cm×17.8cm×13.6cm。

1.3 动物实验

1.3.1 实验处理设置:同室内安装同一厂家 3 台相同型号小鼠 IVC,在正压状态下分别设置换气次数为 70、50、30 次/h(以进风量计算,实际测得值分别为 69、45、26 次/h),对比同室传统敞口笼养,各设置 5 只/笼和 10 只/笼 2 个密度分组饲养,共设置 8 个处理组。

1.3.2 动物分组:80 只雄性 Balb/c 小鼠在入室当日逐只称重,并随机分为 8 组,以 SPSS 软件统计分析各组平均体重组间差异无显著性($p > 0.05$),分组设置见表 1,分组体重见表 2。

表 1 实验分组

Tab.1 Design of experiment

分组 Groups	动物数(只/组) Animal number (N/group)	饲养密度(只/笼) Stocking density (N/cage)	参数设置 Parameters setting
IVC105	10	5	换气:70 次/h(实测约 69 次)。
IVC110	10	10	Setting air change:70 times/hour (Real was about 69 times/hour)
IVC205	10	5	换气:50 次/h(实测约 45 次)。
IVC210	10	10	Setting air change:50 times/hour (Real was about 45 times/hour)
IVC305	10	5	换气:30 次/h(实测约 26 次)。
IVC310	10	10	Setting air change:30 times/hour (Real was about 26 times/hour)
OTC05	10	5	温度:23.3℃,相对湿度 40%~70%,全新风,换气次数>15 次/h。
OTC10	10	10	Temperature:(23±2)℃. Relative humidity: 40%~70%. Ventilation: 100% new air, >15 air changes/hour.

注:组标识中,后 2 位数字代表每笼饲养动物只数,IVC+首位数字代表 IVC 的参数设置差异,OTC=敞口饲养。Note. Within the group names, the last two numbers mean the stocking density (N/cage), IVC add one number mean that the group animals were housed in IVCs with different parameters setting, OTC means housing in open-top cages.

1.3.3 动物标记:以黑色油性记号笔在鼠尾上划线标记,每周确认并重画加重,确保在体重称量时不发生遗漏或重复称重。

1.3.4 大体解剖及脏器分离:饲养实验第 8 周,禁食隔夜的小鼠在体重称量后,CO₂ 麻醉后解剖,摘取主要脏器包括心、肝、脾、肺、肾、脑、睾丸、附睾,剔除附着在脏器上的脂肪。

1.3.5 数据收集与统计分析:在每周相同时间逐只称体重并记录,其中第 8 周体重在禁食隔夜后称量获得;第 8 周剖检后逐只分别称脏器重,其中肾、睾丸、附睾左右成对称重,并记录;以 Excel 软件进行原始数据的录入、早期处理(包括每只动物各器官的脏器系数)及体重曲线绘制,以 SPSS 统计软件用于对比分析相关参数的组间差异性比较。

2 结果

2.1 根据以敞口 05 作为参照,饲养 7 周的体重曲线比较 见(图 1~7)

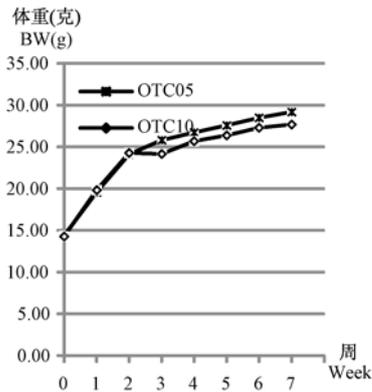


图 1 OTC10 与 OTC05 组体重曲线

Fig.1 Growth curves of group OTC10 and OTC05

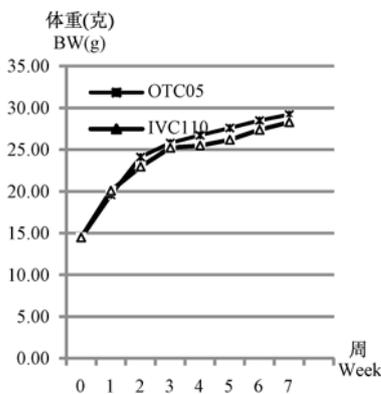


图 2 IVC110 与 OTC05 组体重曲线

Fig.2 Growth curves of group IVC110 and OTC05

根据图 1~7:①分别以 5 只/笼和 10 只/笼饲

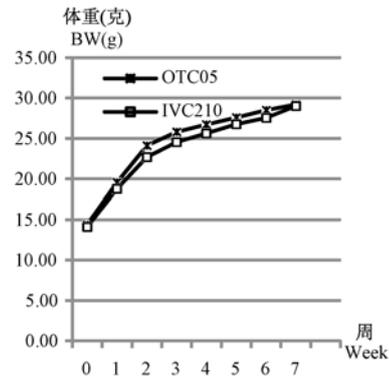


图 3 IVC210 与 OTC05 组体重曲线

Fig.3 Growth curves of group IVC210 and OTC05

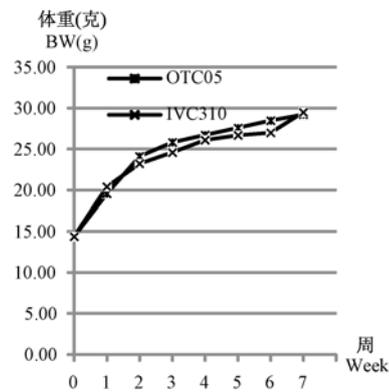


图 4 IVC310 与 OTC05 组体重曲线

Fig.4 Growth curves of group IVC310 and OTC05

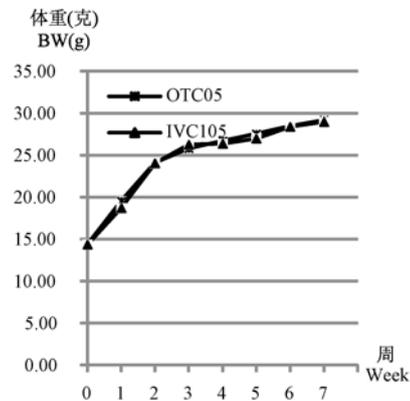


图 5 IVC105 与 OTC05 组体重曲线

Fig.5 Growth curves of group IVC105 and OTC05

养在传统敞口笼中,体重曲线在第 2 周时发生分化,2 周之后 10 只每笼饲养的小鼠发生滞长,5 只每笼饲养优于 10 只/笼饲养。②以传统敞口笼饲养 5 只/笼的体重曲线作为参考曲线,IVC 中 5 只/笼饲养的体重曲线与参考曲线的重合性明显高于 10 只/笼饲养密度;③IVC2(换气 50 次/h)饲养小鼠的体重曲线平滑度接近参考曲线,优于其它设置的 IVC

及 10 只/笼敞口饲养。

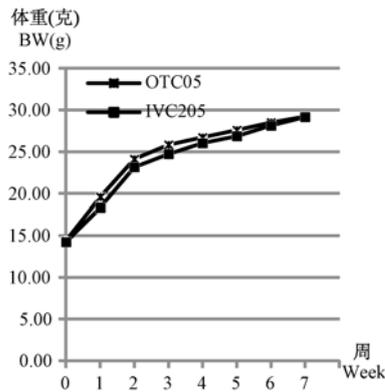


图 6 IVC205 与 OTC05 组体重曲线

Fig. 6 Growth curves of group IVC205 and OTC05

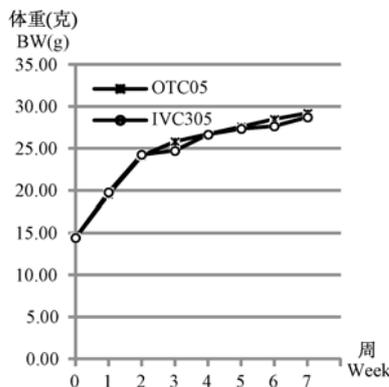


图 7 IVC305 与 OTC05 组体重曲线

Fig. 7 Growth curves of group IVC305 and OTC05

注:组标识中,后 2 位数字代表每笼饲养动物只数,IVC + 首位数字代表 IVC 的参数设置差异,OTC = 敞口饲养。

Note. Within the group names, the last two numbers mean the stocking density (N/cage), IVC add one number mean that the group animals were housed in IVCs with different parameters setting, OTC means housing in open-top cages.

2.2 各组体重平均值比较 (SPSS), 见表 2

表 2 数据显示:除第 1 周体重均值在多组间出现显著差异 ($P < 0.05$) 外,其它时期(包括入室日)各组体重均值未见组间显著差异 ($P > 0.05$);

2.3 第 8 周各组脏器系数平均值比较 (SPSS) 结果见表 3。

表 3 数据显示:除 OTC10 组与 IVC305 组的肝脏系数存在显著差异 ($P < 0.05$, 前者小于后者) 外,该参数的其它组间、及其它脏器系数值均未见组间显著差异 ($P > 0.05$)。

3 讨论

众所周知,在相同笼底面积的情况下,饲养密度过高会给动物的生长带来负面影响。本研究所采用的敞口笼底面积为 0.054 m^2 , IVC 的笼底面积为 0.069 m^2 , 根据 GB14925-2010 要求的单只饲养空间,可分别饲养 5 只和 7 只 20g 以上的小鼠^[18] (群养时面积要求会相对小), 根据美国实验动物饲养管理和使用指南(第 8 版)对于群养要求的笼底面积,可分别饲养 7 只和 9 只体重为 25 g 以下,或 5 只和 7 只体重为 25 g 以上的小鼠^[17]。在日常研究中,5 只/笼是常见和可行的小鼠饲养密度,也符合相关标准或指导原则的要求,10 只每笼饲养则不受推荐。动物饲养环境的换气次数对其生存微环境产生影响:换气次数越高将越有利于排泄物的清理(例如降低笼盒内氨等排泄物,以及粉尘浓度)促进动物生长,同时,也可能由于换气次数过高导致动物体表热量流失过快,动物加快基础代谢以维持体温而导致体重增长减缓;换气次数过低可能会导致笼盒内排泄物的蓄积、含氧量不足等影响动物生长,同时也可降低动物用于维持体温所需的基础代谢。

在体重曲线的比较中,本研究以 OTC05 组的体重曲线作为标准曲线,以 OTC10 组的体重曲线作为红对照曲线,并在各组曲线与标准曲线分别进行比较。首先,OTC10 组和 OTC05 组的比较印证饲养密度过大对动物生长存在负面影响,特别当体重增加到一定程度后会明显呈现;其次,IVC2 (换气 50 次/h) 饲养小鼠的体重曲线平滑度接近参考曲线,优于其它设置的 IVC 及 10 只/笼敞口饲养。其三,在各条件设置的 IVC 中饲养小鼠时,与 10 只/笼相比,以 5 只/笼饲养在相同设置 IVC 中的小鼠体重曲线与参考曲线的重合性更好;由此,初步确定 IVC2 (换气 50 次/h) 的参数为推荐参数,预计最大可饲养雄性 Balb/c 的数量介于 5 - 10 只之间。

动物入室当日,在尚未进食和饮水的情况下,相关动物即根据体重分配到各组,分组体重数据组间无显著差异。第 1 周时的多组体重间发生显著性差异,经分析这种差异可能由于动物运输应激,入室称重时动物空腹程度不同,后期采食不均等原因造成,与实验考察因素无明显关联性。除第 1 周,动物入室日及其它各周的体重数据在组间均差异无显著。

表 2 各组同期体重均值两两间差异比较($\bar{x} \pm s$)
Tab. 2 Comparison of the same period body weight between groups ($\bar{x} \pm s$)

实验组 Groups	入室(g) 0 week(g)	第1周(g) 1st week(g)	第2周(g) 2nd week(g)	第3周(g) 3rd week(g)	第4周(g) 4th week(g)	第5周(g) 5th week(g)	第6周(g) 6th week(g)	第7周(g) 7th week(g)	第8周(g) 8th week(g)
OTC10	14.30 ^A ± 0.17	19.83 ^{BC} ± 0.24	24.27 ^A ± 0.43	24.16 ^A ± 0.49	25.69 ^A ± 0.42	26.37 ^A ± 0.44	27.30 ^A ± 0.40	27.68 ^A ± 0.49	26.68 ^A ± 0.39
OTC05	14.39 ^A ± 0.15	19.57 ^{ABC} ± 0.40	24.11 ^A ± 0.45	25.81 ^A ± 0.44	26.72 ^A ± 0.53	27.58 ^A ± 0.54	28.49 ^A ± 0.63	29.20 ^A ± 0.60	27.82 ^A ± 0.50
IVC310	14.40 ^A ± 0.24	20.41 ^C ± 0.42	23.21 ^A ± 0.48	24.59 ^A ± 0.52	26.09 ^A ± 0.71	26.67 ^A ± 0.74	26.98 ^A ± 0.67	29.50 ^A ± 0.64	27.37 ^A ± 0.61
IVC305	14.41 ^A ± 0.19	19.79 ^{BC} ± 0.22	24.27 ^A ± 0.48	24.73 ^A ± 0.57	26.67 ^A ± 0.55	27.34 ^A ± 0.59	27.67 ^A ± 0.65	28.73 ^A ± 0.67	27.77 ^A ± 0.60
IVC210	14.14 ^A ± 0.18	18.78 ^{AB} ± 0.34	22.68 ^A ± 0.49	24.54 ^A ± 0.43	25.62 ^A ± 0.50	26.75 ^A ± 0.54	27.54 ^A ± 0.51	29.00 ^A ± 0.59	27.23 ^A ± 0.55
IVC205	14.23 ^A ± 0.16	18.34 ^A ± 0.40	23.14 ^A ± 0.52	24.71 ^A ± 0.44	26.03 ^A ± 0.61	26.84 ^A ± 0.58	28.13 ^A ± 0.62	29.14 ^A ± 0.64	27.88 ^A ± 0.56
IVC110	14.48 ^A ± 0.25	20.09 ^{BC} ± 0.34	22.94 ^A ± 0.44	25.22 ^A ± 0.54	25.47 ^A ± 0.67	26.17 ^A ± 0.60	27.38 ^A ± 0.60	28.28 ^A ± 0.56	26.09 ^A ± 0.61
IVC105	14.35 ^A ± 0.21	18.73 ^{AB} ± 0.20	24.05 ^A ± 0.39	26.27 ^A ± 0.59	26.37 ^A ± 0.64	26.98 ^A ± 0.70	28.40 ^A ± 0.71	28.99 ^A ± 0.80	27.58 ^A ± 0.72

注:字母“A,B,C”代表两两间比较时各組间差异情况,如果2个均值标注有任何相同字母,则代表组间差异不显著($P > 0.05$),如果2个均值标注有任何不同字母,则代表组间差异显著($P < 0.05$)。第8周体重为隔夜禁食后获得。

Note: The letters “A, B and C” are used to label the differences between groups, if there are one or more letters within the label of two groups being the same, then there is not significant statistical difference between the two groups ($P > 0.05$), otherwise, significant statistical difference between the two groups ($P < 0.05$). The 8th week body weight gained after an overnight fasting.

表 3 第8周各脏器系数均值两两间差异比较($\bar{x} \pm x$)
Tab. 3 Comparison of organ coefficients between groups by 8th week ($\bar{x} \pm x$)

实验组 Groups	心% Heart	肝% Liver	脾% Spleen	肺% Lung	肾% Kidneys	脑% Brain	睾丸% Testes	附睾% Epididymides
OTC10	0.62 ^A ± 0.02	4.27 ^A ± 0.05	0.35 ^A ± 0.01	0.60 ^A ± 0.02	1.56 ^A ± 0.03	1.83 ^A ± 0.03	0.82 ^A ± 0.03	0.25 ^A ± 0.02
OTC05	0.61 ^A ± 0.04	4.46 ^{AB} ± 0.10	0.32 ^A ± 0.02	0.57 ^A ± 0.03	1.56 ^A ± 0.03	1.71 ^A ± 0.04	0.76 ^A ± 0.02	0.24 ^A ± 0.02
IVC310	0.64 ^A ± 0.04	4.74 ^{AB} ± 0.10	0.32 ^A ± 0.02	0.62 ^A ± 0.06	1.72 ^A ± 0.07	1.76 ^A ± 0.09	0.83 ^A ± 0.07	0.25 ^A ± 0.02
IVC305	0.62 ^A ± 0.03	4.79 ^B ± 0.14	0.34 ^A ± 0.01	0.59 ^A ± 0.02	1.61 ^A ± 0.04	1.69 ^A ± 0.03	0.82 ^A ± 0.03	0.27 ^A ± 0.01
IVC210	0.59 ^A ± 0.02	4.37 ^{AB} ± 0.07	0.31 ^A ± 0.02	0.58 ^A ± 0.03	1.61 ^A ± 0.04	1.62 ^A ± 0.06	0.79 ^A ± 0.02	0.25 ^A ± 0.02
IVC205	0.68 ^A ± 0.01	4.71 ^{AB} ± 0.17	0.36 ^A ± 0.01	0.65 ^A ± 0.04	1.67 ^A ± 0.05	1.76 ^A ± 0.05	0.80 ^A ± 0.03	0.30 ^A ± 0.02
IVC110	0.59 ^A ± 0.03	4.43 ^{AB} ± 0.12	0.33 ^A ± 0.03	0.62 ^A ± 0.04	1.52 ^A ± 0.04	1.79 ^A ± 0.06	0.78 ^A ± 0.03	0.27 ^A ± 0.03
IVC105	0.60 ^A ± 0.02	4.66 ^{AB} ± 0.06	0.34 ^A ± 0.01	0.57 ^A ± 0.02	1.56 ^A ± 0.04	1.68 ^A ± 0.06	0.78 ^A ± 0.03	0.27 ^A ± 0.02

注:字母“A,B,C”代表两两间比较时各組间差异情况,如果2个均值标注有任何相同字母,则代表组间差异不显著($P > 0.05$),如果2个均值标注有任何不同字母,则代表组间差异显著($P < 0.05$)。

Note: The letters “A, B and C” are used to label the differences between groups, if there are one or more letters within the label of two groups being the same, then there is not significant statistical difference between the two groups ($P > 0.05$), otherwise, significant statistical difference between the two groups ($P < 0.05$).

脏器系数实验结果显示:OTC10 组的肝脏系数显著低于 IVC305 ($P < 0.05$), 该参数在其它组间无显著差异, 原因未明。研究未见其它脏器系数有明显组间差异。

综合分析及结论: 本研究所选 2 种饲养密度中, 5 只/笼符合各规范要求及常规操作, 10 只/笼的密度明显高过各规范的要求, 数据也显示其对体重增长产生负面影响。另按文献资料要求, 本研究所用 IVC 的笼底面积可满足饲养 7 只 Balb/c 小鼠, 但无直接研究数据给予支持, 不作为可行选项。因此, 基于当前实验的设计, 推荐换气次数为 50 次/h 时饲养 5 只/笼为该型号 IVC 饲养 Balb/c 小鼠的最佳条件。

参考文献:

- [1] Clough G, Wallace J, Gamble MR, et al. A positive, individually ventilated caging system: a local barrier system to protect both animals and personnel[J]. Lab Anim, 1995, 29:139 - 151.
- [2] Cook RO. New ventilated isolation cage [J]. Appl Microbiol, 1968, 16(5):762 - 771.
- [3] 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.
- [4] Lipman NS, Corning BF, Saifuddin M. Evaluation of isolator caging systems for protection of mice against challenge with mouse hepatitis virus[J]. Lab Anim, 1993, 27:134 - 140.
- [5] Reeb-Whitaker CKI, Paigen BI, Beame WG, et al. The impact of reduced frequency of cage changes on the health of mice housed in ventilated cages [J]. Lab Anim, 2001, 35(1):58 - 73.
- [6] 高文婷, 邱译文, 尹金星, 等. IVC 环境中裸小鼠的繁育及生长[J]. 上海实验动物科学, 2004, 24(2):111 - 112.
- [7] 罗金环, 王洪波. 简便、节能、解放人工的通气实验动物设备

[J]. 中国实验动物学杂志, 2001, 11(2):127 - 128.

- [8] 战大伟, 江其辉, 仇志华, 等. 独立通风笼(IVC)在实验动物学中的应用[J]. 中国比较医学杂志, 2006, 16(10):631 - 634.
- [9] 张海峰, 卢胜明, 康峰, 等. 独立通风笼盒(IVC)在动物实验中的应用[J]. 实验动物科学, 2011, 28(6):54 - 56.
- [10] 欧阳剑东. IVC 市场前景分析[J]. 中国比较医学杂志, 2004, 14(2):120 - 122.
- [11] 张继明. IVC 在动物实验中规范使用的体会[J]. 中国比较医学杂志, 2006, 16(9):567
- [12] 王洪宝, 战大伟, 江其辉, 等. IVC 与屏障级设施检测探讨[J]. 实验动物科学, 2007, 24(1):28 - 30.
- [13] Carolyn R, Robert J, David B, et al. Microenvironment in ventilated animal cages with differing ventilation rates, mice populations, and frequency of bedding changes [J]. Contemp Top Lab Anim Sci, 1998, 37(2):43 - 49.
- [14] 施正良, 饶江宁. 医学实验动物屏障环境内独立通风笼具的安放[J]. 中国比较医学杂志, 2008, 18(7):60 - 62.
- [15] Hoglund AU, Renstrom A. Evaluation of individually ventilated cage systems for laboratory rodents: cage environment and animal health aspects[J]. Lab Anim, 2001, 35(1):51 - 57.
- [16] 田小芸, 颜培实, 恽时锋, 等. IVC2B 型独立通气笼盒系统运行时的微环境分析[J]. 中国比较医学杂志, 2006, 16(9):529 - 532.
- [17] National Research council. Guide for the care and use of laboratory animals[M]. The eighth edition. Washington, D. C. : National Academy Press, 2010:55 - 63.
- [18] GB14925 - 2010. 实验动物环境及设施[S].
- [19] Kostomitsopoulos N, Dontas IA, Alexakos P, et al. Growing male rats in individually ventilated and open-top cages[J]. J Am Assoc Lab Anim Sci, 2011, 50(6):879 - 883.

[修回日期] 2014-06-03

(上接第 30 页)

情况的调查 [J]. 实验动物科学, 2012, 29(3):34 - 38.

- [4] Dubey J P. Toxoplasmosis of Animals and Humans [M]. 2nd. CRC Press Inc. Boca Raton; New York, 2009:1 - 313.
- [5] Sepflveda MA, Munoz-Zanzi C, Rosenfeld C, et al. *Toxoplasma gondii* in feral American minks at the Maullin river [J]. Chile Vet Parasitol, 2011, 175(1 - 2):60 - 65.
- [6] Millan J, Cabezon O, Pabon M, et al. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* in feral cats (*Felis silvestris*) in Majorca, Balearic Islands, Spain [J]. Vet Parasitol, 2009, 165(3 - 4):323 - 326.
- [7] 丛伟, 吴松明, 黄思扬, 等. 野生动物弓形虫病研究进展

[J]. 动物医学进展, 2012, 33(2):83 - 86.

- [8] 王萌, 王艳华, 蔡志杰, 等. 弓形虫病的分子诊断技术研究进展 [J]. 中国人兽共患病学报, 2010, 26(12):1160 - 1162.
- [9] 李冕, 尹昆, 闫歌. 弓形虫病的诊断技术及其研究进展 [J]. 中国病原生物学杂志, 2011, 6(12):942 - 944.
- [10] 崔平, 刘红彬, 方素芳, 等. PCR 检测猪弓形虫病方法的建立 [J]. 中国动物检疫, 2009, 26(5):62 - 63.

[修回日期] 2014-05-27