

药学实验室用书

# 实验动物与 实验动物模型

主编 杜力军 赵玉男

涵盖各个生理系统的  
550余个实验动物模型制作方法，  
简明易查，易操作



中国医药科技出版社

医学动物实验周刊

中国医学科学院  
实验动物研究所  
实验动物学  
实验动物学

# 实验动物与 实验动物模型

实验动物学 实验动物模型

实验动物学  
实验动物模型  
实验动物学  
实验动物模型

中国医学科学院实验动物研究所

药 学 实 验 室 用 书

SHIYANDONGWU YU SHIYANDONGWU  
MO XING

实验动物与  
实验动物模型

主 编 杜力军 赵玉男

中国医药科技出版社

## 内 容 提 要

本书分上、下两篇，上篇介绍实验动物的一般知识；下篇分系统介绍了实验动物模型的制备及特点，涵盖了新药研发中所涉及的 550 余个实验动物模型，同时增加了有关模式生物新药研究模型和转基因细胞的相关内容，反映了最新的研究理念和研究动态。

本书具有简明、易查、易操作的特点，适于大专院校、科研单位以及企业从事新药研究开发的科技工作者及研究生使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

实验动物与实验动物模型/杜力军, 赵玉男主编. —北京: 中国医药科技出版社, 2012. 3

药学实验室用书

ISBN 978 - 7 - 5067 - 4408 - 9

I. ①实… II. ①杜… ②赵 III. ①实验动物②实验动物 - 模型  
IV. ①Q95 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 282913 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行: 010 - 62227427 邮购: 010 - 62236938

网址 [www.cmstp.com](http://www.cmstp.com)

规格 787 × 1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

印张 32<sup>1</sup>/<sub>2</sub>

字数 673 千字

版次 2012 年 3 月第 1 版

印次 2012 年 3 月第 1 次印刷

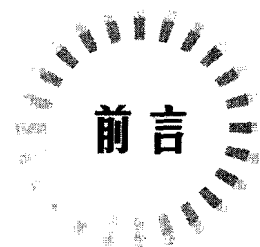
印刷 北京高岭印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 4408 - 9

定价 75.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换



《实验动物与实验动物模型》主要的读者为大专院校、科研单位以及企业从事新药研究开发的科技工作者。本书具有简明、易查、易操作的特点，本书同时涵盖目前新药研发中所涉及的大多数实验动物模型，并在此基础上，介绍了近年来出现的新模型。

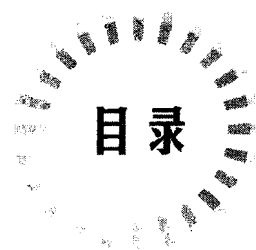
有关实验动物模型的书籍较多，可以说它们都从不同侧面反映了药物研究中动物模型的应用。但是作为一本简洁明了，同时又便于查阅且实用的有关实验动物模型的书不多。本书即是以此为基本点进行编写的。本书的作者均为一线从事新药相关研究的年轻科技工作者，具有知识体系新、又有实际工作经验的特点，因此也就保证了本书所涉及内容的实用性。近年来将生物领域的模式生物概念应用于新药研发，已取得了较好的成绩。利用分子生物学技术构建特定靶点的细胞系，以此来反映所研发药物作用靶点的特异性，是生物技术在新药研发领域的突破。本书也增加了有关模式生物新药模型和转基因细胞的内容，以反映最新研究动向。

不断研制出特异靶点的新的动物模型，是新药研究开发的永恒要求。只有动物模型不断丰富，才能有更多的候选新药得到发现和开发。本书编写的宗旨也在于此。

由于时间仓促，加之水平有限，尽管我们已经尽了最大努力去写好全书，但是肯定还有可能出现一些错误，或不尽人意之处。敬请读者提出宝贵意见，以利于我们再版时修订和改正。

**杜力军 赵玉男**

**2012年1月于北京清华园**



<b>上 篇 实验动物</b> .....	(1)
<b>第一章 实验动物管理及条件</b> .....	(3)
第一节 实验动物管理机构及法规简介 .....	(3)
第二节 实验动物的环境和设施 .....	(6)
第三节 实验动物的饲养和管理 .....	(9)
<b>第二章 常用实验动物生物学特点</b> .....	(13)
第一节 小鼠 .....	(13)
第二节 大鼠 .....	(14)
第三节 兔 .....	(15)
第四节 犬 .....	(15)
第五节 猕猴 .....	(16)
第六节 豚鼠 .....	(17)
第七节 地鼠 .....	(18)
第八节 小型猪 .....	(19)
第九节 鸡 .....	(20)
第十节 羊 .....	(20)
第十一节 猫 .....	(21)
第十二节 鱼 .....	(22)
<b>第三章 常用实验动物品系及应用</b> .....	(23)
第一节 小鼠 .....	(23)
第二节 大鼠 .....	(24)
第三节 兔 .....	(26)
第四节 犬 .....	(27)
第五节 猕猴 .....	(28)
第六节 豚鼠 .....	(29)
第七节 地鼠 .....	(30)
第八节 小型猪 .....	(31)
第九节 鸡 .....	(32)

## 目 录

第十节 试验用鱼 .....	(33)
第十一节 猫 .....	(34)
第十二节 羊 .....	(34)
<b>第四章 常用麻醉药及药物助溶剂 .....</b>	<b>(36)</b>
第一节 常用麻醉药 .....	(36)
第二节 常用药物助溶剂 .....	(39)
<b>下 篇 实验动物模型 .....</b>	<b>(41)</b>
<b>第五章 神经精神系统实验动物模型 .....</b>	<b>(43)</b>
第一节 促智药 .....	(43)
第二节 抗震颤麻痹药 .....	(49)
第三节 镇静催眠药 .....	(52)
第四节 抗癫痫药 .....	(55)
第五节 镇痛药 .....	(59)
第六节 肌松药 .....	(64)
第七节 解热药 .....	(71)
第八节 抗焦虑药 .....	(75)
第九节 抗抑郁药 .....	(85)
第十节 抗精神病药 .....	(94)
第十一节 抗早老性痴呆药 .....	(99)
<b>第六章 心脑血管系统实验动物模型 .....</b>	<b>(116)</b>
第一节 抗心肌缺血药 .....	(116)
第二节 抗心律失常药 .....	(121)
第三节 降压药 .....	(125)
第四节 治疗心功能不全药 .....	(131)
第五节 调血脂药 .....	(142)
第六节 抗动脉粥样硬化药 .....	(150)
第七节 抗血小板聚集药 .....	(157)
第八节 溶血栓药 .....	(167)
第九节 抗凝血药 .....	(170)
第十节 治疗心肌炎药 .....	(175)
第十一节 防治脑缺血药 .....	(179)
第十二节 防治脑血管病药 .....	(190)
第十三节 防治偏头痛药 .....	(196)
<b>第七章 呼吸系统实验动物模型 .....</b>	<b>(210)</b>
第一节 镇咳药 .....	(210)
第二节 支气管扩张药 .....	(214)
第三节 祛痰药 .....	(216)
第四节 呼吸兴奋药 .....	(221)

<b>第八章 消化系统实验动物模型</b> .....	(223)
第一节 胃肠解痉药 .....	(223)
第二节 催吐及止吐药 .....	(226)
第三节 抗溃疡药 .....	(228)
第四节 泻药与止泻药 .....	(232)
第五节 保肝药 .....	(236)
第六节 退黄疸药 .....	(239)
第七节 利胆和排石药 .....	(241)
<b>第九章 泌尿系统实验动物模型</b> .....	(248)
第一节 利尿药 .....	(248)
第二节 抗肾炎药 .....	(250)
第三节 抗肾病药 .....	(252)
第五节 抗急性肾衰药 .....	(254)
第六节 抗慢性肾衰药 .....	(257)
第七节 抗结石药 .....	(258)
第八节 抗前列腺增生药 .....	(260)
<b>第十章 血液系统实验动物模型</b> .....	(266)
第一节 白细胞减少症防治药 .....	(266)
第二节 血小板减少症防治药 .....	(268)
第三节 防治贫血药 .....	(269)
第四节 止血药 .....	(275)
<b>第十一章 内分泌系统实验动物模型</b> .....	(279)
第一节 性激素及同化激素类药 .....	(279)
第二节 肾上腺皮质激素类药 .....	(292)
第三节 甲状腺药 .....	(294)
第四节 降血糖药 .....	(297)
第五节 减肥药 .....	(315)
第六节 抗代谢综合征药 .....	(318)
<b>第十二章 抗炎免疫系统实验动物模型</b> .....	(325)
第一节 抗炎药 .....	(325)
第二节 抗过敏药 .....	(331)
第三节 免疫调节药 .....	(342)
第四节 抗风湿性关节炎药 .....	(349)
第五节 抗痛风性关节炎药 .....	(353)
第六节 防治骨关节炎药 .....	(356)
<b>第十三章 抗肿瘤实验动物模型</b> .....	(365)
第一节 自发性肿瘤动物模型 .....	(365)
第二节 诱发性肿瘤动物模型 .....	(367)
第三节 移植性肿瘤动物模型 .....	(372)

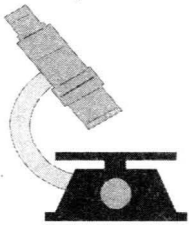


## 目 录

第四节	肿瘤侵袭动物模型 .....	(379)
第五节	肿瘤转移动物模型 .....	(382)
第六节	常见肿瘤动物模型 .....	(386)
<b>第十四章</b>	<b>生殖系统实验动物模型 .....</b>	<b>(416)</b>
第一节	子宫收缩药 .....	(416)
第二节	终止早孕药 .....	(419)
第三节	治疗性功能障碍药 .....	(421)
第四节	避孕药 .....	(423)
<b>第十五章</b>	<b>抗感染实验动物模型 .....</b>	<b>(427)</b>
第一节	抗菌药 .....	(427)
第二节	抗病毒药 .....	(437)
<b>第十六章</b>	<b>抗氧化及抗衰老实验动物模型 .....</b>	<b>(460)</b>
第一节	抗氧化药 .....	(460)
第二节	抗衰老药 .....	(463)
<b>第十七章</b>	<b>常用中医证候实验动物模型 .....</b>	<b>(471)</b>
第一节	治疗血瘀证药 .....	(471)
第二节	治疗肾阳虚证药 .....	(478)
<b>第十八章</b>	<b>常用模式生物实验模型 .....</b>	<b>(482)</b>
第一节	病毒类模型 .....	(482)
第二节	真核细胞类模型 .....	(485)
<b>第十九章</b>	<b>特定靶点转基因细胞实验模型 .....</b>	<b>(503)</b>

上 篇

**实 验 动 物**





## 第一章

# 实验动物管理及条件



## 第一节 实验动物管理机构及法规简介

实验动物 (laboratory animals) 是指经人工饲养、繁育, 对其携带的微生物及寄生虫实行控制, 遗传背景明确或者来源清楚的, 应用于科学研究、教学、生产和检定及其他科学实验的动物。法规是以立法的形式管理实验动物, 以确保实验动物和动物实验的质量, 具有强制性。随着国际间实验动物研究、检验和教学相关交流的不断增多, 了解和熟悉国际间普遍认可的实验动物相关标准和法规已成为必需。实验动物标准化对动物实验研究结果的可靠性和准确性具有重要影响。随着生物医药产业及生物医学研究的发展, 动物模型因其独特的作用和优越性, 越来越受到科技工作者的重视。而加强实验动物管理是实验动物标准化的基础。本节主要介绍国内外实验动物管理机构及法律、法规和条例, 目的是帮助读者在药物研究过程中树立爱护和保护实验动物的意识, 自觉在法规要求下开展动物实验。

### 一、国际实验动物科学协会

1956年, 联合国教科文组织 (UNESCO)、国际医学组织联合会 (CIOMS)、国际生物学协会 (IUBS) 共同发起成立了国际实验动物委员会 (ICLA)。1961年, ICLA 的活动得到世界卫生组织的合作, 并于1979年更名为国际实验动物科学协会 (International Council for Laboratory Animal Science, ICLAS)。ICLAS 的组成包括国家会员、团体会员、科学家会员、学会会员和荣誉会员。ICLAS 的决议由常务理事会和管理委员会做出。常务理事会四年一届, 管理委员会由常务理事会从国家会员、团体会员和科学家会员中选出并对其负责, 每年召开一次工作会议。

ICLAS 提出了微生物学、寄生虫学、遗传质量控制的参考标准, 并先后在日本、韩国、泰国、西班牙和巴西设立了遗传、微生物检测中心, 并依据有关标准开展检测工作。1988年我国加入 ICLAS, 并在第十二届理事会担任常务理事。

### 二、美国实验动物法规

美国农业部、美国公共卫生署出台了诸多法规、条例、政策和指导手册规范实验动物饲养, 以及用于科学研究、检测和教学中的实验动物。1873年美国国会通过了家

畜运输过程中善待动物的相关法规，也被称为“28小时法规”，是指家畜在运输前到再次得到食物、饮水和休息的最大时间间隔；1966年美国联邦通过了第一个实验动物福利法（AWA），授权美国动植物检疫局、美国农业部监督实施；美国公共卫生署（PHS）是联邦内另一个负责管理和监督研究用动物的饲养和使用的机构，它的授权来自于“公众法99~158”号条款，授权国立卫生研究院基金来指导美国政府有关研究、检测和培训用脊椎动物的使用和保护原则；1978年美国食品药品监督管理局（FDA）颁布了《良好实验室操作规程》（Good Laboratory Practice, GLP）规定，凡向FDA申请研究许可证或销售许可证的所有新药临床前实验研究项目，均要遵守GLP原则，对组织机构、人员、设施运行、记录和报告等方面提出了明确的要求和规定，对具体的操作要求制定明确的规程，规定了对实验动物的要求以及实验室的特殊要求；1965年美国实验动物饲养管理认可协会（American Association for Accreditation of Laboratory Animal Care, AAALAC）成立，对各申请单位的动物使用、管理及设施进行检查评估，并向动物使用机构提供相关信息，主要以现有的法律、法规、规则和科学标准作为参考资源，无硬性规章制度，不仅接收美国本土研究机构的申请，还接受其他国家有关机构的申请，并按照认证规则，结合当地法规及惯例来制定标准，开展认证工作。

### 三、美国实验动物保护和应用委员会

实验动物研究或使用机构的最高负责人必须委任一个“研究机构的动物管理和使用委员会”，由其监督和评定研究机构有关动物的计划、操作程序和设施条件，以保证其符合相关法律和规章的要求。美国实验动物保护和应用委员会（International Animal Care and Use Committee, IACUC）由1名兽医学博士（持有学位证书）或在实验动物科学或医学、使用方面受过培训或具有经验的兽医师，至少1名在涉及动物的科研方面具有经验的实践科研人员和至少1名公众代表组成，通常不少于5人。其负责监督和评定动物管理和使用计划及其各项内容，它的职能包括：

- (1) 审查科研、测试或教学中使用动物的申请；
- (2) 对动物活动区域进行评定；
- (3) 向研究机构负责人递交工作报告；
- (4) 建立一套接纳和评审设计研究机构内对动物的管理和使用有关事务的工作机制；
- (5) 接收机构内对动物管理和福利的意见和建议。

IACUC必须按其职责所需经常召开会议，至少应每半年举行一次，会议记录和审议结果应予存档，并至少应每6个月评审一次动物管理计划及对动物设施或活动区域的检查结果。评审检查完毕，IACUC应向研究机构的行政负责人呈递一份由过半数成员签署的书面报告，对于各项研究方案，应按相关法律、法规及《实验动物饲养管理和使用手册》进行评审。

### 四、其他国外实验动物法规

1876年英国政府颁布施行的《反虐待动物法》是欧洲第一部有关动物实验法规，在历史上相当长一段时间内英国率先成为第一个立法保护动物用于科学研究的国家。

1985年,欧洲26国在法国斯特拉斯堡达成了《保护脊椎动物用于科学实验和其他科学研究公约》,简称ETS123;1986年欧洲经济共同体议会在上述公约的基础上,颁布了《欧洲试验和科研用脊椎动物保护公约》(86/609EEC),加入欧盟的各成员国议会认可并遵守该协议,以保证各成员国所从事的动物实验遵从相应的法规和条例。

加拿大实验动物管理委员会(CCAC)成立于1968年,1982年改组为独立社团组织,是加拿大有关动物使用的主要咨询和评审机构。CCAC的核心任务就是通过培训、评估、诱导、劝说的方式敦促使用动物单位按照科学方法进行动物试验,提高人们的科学意识和道德标准,其主要作用是起草指南和制定政策,对实验动物饲养和使用进行管理,以及监督相关单位落实政策和指南。

《研究动物法》是澳大利亚、新西兰研究和教育用动物管理委员会的基本准则,《澳大利亚用于科研目的动物管理和使用条例》是有关动物福利等规章条例和政策;新西兰于1999年起草了《动物福利法》,对动物申请项目进行审批和监督,同时涉及动物的福利问题。

日本于1980年制定的《饲养和管理实验动物法》是各动物使用机构的准则,旨在减少虐待动物,提倡“奉献爱心”和“关爱生命”。韩国依据1991年制定的《韩国动物保护法》允许动物用于教学、研究或其他科学研究。

## 五、国内实验动物管理与法规

我国目前的实验动物工作由国家科学技术部(简称科技部)主管,统一制定我国实验动物的发展规划,确定发展方向、发展目标和实施方案<sup>[1]</sup>。省、自治区、直辖市科技厅(委、局)主管本地区的实验动物工作。国务院各有关部门负责管理本部门的实验动物工作,有关部门和地区设立实验动物管理委员会(办公室),专门负责实验动物的管理工作。

1988年,经国务院批准,当时的国家科委(现国家科技部)以2号令发布了我国第一部实验动物管理法规《实验动物管理条例》,从管理模式、实验动物饲养管理、检疫与传染病控制、实验动物的应用、实验动物的进口与出口管理、实验动物工作人员以及奖惩等方面明确了国家管理准则。1997年,由国家科委、国家技术监督局联合发布了《实验动物质量管理办法》,明确提出了我国实验动物生产和使用将实行许可证制度,对许可证的申请和管理做出了规定;提出建立“国家实验动物种子中心”和“检测机构”,明确两者的组织构成、任务、条件要求、申请和审批程序。2001年,科学技术部与卫生部等七部(局)联合发布了《实验动物许可证管理办法(试行)》,规定了申请许可证的行为主体、条件、标准、审批和发放程序,强调了许可证的管理和监督<sup>[2]</sup>。

北京市政府有关部门根据《实验动物管理条例》的要求,结合北京地区实验动物管理工作的特点,以立法形式制订了《北京市实验动物管理条例》并在全国率先提交地方人大常委会讨论通过,最后经审议批准于1997年1月1日开始实施,这是我国第一个地方性实验动物法规。2004年12月对该条例进行了修订,2005年1月1日起实行<sup>[3]</sup>。

## 第二节 实验动物的环境和设施

### 一、实验动物的环境

#### (一) 环境的影响

实验动物环境是指将动物饲养在人为控制的有限空间，并按照人们的意志进行生长、繁殖、实验的一个人工的特定场所。实验动物的标准化与环境条件关系非常密切，环境条件可影响甚至改变实验动物的表现型和演出型。

影响实验动物的环境因素是指影响动物个体发育、生长、反应和生理生化平衡的一切外界条件，包括气候因素（温度、湿度、气流、风速、换气等）、物理化学因素（粉尘、气味、噪声、照明等）、居住因素（建筑、笼具、垫料等）、生物因素和营养因素。实验动物是按照微生物学和寄生虫学标准控制及遗传学的要求，在特定的环境和营养状态下，经过科学的保种、育种、繁殖和生产的动物，可以说没有环境控制就没有实验动物。

#### (二) 物质环境条件

**1. 小环境和大环境** 所谓动物的小环境，是指动物近身周围的物质环境条件，即由其自身的温度、湿度与空气的气态和粒态成分所构成的初级包围圈。所谓大环境，是指诸如动物房、厩舍或室外栖息地等处的物质环境条件构成的次级包围圈。在初级包围圈与次级包围圈之间的通气作用可使小环境与大环境保持沟通状态，但是，初级包围圈的条件可能与次级包围圈有很大区别，而且两级包围圈的设计还可能对其环境条件产生影响。通常小环境中的温度、湿度以及气态和粒态物质的浓度要高于大环境。小环境条件可导致动物体的代谢过程和生理过程的变化，并改变其对疾病的易感性。

**2. 建筑条件** 合格的初级包围圈应使动物的正常行为活动不受限制，包括排便、正常动作和体位的调整，以及必要时的繁育；保证良好通气；动物饮水饮食不受限制，能保持洁净干爽；动物无法逃逸；最大程度地减少观察时对动物的侵扰。初级包围圈所用材料表面应光洁、不透水，边缘光滑无毛刺，便于清洗消毒。最好选用抗腐蚀、不易折断、碎裂或生锈的材料。

户外围养动物表面应能耐受自然环境的变化，同时需防范极端的气温或苛刻的气候条件，可设置防风篱、披棚、遮荫区等达到保护的目。遮蔽棚设计应适用于各种动物，通气充分，并能防止废物堆积和过度潮湿。户外关养设施的地面可覆以泥土、稀释性垫料、沙土、杂草等，便于撤换和更新。采用平整地面或泄水面排除粪便和污水。

**3. 动物占用空间** 动物占用的空间，单纯考虑动物的体重或体表面积是不够的，笼具的垂直高度、空间结构和娱乐性装备都会影响动物对空间的利用。空间的布局根

据不同的饲养条件和动物的需求不同，如产前产后、群体或单独饲养。动物应有足够的空间转身和调整体位，自由进食、饮水，底面铺有垫料以保持清洁。集群性饲养的动物在不影响研究的前提下，应根据情况进行配对或组群关养。根据生物学和行为学的不同，集群性饲养的动物中个体所占的空间可能小于或大于单独饲养。表1-1、表1-2 列出常用实验动物的推荐空间配置数据。

表1-1 常见啮齿类实验动物的推荐空间条件（群体饲养）

动物	体重 (g)	地面面积 (cm <sup>2</sup> )	高度 (cm) (笼底到笼顶)
小鼠	<10	38.71	12.70
	15	51.51	12.70
	25	77.41	12.70
	>25	≥96.77	12.70
大鼠	<100	109.67	17.78
	200	148.37	17.78
	300	187.08	17.78
	400	258.04	17.78
	500	387.06	17.78
	>500	> 451.57	17.78
仓鼠	<60	64.51	15.24
	80	83.86	15.24
	100	103.22	15.24
	>100	≥122.57	15.24
豚鼠	350	387.06	17.78
	>350	≥651.55	17.78

表1-2 常见其他实验动物的推荐空间条件（单独饲养）

动物	体重 (kg)	地面面积 (cm <sup>2</sup> )	高度 (cm) (笼底到笼顶)
兔	<4	0.139	35.56
	15	0.279	35.56
	25	0.372	35.56
	> 25	≥0.465	35.56
猫	≤4	0.279	60.96
	>4	≥0.372	60.96
犬*	<15	0.743	
	30	1.115	
	>30	≥2.230	



续表

动物	体重 (kg)	地面面积 (cm <sup>2</sup> )	高度 (cm) (笼底到笼顶)
猴 (包括狒狒) <sup>b,c</sup>	1	0.149	50.80
	3	0.279	76.20
	10	0.399	76.20
	15	0.557	81.28
	25	0.743	91.44
	30	0.929	116.84
	>30	1.394	116.84
类人猿 (猩猩科) <sup>d</sup>	20	0.929	139.70
	35	1.394	152.40
	>35	2.323	213.36

注: a. 可根据不同动物种的体型修改, 要求每个笼具必须有足够的高度使动物独立站立, 最小笼底面积以犬的体长 (从鼻尖到尾基值加6的算术平方值除以144)。

b. 包括狒科、卷尾猴科、猴科和狒狒属。狒狒要求的高度可能高于其他猴类。

c. 对于其他动物, 笼具的高度应是当动物悬于笼顶完全伸展摆荡时, 其足部碰不到笼底, 笼的设计应能增加悬体摆荡运动。

d. 类人猿体重超过50kg时, 关养在永久性的砖石、水泥和金属网隔板结构, 比常规笼具更有效。

**4. 温度和湿度条件** 恒温动物必须在正常变量范围内调节体温才能维持健康。环境温度变化过大或过急, 动物的新陈代谢、脏器重量、生殖功能、机体抵抗力甚至对实验的反应性都会改变。一般未经适应的动物暴露在高于29.4℃或低于4.4℃的温度下而没有防护措施时, 就可能产生临床反应甚至威胁生命。

动物适宜的相对湿度通常为30%~70%, 以50%±5%为最佳。空气湿度大小明显影响动物散热。高温高湿条件下, 动物体表散热受抑制易引起代谢紊乱, 同时病原微生物和寄生虫增殖使垫料、饲料发霉, 影响动物健康; 相对湿度低则散热量大, 从而增加摄食量和活动量, 大鼠则易发生坏尾症, 同时导致粉尘飞扬, 刺激动物和人的上呼吸道。

**5. 通气措施** 良好的通气能够适时补充氧气, 排除因呼吸、光照等产生的热量, 稀释污染物以及调节相对湿度, 需要时, 可形成空间之间的静压差。室内换气次数可根据室内动物数量和动物散发的臭气量来进行调节, 通常为每小时10~15次。气流速度过小, 空气流通不良, 室内有害气体浓度升高, 散热困难, 容易引发疾病甚至死亡; 气流速度过大, 动物体表散热量增加, 同样影响动物健康。利用计算机模型来评定与热荷和空气扩散方式有关的各种因素有助于确定最佳通气方式<sup>[4]</sup>。

**6. 照明条件** 光照可影响各种动物的生理、形态和行为。照度、波长、照明时间、光照周期等都影响实验动物的动物实验的照明因素。强光照视网膜会出现退行性变化, 照明时间可影响动物的繁殖, 通过控制照明时间可使生殖过程的季节性变化消失, 同时光的波长也可影响动物的生长和繁殖。

通常要求光照应弥散在整个动物房, 具有足够的亮度, 利于动物健康和管理操作。常用实验动物的光照周期为12h、光照12h黑暗交替进行, 且明暗交替最好采用渐暗或渐明的方式。