

基础医学 实验技能与技术丛书

JICHU YIXUE SHIYAN JINENG YU JISHU CONGSHU



主编 王春田

基础医学实验动物 操作基本技能

JICHU YIXUE
SHIYAN DONGWU CAOZUO
JIBEN JINENG

中国医药科技出版社



基础医学实验动物操作基本技能

基础医学实验动物 操作基本技能

（第2版）

基础医学实验动物操作基本技能

（第2版）



中国医药出版社

• 基础医学实验技能与技术丛书 •

基础医学实验动物

操作基本技能



中国医药科技出版社

内 容 提 要

实验动物是生命科学研究的基础条件,而动物实验是现代生命科学研究的一个重要手段。《基础医学实验动物操作基本技能》一书主要讲述了实验动物的基础知识及动物实验操作技术。全书分六章,分别详细介绍了实验动物的分类、环境与控制、饲料和营养;常用实验动物实验前的准备工作;实验动物性别鉴定、年龄鉴别、实验动物的捕捉与固定,实验动物的编号、标记、分组、被毛去除方法及麻醉,实验动物的给药途径;体液采集方法;实验动物处死及实体检查;常用实验动物的针灸图谱等内容。本书适合医学专业不同层次学生、实验室相关人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

基础医学实验动物操作基本技能/王春田主编. —北京:中国医药科技出版社,2009.9
(基础医学实验技能与技术丛书)

ISBN 978-7-5067-4265-8

I. 基… II. 王… III. 医药学:实验动物学-中医学院-教学参考资料 IV. R-332

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第110005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.cspyp.cn

规格 787×1092mm $\frac{1}{16}$

印张 11 $\frac{3}{4}$

字数 218千字

版次 2009年9月第1版

印次 2009年9月第1次印刷

印刷 北京金信诺印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-4265-8

定价 25.00元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

丛书编委会

主 编 石 岩

副主编 刘庚祥 易 杰 陈 雷

委 员 关洪全 陈以国 刘春英 马铁明

王德山 蔡玉文 姜 欣 李曦明

编写说明

实验教学是培养创新型人才的必要途径。实验技术是保障实验教学和科学研究工作顺利进行的基本条件,也是学生动手能力和创新思维培养的基础。为了更好地贯彻落实“教育部2008年工作要点”及“中医药科学研究发展纲要(2006~2020年)”的精神,结合国家实验教学示范中心的建设要求,本着“厚基础、宽口径、重能力、重创新、突出中医药特色”的指导思想,我们对中医学类专业实验课程进行了新的改革与创新,构建了适合于不同阶段学生学习的“两个系列,三个层次”的实验课程体系,将中医学类专业实验课分为技术类实验课程和专业基础类实验课程两个系列,并在国内率先按照课程体系设置,组织编写配套实验技术类系列教材。基础医学实验技能与技术丛书,从规范学生实验室行为和强化基本实验技能的掌握程度入手,旨在提高学生实践动手能力,培养学生创新思维,切实地提高实验教学质量。

1. 指导思想 紧密地围绕培养目标,突出特色,注重实际,强调技术,重视原理,淡化项目,关注应用,体现科学规范性和简明扼要性。遵循认知规律,依据由浅入深,由易到难的原则,遵照由提高动手能力到培养创新思维的宗旨设置教材内容。

2. 建设目标 建设一整套符合实验教学实际、相互衔接和相互辅助的实验系列教材,为培养具有中医思维、掌握现代科学技术的创新型人才提供保障、奠定基础。

3. 编写特色 以往的中医学类专业实验课程教材都是按着专业课程编写,学生在学习相关专业理论课程的同时,完成相应实验课程的教学内容。本系列教材按着技术类实验课程体系专门编写实验课程的教学内容,将医学基本实验技术如实验动物基本技术、实验操作基本技能、常用仪器设备使用及专业基础实验技术训练等内容进行整合,使学生通过此套系列教材了解实验室概况、实验室安全操作、动物实验基本技术、实验基本技能、仪器设备使用方法及注意事项等内容,从而使学生掌握标准的基础实验技术和专业基础实验技术。学生在进



行专业课程学习前首先完成基础实验技术的学习，为学习专业基础和专业方向实验技术打下扎实的基础，避免在专业实验课程中重复学习基本实验技能的不合理情况。目前此类医学实验系列教材在全国尚属首创。

本系列教材的全体编者衷心感谢各位主审及主创人员的辛勤劳动。感谢被引用的各种参考文献的作者，是他们的研究成果奠定了本系列教材的编写基础。在本系列教材的编写过程中，得到了中国医药科技出版社和辽宁中医药大学各级领导及基础医学实验技能与技术丛书编委会的大力支持，在此表示衷心地感谢！同时也要感谢各位编者的大力支持与真诚合作。

我们相信本系列教材的出版将进一步促进我国中医药类及其他医学院校实验教学的改革和研究，为更好地满足社会需求，培养新一代的具有动手能力及创新思维的医学人才做出贡献。

限于本系列教材编者的经验和水平，谨请使用本系列教材的教师及学生对教材在内容和文字上的种种缺陷和错误提出批评。

丛书编委会

2009年5月

前 言

实验动物是生命科学研究的基础和条件，而动物实验是现代生命科学研究的一个重要手段。《基础医学实验动物基本操作技能》一书主要讲述实验动物的基础知识及动物实验操作技术。全书分六章，分别详细介绍了实验动物的分类、环境与控制、饲料和营养、常用实验动物、动物实验中实验者的自身保护、动物实验前的准备工作等基本知识；实验动物的性别鉴定、年龄鉴别、实验动物的捕捉与固定，实验动物的编号、标记、分组、被毛去除方法及麻醉，实验动物的给药途径及体液采集技术，实验动物的处死方法及尸体检查，常用实验动物的针灸穴位图谱。附录中对国家关于实验动物方面的法规做了介绍，同时还附录了一些常用的实验动物生理、生化方面的基础数据。

本书在编写的过程中，得到了许多实验动物方面的专家和学者的大力支持，在这里深表感谢。本书疏漏和错误之处在所难免，衷心欢迎读者批评指正。

编 者

2009.5

目录



记录

第一章 基础知识	1
第一节 实验动物的概念及动物福利	1
第二节 实验动物的分类和遗传质量控制	5
第三节 实验动物的环境控制	14
第四节 实验动物的营养控制	19
第五节 常用实验动物	21
第六节 动物实验过程中实验动物的饲养管理常识	60
第七节 动物实验中实验者的自身保护	69
第八节 动物实验前的准备工作	73
第二章 基础操作	81
第一节 健康动物的识别和性别鉴别及年龄鉴别	81
第二节 实验动物的捕捉与固定	87
第三章 实验动物的编号、标记、分组、被毛去除方法及麻醉	91
第一节 实验动物的编号及标记	91
第二节 实验动物的被毛去除方法	92
第三节 实验动物的麻醉	93
第四章 实验动物的给药途径和体液采集方法及手术基本操作	99
第一节 实验动物的给药途径	99
第二节 实验动物体液采集方法	115
第三节 动物实验手术基本技术	122
第五章 实验动物的处死方法及尸体检查	129
第一节 实验动物的处死方法	129
第二节 实验动物的活检与尸检	130
第六章 常用实验动物穴位图谱	135
第一节 家兔穴位图谱	135
第二节 大鼠穴位图谱	140
第三节 小鼠的穴位图谱	142



第四节	豚鼠的穴位图谱	143
第五节	猫的穴位图谱	145
第六节	猪的穴位图谱	147
第七节	犬的穴位图谱	151
附录一	实验动物管理条例	157
附录二	实验动物许可证管理办法	160
附录三	实验动物质量管理办法	163
附录四	基本数据	167

基础知识



记录

第一节 实验动物的概念及动物福利

一、实验动物

实验动物是指人工饲养，对其携带的微生物实行控制，遗传背景明确或者来源清楚的，用于科学研究、教学、生产，检定及科学实验的动物。实验动物敏感性较强，重复性好及一致的反应性。追溯其祖先，来源于野生动物、家畜家禽或观赏动物，但却不同于这些动物，它具有自己的特点：一是必须经过人工培育，遗传背景清楚。二是对其微生物及寄生虫实行人工控制。三是它的最终用途为科学实验为人类的健康服务。

二、实验用动物

实验用动物是指一切用于科学实验的动物，包括野生动物、经济动物、观赏动物和实验动物。实验用动物和实验动物尽管都起源于野生动物，然而两者的概念却不尽相同。区别实验动物与实验用动物，不仅具有实践意义，而且具有理论价值。科学家在全世界范围内进行一切科学实践活动，首先要求不同专业的科学工作者，在各自不同时间、地点所进行的科学实验，彼此能有可比性，可重复性和科学性。因此，要求他们对同一种实验必须应用同一品系的实验动物进行科学实验，这样才有可能在无差异的情况下获得相同的实验结果。也就是说，希望采用同品系动物进行实验时，能获得如同采用“化学纯”试剂进行化学实验那样所达到的精确实验结果一样，才有可能使用同类的动物实验获得可比性或可重复性。为此，必须从遗传学、微生物学、营养和环境生态学上对实验动物进行严格控制。用于一般实验的野生动物、经济学动物和观赏动物，通常来源于自然环境之中，没有严格的人工控制，这些动物种群之间有较强的个体差异和群体差异。采用这样的动物进行实验，很难有可比性、可重复性，也就谈不上科学性。

三、实验动物科学

实验动物科学是一门新兴学科，是研究实验动物和动物实验的科学。前者是指在一定的条件下人工饲养繁殖，具有一定的生物学特性，用于科学研究的动物。动物实验是用标准的实验动物代替人进行科学实验，研究其生命过程的组织



形态、机能反应的变化,并在天然的动物疾病模型及人工制作的疾病模型中观察疾病发生发展的规律,研究各种化学、物理等因素的作用,以满足人类对医学、生物学科学领域的研究需要。

四、动物福利

(一) 动物福利的概念

实验动物福利的实质是保障其在实验的过程中不受虐待,并得到合理的照料。一些发达国家如美国、英国、日本等都颁布了有关动物福利的条例及法规,以确保动物在实验过程中享有合理的待遇。其基本内容如下:

1. 条例中涉及的动物包括非人灵长类、犬、猫、豚鼠、仓鼠、大鼠、小鼠、家兔、水生哺乳动物或其他温血动物。
2. 动物经销商和使用者必须持有生产或使用许可证;实验时必须有合格的生物学家、行为学家、医学家亲自或在其临场监督下执行。
3. 动物饲养设施、笼具、卫生、喂饲、管理和护理应由符合资格的人员负责;动物的房舍、饲料、垫料、运输方式必须符合有关规定要求。
4. 必须确保动物在麻醉、镇痛和镇静剂的作用下进行实验,不使其遭受不必要的伤害或痛苦,麻醉剂的种类和剂量必须被专管兽医认可。
5. 需要处死的动物须用人道的方法实施,并在确认其死亡后,方可焚化处理。
6. 有关监督机构应定期进行检查,对违反动物福利条例的单位或者个人将给予处罚。

(二) 动物实验中提倡的“3Rs”概念

近年来越来越多的人提倡“3Rs”原则,这一概念是由英国动物学家 William M. S. Russell 和微生物学家 Rex L. Burch 在 1959 年出版的《人道实验技术原则》中提出的,即减少(reduction)、代替(replacement)和优化(refinement)。

1. 减少

减少是指如果某一研究方案中必须使用实验动物,同时又没有可靠替代选择方法,则应考虑把使用动物的数量降低到实现科研目的所需的最小量。在保证科研实验的高质量和可达到正确的实验结果的前提下,减少动物的使用量,使遭受疼痛和不安的动物数量减至最少,避免动物、药品和实验用品等资源的无谓浪费。途径如下:

(1) 尽量使动物一体多用 在大的医学教学、科研机构中运用协调机制,使不同的学科、不同的科研课题以及不同的人员尽可能做到动物的一体多用。比如,不同的病理标本的采取、在死亡的动物尸体身上进行外科手术的实习等。

(2) 用低等的动物替代高等动物 有些实验,比如肿瘤的研究,尽量采用无脊椎动物(鱼类)来完成,减少高等级动物的使用数量。

(3) 尽量使用高质量的动物 高质量的动物是指遗传背景资料清晰、微生物控制

水平高的动物。使用遗传背景一致的动物，如同胎动物，可减少动物使用数量。微生物控制级别高的动物，如无特定病原体动物（SPF），也可减少动物的用量，动物实验中提倡以质量代替数量，反对以数量代替质量。在统计学上用大量的低等级的动物来讨论实验结果，它的结论是一场数字游戏。

（4）优化实验设计和统计学方法 高质量的实验设计和统计学方法是实验成功的前提，同时还可以减少动物的使用数量，比如使用拉丁方设计等交叉分析，的确能减少动物的使用数量，而且得到同样实验结果的目的。如毒性测定方法，从开始的 Draige 实验到经典的 LD_{50} ，就是使用了恰当的统计学方法减少动物的范例。

2. 代替

代替是指在不使用活的脊椎动物进行实验和其他科学研究的条件下，采用一些替代的方法，达到某一确定的研究目的。事实证明，单用计算机演算而不使用动物或其组织器官来验证，目前尚处在初始阶段。多数学者认为“代替”是对动物实验方法的补充。它有助于减少动物的使用数量和改进以后的研究工作，但不可能完全取代整体动物实验。如毒理学研究和危险性评价实验中采用的细胞培养物为例，尽管它具有不同类型的细胞和来自特定组织的细胞研究靶器官特性的优点，但它不能像整体动物模型那样作为完整的生物系统，用于评价不同途径（如呼吸、进食、皮肤接触）和长期染毒的后果，以及用来预测某些毒性作用的可逆性等。

常用的代替研究有两种：相对代替和绝对代替，前者指应用体外培养的脊椎动物细胞、组织或器官等，用有生命的物体代替动物进行研究，后者是完全不使用动物，用物理化学方法及计算机模拟系统来代替动物进行研究。

（1）相对代替 ①用系统发育低级的无脊椎动物代替哺乳动物 如用海洋中无脊椎动物（热带鱼类）进行神经系统的生理学研究、肿瘤学研究以及致畸型实验等；用果蝇等低级动物进行遗传学研究；著名的 Ames 实验就是用鼠的伤寒沙门氏菌培养物来测定化学药物的致畸与致癌性。②用离体培养的器官、组织、细胞培养物及提取物、组织切片、细胞悬液和灌注器官以及细胞亚群等代替动物进行单克隆抗体的生产、病毒疫苗制备、效力及安全实验、药物细胞毒、细胞膜研究等，特别是各种人类细胞的广泛应用，不仅是动物的良好替代，而且极大地缓解了物种外推的困难。

（2）绝对代替 ①用物理学或机械学方法模拟动物，甚至高等动物，如心肺复活术教在基础医学中的应用。②用化学方法模拟动物，如采用免疫化学方法用结合力很高的抗体来搜寻抗原，鉴定毒素的存在，代替小鼠的接种实验。③用计算机来模拟动物模型，如定量的结构—活性关系模型、计算机制图应用、生物医学过程模拟等，把复杂的生物学现象分解为很多互相关联的数学公式，然后再输入待检信息或其他信息，观察所引起的反应，加以翻译。这种方法刚刚起步，



记录

韩国和日本开展的很多,相信随着计算机技术的不断发展,部分代替或者整体代替动物的动物模型的目标一定会实现。

3. 优化

优化是指通过提高实验动物质量、改善动物设施、饲养管理和实验条件,优化实验设计方案、提高实验操作技术,减少实验过程中对动物机体的损伤、减轻动物遭受的痛苦和应激反应,使动物实验得到精确的结果。

(1) 提高实验动物质量,动物质量直接影响实验的结果,微生物和遗传控制级别高的动物一方面对受试因子具有高度的敏感性,另一方面由于遗传的因素具有反应的一致性,保证了实验结果的可靠性。

(2) 改善动物实验设施条件,提高动物实验质量,实验动物的级别必须和动物实验设施的级别相匹配,否则就可以定义为浪费行为。有些人认为只要动物具有正常的生理状态,在哪里做实验都是它的正常条件,但是,大量的研究证据表明,环境因素的改变、动物与实验设施的不匹配行为都可以导致动物的神经内分泌系统、免疫系统和行为生理学方面的异常,用这类动物做实验很可能得不到可靠的结论。

(3) 改善控制技术,减少对机体的干扰,在实验过程中首先要控制动物的疼痛反应,使用合适剂量的麻醉剂、镇痛剂或者镇静剂是必要的,否则不但有虐待动物的嫌疑,而且将对动物机体产生影响,进而影响实验结果。另外在实验观察的过程中尽量为动物创造舒适的生活环境,注意饲养密度、动物之间的咬斗而引起的应激反应或伤害、以及由交叉传染引起的疾病等,这些都会造成动物的痛苦以及行为生理的异常改变,混淆或干扰对实验处理的反应。

(4) 提高动物实验操作技术,动物的抓取固定和实验操作水平也是影响动物福利和动物演出型的重要因素。按常规、正确而熟练的抓取和固定动物,动物就不会剧烈反应,并可被训练调教在特定情况下接受各种不同的实验处理,而突然地强迫它们接受这些处理时,它就会受到强烈的应激与痛苦,甚至引起动物窒息和尾部脱落(如大、小鼠)等,进而导致免疫系统功能抑制和一系列不真实的实验结果。善待动物是动物实验中花费最小、最易获得、也是最安全有效的手段。实验过程中动物的安定平稳对实验结果能产生巨大影响。

(5) 充分利用信息技术,利用已有的信息,优化动物的使用。信息和数据的大量检索,在动物实验开始前是必要的,对优化动物的使用很有帮助。比如,杀虫剂在上市前必须经过动物实验来验证其毒性,其中的某种化合物对小鼠和大鼠来说是十分敏感的,因此以后就没有必要再用犬来进行实验。

我国的动物实验研究中已有的某些方法或手段,或多或少都含有 3Rs 和动物福利的内容。随着更多的科技工作者对 3Rs 和动物福利与科学研究之间的关系重要性的不断认识,必将进一步开拓人们的科学研究思路,为推动我国生物医学研究的科学化起到重要的作用。

第二节 实验动物的分类和遗传质量控制

一、实验动物的遗传学分类

在化学实验中,要准备很多不同种类和不同纯度的试剂,按其含有杂质的多少可分为普遍的、实验室的、化学纯的、分析纯的等不同纯度的试剂,分别用于不同目的和要求的试验。在物理实验中,亦同样要制造出精密度各不相同的各种测定仪器、电子计算机等,促使物理学试验达到更加精确、迅速和完整的地步。实验动物被称为“活的试剂”的“活的测定器”。在动物实验时,就需要有纯度高的、敏感性强的,适合各种实验目的要求的健康的品系动物。目前,按遗传学控制方法,根据基因纯合的程度,把实验动物分类为:近交系、突变系、杂交群、封闭群四类,其规定要求各不相同,而杂种是未经遗传学控制而进行无计划交配繁殖的动物,故不属于本分类范围。

(一) 品系的概念

在实验动物中,不同品种的动物,选择其某一生物学特性,经过一定的繁殖方式和培育,使某一特性得到强化,以后可稳定地遗传下来,就成为一品系。品系是实验动物分类的基本单位。作为一个品系,应具备下列条件:

1. 外貌特征相似,如毛色、头形、耳形、尾长等外貌特征。例如 G_{57} BL/6 品系小鼠的毛色是黑色的。当然,外貌特征相似的不同品系的动物,它们的其他条件是不同的。

2. 独特的生物学特性,此条件是一个品系存在的基础。例如 G_3H 小鼠乳腺癌发病率达 99% ~ 100%。AKR 小鼠白血病发病率在 95% 以上。

3. 稳定的遗传性能。一个品系,不仅要有相似的外貌特征,独特的生物学特性,更重要的是要有稳定的遗传性能,即在品系的自群繁殖时,能将其特性稳定地传给后代。

4. 具有共同的遗传来源和一定的遗传结构,任何品系都可追溯到其共同的祖先,并由此分支经选育而成,其遗传结构也应是独特的。

(二) 近交系动物

1. 近交系的基本概念

理论上将全同胞兄妹连续交配 20 代以上或亲代与子代(父女或母子)之间连续交配 20 代以上的动物,称为近交系动物。

2. 亚系和支系的概念

(1) 亚系 育成的近交系可能由于突变和残系杂合基因而导致部分遗传组



记录



成的改变，从而形成亚系。

(2) 支系 当饲养环境改变时，或对动物进行某些技术性处理时，有可能对某些生物学特征产生影响，这些影响的结果，形成支系。

3. 近交系动物的特点与应用

(1) 特点 ①纯合性，同一近交系动物的所有基因位点都应该是纯合子，即它们的基因型一致，遗传组成和遗传特性亦相同。②遗传稳定性强，近交系动物在遗传上具有高度稳定性，人为选择不会改变其基因型，个体遗传变异的机率非常低。③基因性相同，指一个近交系动物中任意两个个体之间在遗传上是同源的，用免疫学方法检测个体在各条染色体上的基因标记，同一近交系内不同个体间的基因位点标记是相同的。④表现型的均一性，由于近交系动物基因型一致，因而其个体的血型、组织型以及形态学的特征；甚至行为特征都趋于一致。⑤分辨性高，每个近交品系都有自己的遗传概貌，掌握了遗传监测方法，就可以轻而易举地将混群的两个外貌近似的品系区分出来。⑥遗传组成的独特性能，每个近交系从物种和整个基因库中，只获得极少部分基因，它们构成了该品系基因的遗传组成。因而，每个近交系在遗传组成上都是独一无二的，并具有独特的表现型。⑦国际分布广泛，目前为止，大部分近交系动物在世界各地均有分布，为世界各地的科学家提供了方便的实验条件。⑧背景资料可查性，近交系动物在品系培育的过程中都有详细的记录，世界各地的实验动物饲养场所均有它们的背景资料，这对实验设计和结果分析是非常重要的。

(2) 应用 ①由于试验中，个体差异极小，对实验反应一致，可以消除杂合遗传背景对实验结果的影响，因此，可以减少实验组次以及对照组的实验动物数量。②组织或肿瘤移植的实验研究。③由于二十代以上的近交，使隐性基因纯合性状得以暴露，可用于复制先天性畸形和其他先天性疾病的动物模型，如先天性高血压大鼠、先天性糖尿病大鼠等。常用大、小鼠近交系的名称见表 1-1。

表 1-1 常见大、小鼠近交系

小鼠	大鼠
C ₅₇ BL	F ₃₄₄
C ₃ H	LEW
BALB/C	BN
DBL	SHR
A	DA
AKR	PVG
N ₂ B	ACI
B ₁₀ · D ₂	WF
SJL	WKY

(三) 封闭群动物

1. 封闭群动物的概念

封闭群动物也称远交系动物。20 世纪 70 年代日本实验动物研究会规定“五年以上

不从外部引种，只在一定的群体中进行繁殖，为经常提供实验动物而进行生产的群体叫做封闭群。”

2. 封闭群动物的特点与应用

(1) 特点 ①封闭群动物具有杂合性，避免了近交衰退现象的产生，具有较强的繁殖力和生活力。②由于封闭群动物保持5年以上没有引进新的血缘，其遗传性及反应性可保持相对稳定；但群内个体则具有杂合性，因而其反应性有差异。所以封闭群动物实验的重复性差。

(2) 应用 根据上述特点，封闭群动物广泛用于教学、科研预实验、一般实验及药物筛选和毒理安全试验等。

3. 常用的封闭群动物

常用的封闭群动物主要有：昆明种小鼠、NIH小鼠、ICD小鼠、SD大鼠、Wistar大鼠、Dunkin Harleg豚鼠、青紫兰兔、新西兰大耳白兔等。

(四) 突变系动物

1. 突变系动物的基本概念

具有特殊遗传性状，并由基因符号表示出来的品系，以及基因符号表示虽不明显，但经淘汰和选择后能保持特定遗传性状的品系称为突变系。突变系动物是指正常染色体的基因发生了变异，形成具有各种遗传缺陷的动物。它是通过自然突变和人工定向突变的方法形成的。

2. 突变系动物的应用

(1) 加深人类对哺乳动物遗传机制的认识，以及对生命现象的理解。

(2) 绝大多数突变系动物可以作为人类疾病的动物模型而在基础医学和临床医学研究中应用。例如糖尿病小鼠，其4号染色体发生隐性突变，纯合系小鼠肥胖，并伴有糖尿病，可作为糖尿病模型用于实验。

(3) 常用的突变系动物

常用的突变系动物见表1-2。

表1-2 常用的突变系动物

动物名称	突变染色体部位	特点	应用研究
联合免疫缺陷小鼠	16号染色体	纯合子血清中无免疫球蛋白，T、B淋巴细胞缺乏	用于免疫学、血液病学、器官移植学、肿瘤学及病毒学领域
裸小鼠	8号染色体	纯合子无毛，无胸腺	应用于肿瘤学、免疫功能研究等
尿崩症大鼠	3号染色体	纯合子多尿 低尿渗透压	应用于遗传性下丘脑尿崩症模型
侏儒小鼠	未知染色体隐性突变	纯合子生长素和促甲状腺素缺乏	应用于侏儒症研究



记录