



实验动物科学丛书

丛书主编 秦 川



实验室生物安全事故

防范和管理

秦 川 主编



科学出版社

实验动物科学丛书

丛书主编 | 秦 川

实验室生物安全事故防范和管理

秦 川 主编

科学出版社

内 容 简 介

本书聚焦于实验室生物安全,结合作者多年从事生物安全管理、传染病研究和动物实验的经验,以及多项生物安全课题的研究结果,对于生物安全实验室的管理和常见事故提供了独到的理解、经验和方法。本书以小故事的形式,结合作者工作经历,介绍了实验室生物安全相关的基础知识、管理规范、动物福利、工作人员、设施设备,并比较了国内外有关生物安全设施的法规、标准和建筑要求。

本书具有较强的实用性、可操作性和通用性。内容简洁、具体实用,主要用于实验室生物安全知识科学普及,用公众能懂的话,解读实验室里发生的一个个“惊天动地”的故事。同时也适用于农业、医学、生物领域从事教学和科研的实验室工作人员、学生,以及生物安全管理人员参考学习。

图书在版编目(CIP)数据

实验室生物安全事故防范和管理 / 秦川主编. —北京:科学出版社, 2017.1

(实验动物科学丛书 / 秦川主编)

ISBN 978-7-03-047319-6

I. ①实… II. ①秦… III. ①生物学—实验室管理—安全管理 IV. ①Q-338

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第026844号

责任编辑:罗 静 贺窑青 / 责任校对:赵桂芬

责任印制:张 伟 / 封面设计:北京铭轩堂广告设计有限公司

插图绘制:龙 森

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年1月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2017年1月第一次印刷 印张: 14 1/4

字数: 273 000

定价: 78.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

编 委 会

主 编：秦 川

副主编：魏 强 孔 琪 王清勤

编 委（按姓氏笔画排序）

于 品	马春梅	孔 琪	王 卫	王 响
王清勤	邓幼莹	占玲俊	乔宏伟	刘先菊
刘江宁	刘 羽	刘克剑	刘 翠	向志光
朱 华	许黎黎	吴芳新	李枫棣	李雨函
杜晓鹏	谷 昊	陈 霆	赵 力	赵长城
徐玉环	秦 川	高锡强	梁 良	董 娜
蒋 虹	鲍琳琳	熊 竞	薛 婧	鞠 斌
魏 强				

主编单位：中国医学科学院医学实验动物研究所

本书受国家卫生计生委行业科研专项（201302006）、中国科学院
出版基金资助

编者的话

生物安全实验室是指通过防护屏障和管理措施,达到生物安全要求的病原微生物实验室,广泛的讲也包括微生物检测、动物实验室、医学实验室、从事有毒有害操作的实验室等等。具体讲生物安全实验室主要通过设施、设备、人员防护装备的有效结合实现生物安全保护原则。因此,该书内容介绍了包括实验室管理、设施设备、物品、实验动物、人员、操作等诸多方面的示例,统合为基础篇、管理篇、动物福利篇、人员篇、设施设备篇和比较篇,利于大家学习。

从事实验室活动的职业人,通常非常重视研究结果,生物安全却往往被忽视。忽视的结果,轻者导致人员受伤、潜在感染等,重者造成人员感染、伤害、死亡,甚至发生群体病原感染、传播事件等,造成不必要的社会损失。良好的实验室生物安全习惯,是良好文化的一部分。安全习惯可通过通常的人文教育和专业教育共同培养形成。

缺乏安全意识、轻视安全技术,导致安全事故屡屡发生,是“新近入室”人员的通病。特别是大学生、研究生、年轻科研工作者,由于之前没有专门的实验室生物安全教育课程,几乎没有接受过实验室生物安全的基本教育和培训,进入实验室后,往往直接进行实验操作,但是,各种各样的安全问

题接踵而来。

很多富有成就的学者谈起经历的生物安全问题不一而足，有的甚至非常后怕！他们希望国家为在校生、研究生设置专门的实验室生物安全课程，培养出既硕果累累也素质杰出的科学家。年轻的学者也想集成他们遇到的形形色色的生物安全问题，提醒后者，共同进步。

基于此，我们组织有经验的老师、研究生、年轻科技工作者编写了本书，大家可以读到在自己熟悉的实验室环境中发生的种种事情，可能感同身受，也可能会心一笑，这好像是在写我耶。更大的帮助可能是对准备进入实验室的人员：提个醒，“涨知识”，准备好，免发生！

这本书最大的特点是将以往实际发生的实践经验和教训集合而成，通过生物安全的知识点，串联成系统的生物安全知识，非常具有代表性。为了扩大知识面，你会发现本书的一些故事是用心良苦“编造”的，甚至由于作者、编者水平有限，难免出现不恰当之处，敬请批评指正，再版时努力提高。

感谢年轻的学者和同学，在国家卫生计生委卫生行业专项项目“新时期我国实验室生物安全重要问题及其对策研究”（201302006）的资助下，虽然肩负严谨、繁忙的科研工作，仍努力用“讲故事”的方式写成了本书，希望读者喜欢、获益，成为另一份收获。

秦 川 教授

2015年7月

目 录

编者的话

基 础 篇

第 1 章 实验室生物安全——你准备好了吗？	3
第一节 马虎不得的实验室生物安全意识	3
第二节 不同寻常的实验动物（1）	5
第三节 不同寻常的实验动物（2）	7
第四节 实验动物的居住环境是有要求的	8
第五节 实验动物为什么爱“生病”？	10
第六节 动物也得艾滋病	12
第七节 实验动物的代言人——兽医	14
第 2 章 动物实验风险评估——动物实验前必备知识	16
第一节 动物实验的“政审”	16
第二节 实验动物的“小汤山医院”	18
第三节 良好的个人行为成就动物实验	21
第四节 风险是安全事故的元凶	23

第五节 动物实验需要硬功夫	25
第六节 潜在的炸药库——有机化学实验室	28
第七节 实验室外的“职业病”风险	30

管 理 篇

第3章 来自实验室管理不善的可能风险	35
第一节 紧急时刻帮助你的急救箱	35
第二节 不该发生在实验室内的争吵	37
第三节 被实验动物咬伤后要打疫苗吗?	39
第四节 避免实验动物引起的过敏	41
第五节 你可能是下一个“职业暴露”的受害者	43
第六节 生物安全实验室内“拼命工作”要不得	45
第4章 来自实验室生物入侵的可能风险	47
第一节 超级细菌之殇	47
第二节 防止来自实验室外界的病原	51
第三节 危险品的使用——“三致”物品	53
第5章 来自实验室废弃物的可能风险	57
第一节 该如何处理动物尸体	57
第二节 收垃圾的博士生——实验室环境需要大家维护	60
第三节 一根小小的注射器——利器盒的使用	62
第四节 门里门外——生物安全实验室紧急事件处理	65

动物福利篇

第6章 来自动物福利不当的风险	71
第一节 实验动物应享受的“福利”	71
第二节 北京奥林匹克森林公园的“白色恐怖”	74
第三节 向实验动物致敬	77
第四节 动物麻醉安全	79

第五节 “溺爱”动物不可取.....	82
--------------------	----

人 员 篇

第 7 章 来自实验动物的可能风险.....	87
------------------------	----

第一节 充分认识、管理好自己的实验动物	87
第二节 不可藏污纳垢——动物的小“公寓”需勤打扫.....	89
第三节 实验动物会咬人（1）	91
第四节 实验动物会咬人（2）	93
第五节 卡扣严实的笼子——如何防止动物逃逸	99
第六节 危险的旅程——实验动物的运输安全	101
第七节 动物组织标本采样可能的风险	103
第八节 啮齿类动物可能会传播流行性出血热哦	105
第九节 豚鼠是个“胆小鬼”.....	107

第 8 章 来自实验室操作的可能风险.....	109
-------------------------	-----

第一节 电泳操作有风险	109
第二节 DEPC 水，“含 DEPC 的水”，还是“DEPC 处理过的水”？	111
第三节 病原体培养中的风险	113
第四节 永生化细胞转化病毒的风险	115
第五节 做好安全防护，利人利己	117

设施设备篇

第 9 章 来自实验室设备的可能风险.....	121
-------------------------	-----

第一节 最安全的地方也是最危险的地方——生物安全柜着火隐患	121
第二节 实验室里的暴脾气——高压灭菌器	124
第三节 意外伤害——实验室紫外灯	130
第四节 手套与把手不能亲密接触	133
第五节 实验室内的火灾隐患	136
第六节 酒精！酒精！好坏只在一瞬间	139
第七节 难以接受的洗眼器	142

第八节	让潜伏在孵箱 / 培养箱角落的“敌人”无藏身之地	144
第 10 章	来自实验室意外事故的可能风险	146
第一节	实验室的爆竹——试管爆裂	146
第二节	易碎容器——感染性物质溢出	148
第三节	口罩防护——最后的防线	150
第四节	生物安全实验室里防水灾	153
第五节	安全用电——谨防电气事故	155
比 较 篇		
第 11 章	国内生物安全实验室建筑设施要求	161
第一节	政策法规与标准规范	161
第二节	风险分析	171
第 12 章	欧美国家生物安全实验室建筑要求	183
第一节	实验动物生物安全实验室规划与设计	183
第二节	高效节能动物实验室设计	198
第三节	可持续发展高性能科研建筑设计	209

基础篇



第1章 实验室生物安全——你准备好了吗

第2章 动物实验风险评估——动物实验前必备知识

第 1 章

实验室生物安全——你准备好了吗？

第一节 马虎不得的实验室生物安全意识

背景知识

提起实验室生物安全，大家会想到发生过的许多“著名”事件和事故，包括实验室人员感染结核、重症急性呼吸综合征（SARS）疫情、出血热、猴 B 病毒等。其实，实验室生物安全事件造成的实验人员得病和死亡只是极端例子，而频繁发生在实验室的涉及化学品、药品、试剂、辐射、热、电、水、病原微生物、实验材料及实验动物等造成的潜在或一般性事件往往容易被忽略。

2003 年 SARS 暴发后，针对实验室安全，国家制定了《实验室生物安全通用要求》强制性标准。对提高从业人员的生物安全意识起到了积极作用。

作为实验人员，首先应该具备良好的安全意识，然后根据实验室安全操作规范（通常国际上称之为 SOP）开展实验，才能避免生物安全事故。对某种化学品的危害你了解多少？溅到身上怎么处置？生物安全柜怎样正确使用？动物存在哪些危害？怎样防护等等，都需要我们认真思考。

同时，我们也应该意识到：生物安全不等于生物恐怖，有时对实验室生物安全宣传的过于恐怖，民众对此也倍感恐惧。国内外不少实验动物机构深处闹市或居民区，并没有严格分隔开。因对实验动物饲养和动物实验常识的不了解，周边居民对实验动物机构的意见比较多。从图 1-1 可以看出，国外实验室生物安全的科学普及是面向公众开放的，例如欧洲的实验动物设施小学生也可以去参观学习；只要具有生物安全常识，具备一定的防护措施，就是安全的。



图 1-1 生物安全意识和理念的培养可以从孩子开始
图为对孩子传授实验动物、动物实验、生物安全防护的相关知识

安全事件

比较医学研究生小志上完第一年基础课后，按照要求可以进入实验室学习实验室技能了。这之前，尽管单位组织过研究生生物安全知识专门培训，但小志认为这些都在大学时听说过，也进过实验室实习，甚至实习过细菌、病毒的培养。心想无非是一些技术要求，不学也罢，还不如抓紧时间补补英语。

开学第一天，小志一大早兴冲冲地进入实验室，不顾实验室准入培训要求，就穿上白大褂，既不戴手套，也不戴帽子、护目镜等个人防护物品。看到培养箱、离心机等很好奇，东摸摸、西碰碰，甚至打开培养皿闻闻味道。肚子饿了，随手拿出路上买的煎饼，在实验台前狼吞虎咽起来……结果是几天之后病倒了。

事件分析

实验室发生这些事情，根本原因是小志没有生物安全意识，缺乏必要的培训，更谈不上生物安全防护了。从事实验室相关工作的实验人员，包括学生，必须进行实验室相关法规、制度、指南和标准的培训，掌握生物安全知识后，才能被允许进入实验室。如果缺乏了生物安全防护意识，就会增加实验室生物安全事故的风险。特别像小志这样的年轻人，培训不到位，尽管工作热情高涨，而忽视了生物安全问题，就会造成环境污染，人员也被感染。

大家常常想，这些发生在别人身上的事件，不会这么巧在我身上发生吧。其实不然，大家同在一个环境中工作，从事类似的操作，面临相似的问题，加之我国教育体系中缺乏系统的实验室生物安全教育、培训课程。大家并没有严格、专业的实验室风险识别和风险控制意识和技能，实验室环境也没

能形成安全、清洁的文化氛围，只要查一查，每天都会有许许多多程度不同的生物安全隐患和风险。不接受安全培训，不遵守实验室准入制度，小志就是这种“意识缺乏”和“培训缺乏”的受害者。

防范措施

实验室人员应该保持良好的生物安全意识，接受并自觉进行相关培训。实验室生物安全是每个实验室人员应该高度重视的问题，实验的每个环节都会有潜在风险。一定重点进行防范措施：

(1) 每个人必须学习实验室相关法规、制度、指南和标准，掌握生物安全知识，进行专业培训，做一个真正合格的实验室人员。

(2) 从事实验前，每个人应该进行充分的实验室生物安全操作规范、防护培训。不得在实验室吃东西，喝水。

(3) 每个人应该具有强烈的生物安全意识，职业道德的遵守是一切安全的保障。每个人应该时刻牢记生物安全要求，提高安全意识，树立安全理念，做到警钟长鸣，不得抱以侥幸心理。

(魏 强)

第二节 不同寻常的实验动物(1)

背景知识

实验动物是指在特殊环境中，经人工精心培育的，遗传学背景清楚，而且对微生物、寄生虫进行有效控制的，用于各种科学实验的“标准化”的动物，可不是随便什么动物都能作为实验动物使用。为了避免使用鸡鸭猫狗等随处可见的“寻常动物”，国家出台了很多相关的法规和标准，来确保实验动物的严肃性可实验的科学性。比如1994年，国家颁布了实验动物遗传、微生物和寄生虫、环境和设施、营养等标准，并按《实验动物质量管理办法》、《实验动物许可证管理办法》等法律性文件实行行政许可管理，可谓严之又严。

实验动物来源于原种动物，但通过遗传选择、杂交、近交和诱变等复杂的实验室方法，改变了群体的遗传组成，使其具有了人类所需要的特征，成为一类具有稳定遗传组成和特征的动物群体，这些群体被称之为品种或品系。

这就是所谓的遗传背景清楚的基本含义，单单小鼠、大鼠就有多种品系、品种。

重要的事情说三遍哦：这种好不容易“赋予”某种品系动物的遗传组成可不能改变呀，要一代代传递下去。一旦改变，就不是原来的品种、品系了！

安全事件

这是一件以前发生的故事了。小志刚进入实验室时，他胸怀理想，踌躇满志，决心大干一场。买入实验用的小白鼠后，悉心照料。实验因故后延后，小志认为何不就此多繁育一些小鼠？于是自作主张，雌雄混在一起。因为小鼠繁殖力强，孕期只有 19 ~ 21 天，周期短，很快就“鼠丁兴旺，鼠满为患”了。小志看着自己繁殖的众多小白鼠健康成长，满心喜欢，既会繁殖动物了，也为老师节省了买动物的钱。没想到告诉老师后，却受到了严厉批评：同样的实验，造成了不同的结果，查找原因，往往是问题出在动物身上，扰乱了固有“封闭群”、“近交系”等遗传品质。

事件分析

不懂得实验动物特有的保种或品系维持方法是造成这次事件的根本原因。小志好心繁育小鼠，但不懂遗传繁育方法，培育出的小鼠脱离了原有的品系范畴，已经不再是“实验动物”，不能用于实验。为保障科学实验，也不鼓励非专业的人员“擅自培养”实验动物。自繁自养的各类动物，非但无法使用，它又是生命，给动物福利、伦理也带来很大麻烦。

防范措施

接触到实验动物或用它来做实验的人员，在开始实验动物操作之前，应该首先要掌握国家相关规定，要认真思考以下问题：你真的了解实验动物么？你知道实验动物的来源吗？实验动物有哪些遗传特性？你做好动物实验的准备了吗？如果没有，那么你必须做到以下几点：

(1) 认真学习实验动物遗传基础知识，必须了解基本的实验动物育种、繁殖知识。

(2) 实验动物，必须购置于正规的渠道，购买时厂家应提供有效的遗传、微生物和寄生虫质量合格证明，才能为您的实验“安全、可靠”提供保障。

(3) 不要想当然地去繁殖动物、饲喂动物。进行实验动物育种时，不能违规自行饲养、繁殖实验动物，确保实验动物遗传质量，并维持遗传质量的续代

稳定。

(魏 强)

第三节 不同寻常的实验动物 (2)

背景知识

常见的小鼠、大鼠品系和品种按遗传位点的近似性,分为近交系和封闭群两大类。近交系是经过至少 20 代的全同胞兄妹交配培育而成,在同一近交系内,任何动物个体基因组中 99% 以上的等位位点为纯合。封闭群是指以非近亲交配方式进行繁殖生产,在不从外部引入新血源的条件下,至少连续繁殖 4 代以上的动物群体。实验动物不同品系的成功培育,为医学、药学、遗传学及生命科学的广泛研究提供了可能。

为防止实验动物遗传质量不稳定,甚至出现品种、品系改变,国家制定了《国家实验动物种子中心管理办法》、《实验动物 遗传质量控制及监测》标准,规定了实验动物的遗传质量要求。相对原种健康动物而言,实验动物是不同程度的“病态动物”。不同品系的小鼠,代表的是一种特殊的“病态”或者特殊的“群体”。实验因动物品系、品种而不同。

安全事件

小志经过半年的实验室实习,掌握了单克隆抗体制备技术。老师分配给他的任务是,用近交系 BALB/c 小鼠腹腔接种杂交瘤,收集腹水,纯化之中的抗小鼠肝炎病毒单克隆抗体。小志联系好了供应单位,匆匆忙忙去买小鼠。由于之前未能提供足够的动物信息,供应单位当时 BALB/c 小鼠断货,只有封闭群的 KM 小鼠。小志心想,都是小白鼠,长得也像,看上去也分不清楚,应该也行吧。因此,买来了 KM 小鼠,接种了杂交瘤,半个月过去了,也未见腹水产生。

事件分析

小志未弄懂近交系和封闭群小鼠的遗传差异,直接导致实验失败。为什么有的实验要用近交系的小鼠,而不使用封闭群的小鼠?很多实验人员,尤