

“十一五”国家重点图书出版规划项目



生命科学实验指南系列



丁香园
WWW.DXY.CN

生物实验室 安全故事手记

Survivor Stories Biological Laboratory
— Incidents Notes for Safety

孟博等著



科学出版社
www.sciencep.com

“十二五”国家重点图书出版规划项目

教育部高等学校生物类专业教学指导委员会
生物类专业教学指导委员会推荐教材

科学出版社
SINUS
SINUS
SINUS

生物实验室 安全故事手记

Experimental Safety Stories in Laboratory
Bioscience Safety Case Studies

王 强 著



科学出版社
KXW

“十一五”国家重点图书出版规划项目

生命科学实验指南系列

Survivor Stories Biological Laboratory
——**Incidents Notes for Safety**

生物实验室安全故事手记

孟 博 等著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书通过一个个发生在分子生物学实验室、细胞与免疫学实验室、微生物实验室和动物实验室的安全故事,传达给你“生物实验室安全”的观点和理念,“安全小贴士”指导你如何安全有效地进行实验,“补救措施”教你把危害的隐患和后果降到最低。本书集中了生物实验室中最常见的人身安全、仪器安全、试剂安全以及实验对象安全方面的经验和教训,给人以深刻的印象和启发。

本书可作为生物学及相关学科领域新进实验室的研究生或者工作人员安全培训的辅助教材,也可供实验室管理人员对比查找本实验室安全防范措施、规定的疏漏。

图书在版编目(CIP)数据

生物实验室安全故事手记/孟博等著. —北京:科学出版社,2010

(生命科学实验指南系列)

ISBN 978-7-03-026074-1

I. 生… II. 孟… III. 生物学-实验室-安全技术 IV. Q-338

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 212791 号

责任编辑:李 悦/责任校对:陈玉凤

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

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>

骏 杰 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 1 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2010 年 1 月第一次印刷 印张:13 1/2

印数:1—3 000 字数:252 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

本书编委会名单

主 编		孟 博	华东师范大学教育部及上海市脑功能基因组学重点实验室
实验室通则	副主编	田 智	长沙医学院
		刘文生	哈尔滨医科大学附属第二医院普外科
分子实验室	副主编	向 征	香港大学儿童及青少年科学系
		杨晓波	广西医科大学公共卫生学院
		鲍 羿	中国协和医科大学/中国医学科学院医药生物技术研究所生物工程室
细胞实验室	副主编	吴 璿	华东师范大学教育部及上海市脑功能基因组学重点实验室
		张桂信	大连医科大学附属第一医院普外科
微生物实验室	副主编	裴得胜	中国科学院水生生物研究所
		万 勇	广州中山大学达安基因股份有限公司
动物实验室	副主编	孙世顷	中国药科大学
		纪光伟	武汉钢铁(集团)公司第二职工医院外科

序

实验室生物安全涉及公共安全,引起各国政府的高度重视。如何实行对实验室感染的控制和对周围环境影响的控制,以及对实验室管理和感染性实验材料的管理控制等一系列实验室生物安全问题,在“9.11”事件和“SARS”事件之后特别成为我国政府最为重视的工作之一,并通过了一系列规范管理和正确操作等防范和控制生物危害的管理措施,维护了国家稳定、社会经济及人民健康、生态环境的安全。

在实验室尤其是生物实验室工作不可能没有风险。这就要求实验室工作人员充分考虑在实验活动过程中涉及的所有因素,尽可能地降低其风险,使工作人员充分避免所操作生物因子带来的危害,确保自身不受实验对象的侵染;保证危险生物因子不向实验室外扩散,确保周围环境不受其污染。防止有害或有潜在危害的生物因子对人、环境、生态和社会造成的危害或潜在危害,是我们所有从事相应科研和实验室工作者的责任和义务。

《病原微生物实验室生物安全管理条例》和国家标准[GB19489—2004《实验室生物安全通用要求》,2008年又进行修订]的颁布是我国公共安全体系建设中具有里程碑意义的一件大事,这标志着我国的实验室生物安全管理步入了科学、规范和发展的道路。这些硬性规定的要求是在吸取了各国的经验特别是吸取了惨痛事件的教训后提出来的,必须给予高度重视和自觉贯彻执行,并落实到实际工作行为过程中。其目的是通过规范实验安全行为防止万分之一事故的发生,保障实验室人员和相关人员的安全,确保实验室的生物安全,维护我国公共安全体系的正常运行。

该书通过发生在相关生物学实验室,特别是动物实验室所亲历的一些安全问题,以“安全故事”的形式使实验室操作人员和相关管理人员更清晰地认识自己的工作环境及所从事实验工作的性质,正确理解“标准”并指导实验室操作等实践工作。建立明确的安全意识在避免或控制生物危害发生方面起着很重要的作用;每一节均附有“点评”做提示,简要明了;又以“安全小贴士”的方式做指导,教你如何安全有效地进行实验操作和完成某项工作所规定的特定途径,重点强调在工作过程中的安全细节;当问题发生时又以“补救措施”教你在紧急状态下的一种处理方法,发现事故隐患应采取的措施和如何消除并将危害后果降之最低限度。

该书的作者通过自身多年实际操作的工作经验教训,充分认识到:尽管实验室

生物安全技术不断提高、设备不断更新、管理体制不断完善,但仍有实验室感染事件或事故的发生,其原因就是实验室是个复杂而多变的环境,而导致大错的往往又是由细微的人员操作错误所致。因此,本书通过生物实验室的人员安全、设备安全、试剂安全以及实验对象等安全方面的经验和教训,阐述了在实验过程中发生的事故及如何加以防范和避免事故发生的措施。

尽管目前涉及实验室生物安全方面的书籍很多,但作为直述安全事故方面的书籍,本书却是首例,其内容描述生动活泼,独特新颖,同时具有严肃性、科普性和趣味性,能给人以深刻的提示和启发。我相信该书可使实验室操作人员和相关管理人员更广泛地掌握生物安全知识及实验室操作技术、防护技术和实验室设备的正确使用方式,有效地防止大多数实验室安全问题的发生。

中国医药生物技术协会实验室安全专业委员会主任委员

王秋娣 研究员

前 言

初进生物实验室,你是否知道哪种实验操作最可能带来潜在的安全隐患?如果你带着手套、口罩、防护眼镜“全副武装”地去使用三氯甲烷,是否会遭到实验室其他人的耻笑,认为你“太胆小,怕死”?

久在实验台,你是否已经习惯了一边听着音乐,嚼着口香糖,一边向面前的试管中添加样品?

你和实验动物“亲密接触”时是否想到,不戴口罩的习惯除了让你闻到一些令人不快的味道之外,还可能引发你日后的过敏症?

.....

这些平时很可能被我们忽视的隐患也许就是将来实验失败的直接原因,更可能给我们自身健康,或者环境带来长远的影响。“无知”和“麻木”,到底哪个更可怕?

实验室安全问题的提出由来已久,然而,实际上,许多科研单位一线科研人员的安全防护知识却仍仅仅局限于来自实验室管理者的简单传授和自身操作实践。他们往往对技术环节比较精通,但对实验室的规范管理和应该承担的安全责任大多意识淡漠。2004年北京和安徽发生的实验室医务工作者非典病毒感染传播事件,就是由于实验室管理不善,工作人员未能严格执行生物安全管理与病原微生物标准操作,致使实验室的安全管理隐患成为了现实危害,也暴露出我国在实验室生物安全管理体制上存在的不足。目前,国家已经颁布《实验室生物安全通用要求》(GB 19489—2004)国家标准,有望促进我国实验室生物安全管理水平的普遍提高。但制度和标准如果不能落实在每一位一线实验人员的心里,也仅仅只能是厚厚的一叠废纸。

本书首次尝试将丁香园网站(www.dxy.cn)网友们亲身经历的安全故事与实验室安全规范结合在一起,希望利用这种活泼的形式使实验室安全这个严肃的概念和主题深入到每一位读者的心中,唤醒每一位实验人员及实验管理者对实验室安全重要性的意识,促使实验室安全得到保证。本书根据我国实验室情况及可操作性,共分为5章,分别为:通则、分子生物学实验室、细胞与免疫实验室、微生物实验室和动物实验室。其中通则中包括对实验室水、火、电,及一些实验室共性的安全问题的论述,其他实验室章节则包括该类实验室中常见的试剂、仪器及操作和管理方面的安全问题。

本书不仅针对从事与生物学相关的实验“新手”，也针对“久经沙场”但是安全意识已经淡漠的实验室“老将”，目的是使大家了解如何正确而规范地从事实验操作，避免事故的发生，以及如果不幸发生事故时该如何处置及补救。本书的特点是每一篇文章都是从实际发生的事件出发进行分析，并告诉你如何判断、处理和避免错误的发生以及该如何合理、规范、正确地进行有序规划和执行。事实上，本书所提及的实验室安全注意事项只是实验室安全众多要求的其中一小部分，但本书主要目的是提高实验人员的安全意识，因此可以作为实验室安全规范的补充参考用书。

本书编著过程中凝聚了丁香园网站全体网友的集体智慧，从大纲编写、征集稿件、到稿件修订均通过网络联系完成。需要特别感谢的是，上海交通大学医学院的潘振业教授对动物实验室章节的稿件进行了逐字逐句的细致而认真的审定，提出了很多重要建议。北京大学医学部医药卫生分析中心原副主任范宪周研究员对本书稿不仅认真阅读，且诚挚地提出不少宝贵建议，在此一并致谢。本书编写过程中同时参考了许多相关资料，但由于作者的水平和篇幅有限，有些问题可能阐述不够详细或者存在其他不足，务请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 实验室通则	1
法国实验室的第一课	2
实验室通用小常识——你知道多少?	7
自动双重纯水蒸馏器的爆炸	10
细胞室里的惊险事件——实验室用电安全常识	13
酒精灯惊魂	16
当心身边的“炸药库”	19
“常在河边走,哪能不湿鞋”——当心实验室里的职业暴露	22
“潘多拉的盒子”——实验废弃物的处理	24
No Food or Drink!	27
冰箱并非“保险箱”	29
手提式高压灭菌器的使用问题	32
当心烘箱变“炸弹”	34
硫酸洗手有点疼	37
当心玻璃器皿变利刃	39
比实验材料、实验仪器更重要的——实验记录	42
让人迷糊的有效数字问题——漫谈数值修约	44
第二章 分子生物学实验室	47
“黑色”的回忆	48
我被苯酚“漂白”了	51
免疫组织化学中的“十大恶人”	54
更多常用有毒有害分子生物学试剂	57
“加”与“不加”之间	61
SARS 就在身边?——PCR 污染的警示	63
痛并快乐着——保护碱基与酶切效率	65
大意失荆州——RNA 提取实验注意事项	67
RNAi, “干扰”了谁?	70
双向电泳实验手记	73

自以为是的代价——高效液相色谱柱污染事件	77
电泳仪和电泳槽——“小仪器的大问题”	79
PCR 仪也有“水货”	81
离心机“很强很暴力”？	84
娇贵的液质联用质谱仪	87
第三章 细胞实验室	91
Better life, Better data——细胞操作人员防护	92
Use, or not use? That is a question! ——细胞培养中酒精灯的使用	95
有沉淀物的血清——拿“鸡肋”怎么办？	97
成也萧何，败也萧何——细胞冷冻中的 DMSO	99
细胞消化步骤的经验分享	101
亡羊补牢，为时未晚——细胞培养污染的防治	103
关乎生死存亡的 pH	106
“冬眠”的细胞——培养 BT474 人乳腺癌细胞初体验	108
标记事小，马虎不得！	111
生物安全柜除污记	114
与二氧化碳钢瓶一起走过的日子	116
Believe it or not? ——关于细胞培养中温度的测定	119
液氮罐存取细胞的尴尬	121
第四章 微生物实验室	124
支原体的“人体培养基”	125
“刀尖上的舞蹈”——微生物操作中的个人防护	128
大肠杆菌也致病！	131
“知己知彼，方能百战百胜”——了解菌株的微生物学特性	134
“纯正血统”很重要！	136
抗生素，小事不小	139
菌种保存及传递	141
培养基融化伤人事件	144
摇床也疯狂？	146
第五章 动物实验室	148
小鼠也晕车？——实验动物运输途中的应激反应	149
新进动物要体检	151
当心环境引起小鼠的“狂躁症”	153
关注动物的“菜篮子”	157



IVC 系统笼具操作易犯小错误	159
Beagle 犬的“紧箍咒”	162
“鼠毒食仔”为哪般?	165
扑朔迷离,雾里看花——动物的个体识别和标记	168
认识你的实验动物——“近交系”与“封闭群”	171
我被小鼠咬了	174
“兔子急了蹬死鹰”	176
都是剂量惹的祸	179
纪念为溶血与凝聚实验献身的实验兔	183
失之毫厘,谬以千里——脑缺血模型经验谈	186
糖尿病大鼠的血糖测量	189
“一切从沟通开始”——动物行为学实验 Handle 的重要性	191
“智将”手下无弱兵——挑选优秀实验动物的准则	193
“田忌赛马”的启示——优化行为学实验的顺序	196
Laboratory animals: for care or for use?	199

第一章 实验室通则

1. 在动手实验之前
——法国实验室的第一课
2. 实验室通用小常识
——你知道多少?
3. 实验室用水安全
——自动双重纯水蒸馏器的爆炸
4. 实验室用电安全
——细胞室里的惊险事件
5. 实验室用火安全
——酒精灯惊魂
6. 实验室意外事故之
——当心身边的“炸药库”
7. 实验室人员防护之
——“常在河边走，哪能不湿鞋”
8. 实验室人员防护之
——No Food or Drink!
9. 实验废弃物的处理之
——潘多拉的盒子
10. 实验室通用仪器设备之
——冰箱并非“保险箱”
11. 实验室通用仪器设备之
——手提式高压灭菌器的使用问题
12. 实验室通用仪器设备之
——当心烘箱变“炸弹”
13. 实验室常见操作之
——硫酸洗手有点疼
14. 实验室常见操作之
——当心玻璃器皿变利刃
15. 比实验材料、实验仪器更重要的
——实验记录
16. 让人迷糊的有效数字问题
——漫谈数值修约

法国实验室的第一课

作者：yinjunlou*

实验室手记



2年前，我幸运地来到法国一所著名的研究中心做博士后研究工作。暂不论其他，首先对这里的安全教育感触颇多，总体来说，是“以人为本”。

首先，这里的研究所每年组织实验室安全培训课，每一位进入实验室工作的学生都必须参加一次，而且要签到，为期一天。因为那时我刚来这里还听不太懂，还好有PPT，能稍微猜测一下。当时主讲老师的开场白大致是这样说的：“欢迎各位同学进入我们的实验室，但我必须告诉你们，实验室比你们的课堂危险多了，到处都是各种生物和化学物质，还有各种放射性物质，不但让你们个人有危险，也可能危害我们周围的人和环境。下面让我们分别来学习有毒生物、化学物质、射线、水、电、火等一些紧急情况的注意事项和处理……”

让我印象较深的是这里的现场演示，不仅教会了大家各种灭火器的使用原则和方法，还附带可以试一下防化面具，此外老师还教了一下心肺复苏的方法。当然这对于在国内专业是医科的我来说当然是小儿科，但我也借此提醒各位刚进入实验室的研究生同学，安全要随时记在心中，不怕一万，只怕万一。

进入这所研究中心后，这里每个实验室都有一名安全负责人。我们的实验室是由一位德国人负责。德国人的严谨作风，算是初步领教了。我第一天到这里，他就拿出一张纸，里面罗列有很多项目，他按照单子上的每一个项目，一步步地让我学习。

一、管理文件类

1. 安全相关文件。介绍各种操作规范，实验室各种危险的标志的位置、意义等。
2. 医疗急救相关文件。主要是介绍等待医生到来之前你可能做些什么，如

* 本书各篇均为向丁香园网站（www.dxy.cn）网友征集，此处为作者网名。——编者注



包扎固定，心肺复苏等。

3. 各种紧急电话号码。包括认识本实验的安全负责人，介绍目前的研究所总的负责人的电话和名字，介绍目前研究所化学安全、放射防护负责人的电话和名字，介绍目前的研究所医疗抢救负责人电话和名字。

4. 孕妇实验室注意事项。这项很人性化，因为我没有这个问题，当时就免了。

二、常规防护

1. 工作时穿上工作服。关于这点，以前在国内的时候是不太注意的。夏天贪图凉爽，有时就换成了短袖。回想起来，个人感觉确实还是长袖白大褂好些。

2. 一般不要穿高跟鞋或凉鞋。这点女性实验者需要特别注意。

3. 常规戴手套。这个很有必要，不但保护自己，也防止实验室操作过程中的污染。我们很多研究生都很勇敢，勇敢得不要命，我见到过有人 EB 胶也用手拿的。法国这里手套相应配备了很多种，根据不同情况戴不同手套，有防腐蚀的，也有防冻、防刀具的。

4. 必要时戴防护眼镜，如复苏细胞时。看来有时近视也有一点点的好处，至少也多了一层防护。

5. 禁止在实验室内吸烟、吃喝东西，也不能用吸管吸饮料（这里办公室与实验室是隔开的，在办公室可以吃喝东西，但决不能抽烟）。此外特别强调不能把你的私人物品，特别是食品放入实验室的冰箱。我以前从不把实验室当作一块禁地，一般就在实验桌旁吃饭。

6. 禁止 15 岁以下孩子进入实验室。这个我也是第一次听到，也值得我们借鉴，说明国外对小孩的重视和保护，实验毕竟不是特别安全的地方。有一次有个同事带她 12 个月的小婴儿过来，但只待在实验室门外面一个公园中，不进来，我们就只有跑到外面去看他们。

7. 实验室急救药箱的位置和使用。急救药箱里有很多医疗物品，而且从外面看这个药箱是透明的，据说是为了方便观察物品是否齐全，有没有过期（这个由实验室安全负责人定期检查）。这里他还强调了一下，里面任何物品都不能带回家。医疗物品看起来挺全的，里面有个小东西我以前医院里没见过，不知道是什么，他说是用来放干净东西的，比如某个人手指头掉了，就可以放在里面，一起送到医院去。

8. 紧急断电开关。如有紧急情况，只要一击，整个房间就没电了。

9. 工作梯。取高处物品必须用专用工作梯，同时告诫不要把重的危险的东西放在高处，因为容易坠落伤人。而站到椅子上取物是不允许的，容易发生意外

不安全。

10. 抽屉。柜子里的抽屉打开后，必须关上，理由是容易伤害他人。开始我不理解，他还现场很逼真地演示了一下（发现老外都有表演的潜质）：先跑去把我们过道边上靠近地面的抽屉打开，然后走过去就佯装绊倒。

11. 关于滑倒。地上有水时，必须及时擦干。

12. 最后一个离开实验室，请负责检查一遍实验室，如高温水浴箱，电炉之类的设备有没有关。

三、特殊危险防护

1. 低温保护。这个涉及进入 4°C 房间或 -20°C 房间需注意的问题，如被关在里面时如何采取紧急措施（有个紧急安全开关）。

2. 关于高温物品的警戒措施（酒精灯、电炉、水浴箱）。

3. 关于手术刀、针头的使用以及使用后的处理。

4. 关于有毒危险物品的处理。此类物品必须严格标记，贴上一些标签，这个他们也特别强调，不但保护自己，也为了保护别人。

5. 废物处理。这里我特别说明一下，这里的垃圾分类特别明确，固体、液体、生物制品、化学物质、放射物品、常规生活垃圾、实验垃圾都必须分开处理，而且一般非常严格。一旦查出在生活垃圾含有毒物品（会抽查的），会遭到非常高的处罚。

6. 紫外线的防护。紫外线对眼睛、皮肤还是有很大伤害的，以前我在国内有一次切胶时间太长，第二天眼睛都肿了。国内的超净台有时开着日光灯时，就需要注意一下紫外灯是否开着，而这里的超净台不存在这样的问题。

7. 液氮。主要也是加强眼睛的防护。

8. 实验室通风。特别是有气味试剂操作时这点必须注意。

四、紧急危险火警

1. 遇到火警时应该怎么通知别人（有个专门的火警开关）。

2. 有关撤离的线路设置。

3. 各种灭火器的使用（又被教了一遍）。

4. 灭火覆盖衣。

五、喷射龙头的使用

这里还有专门的水龙头冲眼睛，冲全身。德国人为此具体向我说明了一下如何使用。

最后他问我有没有问题，我说没有了，他就要我在纸上签名。然后说既然已



经上过课了，就考了我两个问题，我觉得很实际：

1. 如果我把一瓶有毒的试剂打翻在地，应该怎么处理？

我当时第一反应说是尽快清除掉，他说你清除是对的，但首先必须通知实验室或研究所安全负责人，然后决定怎么清除，以及其他实验室人员需不需要撤离或防护等（我以前的实验室就曾有人把 SDS 粉剂打翻了，后来也没说，搞得第二天每个人都咽喉疼痛，还以为中了什么毒）。

2. 如果身边有人身上着火时，你应该怎么帮助他？

如果有人身上着火时，我应怎么办？我本来上培训课就没听明白，我就先回答用水，他摇头，我又回答用灭火器，他笑了一下，然后说，这里实验室有种专门的衣服，只要用这个衣服包住，火就会灭了。又学了一招。

原以为自己也是个小心做事的人，但遇到几件小事就证明警惕意识还不够，很多细节习惯性地被疏忽了：去年夏天，虽然有空调，但感觉热，所以有一天我做实验没穿工作服，刚好那天被一个负责安全的人撞到，最后虽然没怎么样，但我那位德国同事对我说，他很不高兴，因为如果这里的工作人员出什么事，他们分管安全的人同样有责任。

再举个废物处理的例子。EB 什么的，我都不想再说了。有一次我配 SDS-PAGE，不凝，我刚想把不凝的胶倒到洗水槽，那位技术员就说：“I think the fish will not like them.” 真让我觉得不好意思。

还有，这里定期有安全演习，大概每两个月一次。当安全警报响起时，你必须放下一切工作，马上离开实验室。有次我想把手头的事情完成，因为我敢肯定这又是演习而已。实验室安全负责人说了一句话，又让我印象深刻：“You must leave immediately; if you stay here you are not only dangerous to yourself, but also dangerous to someone trying to come here to save you.”

点 评



有人可能认为，中国的实验条件不如国外好，我们不能照搬他们这一套。但是越是条件的限制，越要注意实验室安全。很多硬件或许不能改善，但我们应该学习他们一切以人为本的出发点，对研究人员的安全高度重视，以及对周围环境保护的密切关注。这些都值得我们思考和学习。在实验过程中，不但要保护自己，更要时刻想到你的操作会不会对别人或环境造成伤害，以及在紧急情况下，该怎么样去帮助别人。