生物技术制药实验指南

程玉鹏　高　宁　主编

中国农业科学技术出版社

生物技术制药实验指南

生物技术制药实验指南

程玉鹏　高　宁　主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目（CIP）数据

生物技术制药实验指南/程玉鹏，高宁主编．—北京：中国农业科学技术出版社，2014.9
ISBN 978-7-5116-1790-3

Ⅰ.①生… Ⅱ.①程… ②高… Ⅲ.①生物工程-应用-药物-生产-实验-指南 Ⅳ.①TQ464-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 187578 号

责任编辑 李冠桥
责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编：100081
电 话 （010）82106625（编辑室）（010）82109702（发行部）
（010）82109703（读者服务部）
传 真 （010）82106625
网 址 http://www.castp.cn
经 销 者 各地新华书店
印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司
开 本 787mm x1 092mm 1/16
印 张 15.75
字 数 375 千字
版 次 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷
定 价 45.00 元

版权所有·翻印必究

《生物技术制药实验指南》
编委会

主　编：程玉鹏　高　宁

副主编：刘　博　刘莉莉　蒋倩倩　李慧玲　陈红艳　陈惠杰

编写人员：（按姓氏笔画排序）

李慧玲（黑龙江中医药大学）

李天聪（黑龙江中医药大学）

刘　博（黑龙江农垦职业学院）

刘丹丹（黑龙江中医药大学）

刘莉莉（黑龙江中医药大学）

陈红艳（哈尔滨师范大学）

陈　琦（黑龙江中医药大学）

陈惠杰（吉林农业科技学院）

林进华（黑龙江中医药大学）

高　宁（黑龙江中医药大学）

程玉鹏（黑龙江中医药大学）

蒋倩倩（黑龙江中医药大学）

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

内容简介

随着生物医药研究的迅猛发展，生物技术药物在新药开发中占有越来越重要的位置，也是当今各大医药企业重点关注的药物研究领域。本书主要介绍了生物技术制药实验的基本仪器特点与使用、基本实验操作方法及注意事项，并在最后设计了综合性实验，以供读者全面掌握生物技术药物实验研究的方法及应用。全书共分十二章，分别介绍了生物技术制药实验室准则、常用仪器及操作规范、显微观察技术、灭菌技术、核酸分析技术、组织与细胞培养技术、微生物培养技术、转基因技术、诱变育种技术、生物活性物质的分离检测技术和综合性实验。

本书可供生物技术制药专业本科实验教学，也可作为生物制药相关研究人员的参考书。

第一作者简介

程玉鹏，博士，副教授，黑龙江中医药大学药学院生物技术教研室主任。曾在加拿大蒙特利尔 Bio S & T Inc 中心实验室工作，主要从事基因突变，基因合成，蛋白表达等相关研究。现研究方向主要集中在药用植物内生真菌对其宿主次生代谢产物调控的分子机制、微生物生物活性次生代谢产物的分离与药理药效分析。

前　言

生物技术制药是将生物技术与药物研发紧密联系的一门新兴技术。如其他的新兴技术一样，在近40年的发展历程中，生物技术制药不断地创新，取得了突破性的进展，新方法和新产品正不断涌现，弥补了传统制药的不足，缓解了制药业的环境和资源压力，极大地改善了人们的生活和健康水平。利用动物、植物和微生物等为起始材料，运用生物技术制药的上、下游技术已制造出许多新的生物药品，如单克隆抗体、人生长激素、各种疫苗、组织纤溶酶原激活剂、凝血因子、白介素、集落细胞刺激因子、干扰素、促红细胞生成素、生长因子、SOD、重组可溶性受体等。作为药物研究开发和应用中最活跃、进展最快的领域，生物技术制药被公认为21世纪最有前途的产业之一。目前，生物药品已经扩展到保健品和日化产品等领域，尤其在新药研究、开发和传统制药工艺改造中得到日益广泛的应用。随着分子生物学的不断发展，利用基因组学、转录组学、蛋白组学、代谢组学和生物信息学等方面的研究成果，生物技术制药必将在靶向药物开发、药学基因组学、基因治疗、药物设计等前沿性的医学领域发挥重要的作用。从医药产业发展趋势来看，由于产业规模化的不断扩大，生物技术制药正逐步快速发展成为国民经济的主导产业。因此，生物技术制药有着广泛的应用前景，是未来医药工业的发展方向。

生物技术制药是以实验为主的综合性学科。因此，不论是科学研究还是工业化生产，以实验室为基础的实验技能学习和训练尤为重要，错误的实验设计和操作会产生严重的不良后果。本书试图架一座桥梁，引导读者逐步了解和掌握生物技术制药的实验技能和操作流程。本书在内容安排上，本着由浅入深、先易后难、循序渐进的原则，先介绍实验室基本行为规范，其次是常规实验仪器设备的使用方法和常用试剂的配制要领，然后是具体的实验操作。全书共分十二章，第一至第四章介绍实验室的常规操作，包括实验室的管理、仪器的应用和各种试剂、显微观察技术和缓冲液的配制；第五至第十一章按实验具体内容分为核酸分析技术、蛋白分析技术、组织与细胞培养技术、微生物培养技

术、转基因技术、诱变育种技术和生物活性物质分析与检测技术；第十二章以差异表达为考察指标的综合性实验。为防止理论和实验的脱节，每章的前半部分都对该章实验所涉及的相关理论和原理进行了介绍，使读者能够理性地进行实验，从而避免因盲目机械地按各实验步骤操作而产生的偏差。所以，本书不仅可以作为高等学校本科生和研究生的实验教材，也可作为专业基础知识比较薄弱的初学者的实验指导手册，还可以作为相关领域专业人员的参考书。

本书第一章由程玉鹏、高宁编写；第二章、第七章由刘博编写；第三章、第九章由高宁编写；第四章由李慧玲、陈红艳、李天聪编写；第五章、第六章、第八章由程玉鹏编写；第十章由程玉鹏、李慧玲编写；第十一章由程玉鹏、刘莉莉、林进华、陈惠杰编写；第十二章由高宁、刘博、蒋倩倩、陈惠杰编写；附录部分由刘博、陈红艳、陈琦、刘丹丹、陈惠杰编写。

本书的内容既有编者在教学和科研中的实践，同时也参考了大量国内外的文献，在此对那些原文的作者致以深深的敬意和诚挚的感谢！

由于编者水平有限，书中疏漏不当之处在所难免，敬请各位读者不吝赐教，提出宝贵意见。

程玉鹏

2014 年 7 月 25 日

目　　录

第一章　实验室管理和安全准则 …… **1**

一、实验室一般要求 …… 1

二、生物技术实验室规则 …… 1

三、生物技术实验室的安全管理与注意事项 …… 2

四、实验室意外事故的紧急处理 …… 4

第二章　生物技术实验常用仪器及操作规范 …… **7**

一、玻璃器皿 …… 7

二、塑料制品 …… 10

三、过滤装置 …… 12

四、微量移液器及吸头 …… 13

五、pH 计 …… 14

六、天平 …… 14

七、离心机 …… 15

八、恒温箱 …… 16

九、振荡设备 …… 19

十、超净工作台 …… 20

十一、生物安全柜 …… 20

十二、纯水仪 …… 21

十三、灭菌设备 …… 21

十四、紫外-可见分光光度计 …… 24

十五、热循环仪 …… 25

十六、电泳仪 …… 26

十七、凝胶成像系统 …… 28

十八、流式细胞仪 …… 29

十九、超声细胞破碎仪 …… 31

二十、制冰机 …… 32

二十一、液氮罐 …… 33

二十二、冰箱 …… 33

二十三、真空离心浓缩仪 …… 33

二十四、基因枪 …… 34

二十五、新一代高通量测序技术 …… 34

第三章　显微观察技术 …… **36**
一、普通光学显微镜 …… 36
二、相差显微镜 …… 39
三、倒置显微镜 …… 40
四、荧光显微镜 …… 40
五、激光扫描共聚焦显微镜 …… 42
六、透射电子显微镜 …… 44
七、扫描电子显微镜 …… 46
实验一　细菌显微形态特征观察 …… 48
实验二　丝状真菌显微形态特征观察 …… 49
实验三　酵母菌显微形态特征观察 …… 51
实验四　酵母细胞大小和数量的测定 …… 53
第四章　缓冲液、培养基的配制及灭菌技术 …… **58**
一、溶液的配制 …… 58
二、化学品和废弃缓冲液的处理 …… 60
三、仪器 …… 60
实验一　MS 培养基的配制 …… 60
实验二　LB 培养基的配制 …… 63
第五章　核酸分析技术 …… **66**
一、储存 …… 66
二、纯化-除去核酸中的蛋白质 …… 67
三、核酸的定量 …… 67
四、浓缩沉淀 …… 67
五、DNA 酶切反应 …… 68
六、DNA 连接 …… 69
七、电泳 …… 70
八、聚合酶链式反应 …… 71
实验一　碱裂解法提取质粒 DNA …… 74
实验二　DNA 的琼脂糖凝胶电泳 …… 76
实验三　细菌基因组 DNA 的提取和鉴定 …… 78
实验四　酿酒酵母总 DNA 的提取 …… 80
实验五　植物基因组 DNA 提取 …… 82
实验六　动物组织 DNA 的提取 …… 83
实验七　采用 Trizol 溶液提取细菌总 RNA …… 84
实验八　动物组织 mRNA 的提取 …… 86
实验九　DNA 的酶切 …… 88
实验十　DNA 的连接 …… 89
实验十一　脉冲场凝胶电泳（PFGE） …… 91

实验十二　RNA 琼脂糖变性胶电泳分析 …… 94
实验十三　真菌 ITS 序列的 PCR 扩增 …… 95
实验十四　菌落 PCR …… 98
实验十五　DD-PCR 技术 …… 99
实验十六　实时定量 PCR …… 103
实验十七　Southern 印迹杂交 …… 107
实验十八　Northern 杂交技术 …… 111
实验十九　原位杂交 …… 114
第六章　蛋白分析技术 …… 119
一、选择沉淀 …… 119
二、蛋白质的聚丙烯酰胺凝胶电泳 …… 119
三、双向凝胶电泳 …… 120
四、蛋白浓度检测 …… 120
实验一　植物中叶片蛋白质的提取 …… 120
实验二　动物组织蛋白质的提取 …… 122
实验三　蛋白质的定量（BCA 法） …… 124
实验四　蛋白质 SDS-PAGE 电泳 …… 125
实验五　蛋白质双向电泳 …… 129
实验六　Western Blotting …… 134
实验七　酶联免疫吸附实验 …… 137
实验八　免疫组化实验 …… 141
第七章　组织与细胞培养技术 …… 144
一、动物组织培养 …… 144
二、植物组织培养 …… 145
实验一　哺乳动物细胞的原代培养 …… 146
实验二　哺乳动物细胞的传代培养 …… 148
实验三　哺乳动物细胞的冻存与复苏 …… 149
实验四　哺乳动物细胞的融合 …… 151
实验五　兔脾细胞悬液的制备 …… 152
实验六　小鼠脾细胞培养实验 …… 153
实验七　胡萝卜愈伤组织的培养 …… 155
实验八　植物原生质体的制备 …… 157
实验九　原生质体分离与融合 …… 158
第八章　微生物培养 …… 160
一、细菌培养 …… 160
二、真核微生物的培养 …… 160
实验一　药植土壤中根际微生物的分离与计数 …… 160
实验二　细菌生长曲线的测定 …… 162

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

实验三　酿酒酵母海藻酸钙的细胞固定化 …… 164
第九章　转基因技术 …… 166
一、细菌转基因 …… 166
二、酵母菌转基因 …… 167
三、植物转基因 …… 167
四、动物转基因 …… 169
实验一　$CaCl_2$法制备感受态细胞 …… 170
实验二　质粒 DNA 转化大肠杆菌感受态细胞 …… 171
实验三　电转化法制备细菌感受态细胞 …… 172
实验四　基因枪法转化油菜愈伤组织 …… 174
实验五　农杆菌介导的植物遗传转化 …… 177
实验六　逆转录病毒感染法制备转基因细胞 …… 178
实验七　显微注射法制备转基因小鼠 …… 182
第十章　诱变技术 …… 192
实验一　大肠杆菌的紫外诱变 …… 192
实验二　氨基酸营养缺陷型突变株的筛选 …… 194
第十一章　生物活性物质的分离与检测 …… 196
实验一　抗生素的微生物检定法 …… 196
实验二　牛乳中酪蛋白的制备 …… 198
实验三　γ-球蛋白的分离 …… 199
实验四　大蒜 SOD 的分离提取与活力测定 …… 201
实验五　滑菇多糖的提取制备和鉴定 …… 202
实验六　凝血酶的制备 …… 204
第十二章　综合实验 …… 206
实验一　基因组 DNA 文库的构建 …… 206
实验二　突变细胞基因差异表达的研究 …… 209

附　　录 …… 221
主要参考文献 …… 240

第一章　实验室管理和安全准则

一、实验室一般要求

（1）实验室应准备观察记录本。记录本由实验室人员保存并及时更新。对于实验中发生的错误进行特殊的标记。

（2）索引。记录本应附有目录索引，包括每个实验的名称和页码。

（3）观察记录本应根据实验内容排序，新实验另起新页，每页顶部的抬头含有实验名称、日期和页码。

（4）每项实验包括如下内容。

①每个实验都应有实验题目和实验目的。

②背景信息：实验相关信息和原理。

③实验材料：包括使用材料和仪器，如果不是特殊的试剂盒，生物试剂应详细说明其来源，如菌株的基因型等。

④步骤：在实验前要准确地写下每个实验步骤。

有些步骤可能多达几页。然而，为了更好地管理实验室，详细的实验方法应该记录在另外的实验记录本中。

如果是重复实验，不必写出每个实验步骤，只需写出修改的步骤和改进的原因。

可以用表格记录每组反应和相关变量。

⑤实验结果。这一部分应包括所有的原始数据：如凝胶电泳图、菌落数、图表等，该部分也包括分析的数据，如：转化效率、酶活力和相关计算公式等。

⑥结论：该部分是实验最重要的部分之一，应是对全部实验结果的归纳总结，当然也包括前面曾经阐述过的内容。

二、生物技术实验室规则

为保证实验顺利进行并培养良好的实验操作习惯，进入生物技术实验室的同学需遵守以下规则。

（1）进实验室前必须身穿实验用白服，不得穿短裤、拖鞋，女生上课必须将长发扎起。非必要物品禁止带入室内。

（2）遵守实验室各项规章制度，按规定座次入座，实验台面保持整洁，仪器摆放合理。

（3）室内保持安静，不许高声说话、吵闹，避免不必要的走动。严禁随地吐痰，严禁在室内吸烟。

（4）实验前必须充分预习实验内容，理解实验目的与要求，听从教师安排，做好实验准备工作。

（5）实验过程中，认真按照操作规范进行实验操作，养成良好的实验习惯，仔细观察实验现象与结果，并如实记录，不得抄袭、篡改或弄虚作假。

（6）实验结束后，要注意分析讨论实验结果，总结经验，不断提高实验技能。认真书写实验报告，要求字迹工整，图表清晰，数据真实，按时交任课教师批阅。

（7）用完仪器设备后应仔细检查，关闭电源，拔出插头，恢复仪器使用前的状态。

（8）实验中需要培养的材料应写好标签，注明组别、姓名、实验日期等，并放到指定地点进行培养，丢弃无标签的样本。

（9）从培养箱或冰箱中取放物品时应随手关门。

（10）对试剂等耗材要力求节约，用毕后仍放回原处。损坏玻璃器皿要赔偿。

（11）注意保持实验台面与地面的整洁，污水、废液、废弃物等按要求放入指定位置，有毒有害物质不得随意丢弃或倒入水池，需按规定进行回收处理。

（12）实验室内一切物品，未经本室负责教师批准，严禁带出室外，借物必须办理登记手续。

（13）每次实验课由班长或课代表负责安排值日生。值日生的职责是负责当天实验室的卫生、安全、组织同学填写实验室登记本等一切服务性的工作，关好水、电、门、窗后再离开实验室。

三、生物技术实验室的安全管理与注意事项

实验室是进行实践教学与科研的重要基地，为保证实验室正常使用、科研工作正常开展，各实验室均有较为完善的实验室安全管理规范与规章制度，同时也要求进入实验室的教师、学生及科研人员严格按照规范进行实验操作，注意安全防护，并避免对个人及环境造成安全危害。生物技术实验室需注意的安全行为主要包括：生物安全、化学安全以及放射性安全。

1. 生物安全

一般指由现代生物技术开发和应用所能造成的对生态环境和人体健康产生的潜在威胁，及对其所采取的一系列有效预防和控制措施。生物危险物质包括了所有具有传染性的病原微生物（细菌、真菌、原生动物、朊病毒、立克次氏体和病毒及寄生虫等病原体），这些传染源不仅会引发人类的疾病，而且会对环境和农业带来严重的负面影响。各类生物和人的原代细胞及组织也应在生物安全的环境中培养。此外，通过基因重组等方式获得的一些用于研究人、畜和植物疾病的转基因物种也视为潜在危险的生物材料。世界卫生组织（WHO）已针对生物安全防护制定了《实验室生物安全手册》，文件中对相关实验操作规范、实验室设计设施、安全保障、紧急情况处理都做了介绍，我国也出台了相关的国家标准《实验室生物安全通用要求》，实验人员可参照相关内容指导自己的安全防护。

2. 化学安全

化学安全涵盖了从有害的化学物质进入校园开始到这些物质的最终处理的全部过程。化学品的危险范围比较广泛，因此，在使用过程中要谨慎。每种化学品都有潜在的危险

性。针对不同的化学试剂应有不同使用规则和操作程序。化学品的分类是每个实验室必须进行的一项工作。化学试剂根据其危险性质大致可分成易燃、易爆、有毒三大类。

（1）易燃试剂。如乙醇、乙醚、丙酮、二甲苯、氧气等。易燃与可自燃试剂应存放在阴凉处，并远离电源、暖气等。一旦发生事故性燃烧，应保持镇静，立即切断电源、关闭火源，迅速将着火点周围其他可燃物移开，容器内着火可用湿布等盖灭，洒落液体的燃烧可用灭火沙、灭火器等扑灭，实验人员衣物着火，可迅速脱下用水浇灭，或用湿物包裹身体，或躺在地面滚动身体将火压灭。

（2）易爆试剂。氢、乙炔、乙醚蒸汽等与空气混合后极易引起爆炸；苦味酸、硝酸铵、过氨酸、硝化纤维等，单独可自行爆炸；有时几种试剂混合后容易产生爆炸，如硝酸铵和脂类及其他有机物混合、高锰酸钾与甘油或某些有机物混合都有可能发生爆炸。在使用这些试剂时，要严格遵守操作规范，避免事故发生。

（3）有毒试剂。大多数生物试剂有毒性，使用不当会对机体造成损伤。如 EB、吖啶橙等具有强致癌作用，操作时需戴好一次性手套；丙烯酰胺具有潜在的神经毒性，操作时需戴手套与口罩；对秋水仙碱、细菌或病毒产生的蛋白毒素等在使用时要做好个人防护，戴口罩或在通风橱中操作；实验后的废液也需集中回收，按照规定要求进行处理后方可丢弃或交于有关废液回收部门处理，不可直接倒掉。

3. 放射性安全

放射性安全包括了放射性安全培训、安全指导的编写、安全调查、个体所受辐射剂量评估、放射源监测、辐射监测和应急处理。生物技术实验室所用放射性物质主要是放射性同位素标记的分子探针，由于其灵敏度高、容易检测、示踪准确，在许多实验中均发挥重要作用，但对其辐射防护必须高度注意，避免造成人身伤害和环境污染。常用的放射性同位素有：^{32}P、^{3}H、^{35}S、^{125}I 及 ^{135}I 等。防护的主要原则包括：注意个人防护，穿着专用工作服；按规定在工作场所设置屏蔽；尽量缩短操作时间，加大与放射源的距离；实验废物贮存在专门容器中，交由专门单位进行处理。

下图为生物危险标志、放射危险标志、易燃易爆标志等（图 1－1）。

图 1－1　各种标志

四、实验室意外事故的紧急处理

1. 火灾

生物技术实验经常会使用一些有机溶剂，如甲醇、乙醇、丙酮等，且实验过程中经常会使用酒精灯等火源及热源，稍有不慎就会引起火灾事故。因此，实验室需要着重注意火灾的预防及火灾事故的处理。

（1）预防火灾的操作规程。

①严禁在开口容器和密闭体系中用明火加热有机溶剂，只能使用加热套或水浴加热。

②废弃有机溶剂不得倒入废物桶，只能倒入回收瓶，以后再集中处理。

③不得在烘箱内存放、干燥、烘焙有机物。

④在有明火的实验台面上不允许放置开口的有机溶剂或倾倒有机溶剂。

（2）发生火灾时的应急处理方法。一旦发生了火灾，不可惊慌失措，应立即采取多种相应措施，以减少事故损失。首先，应立即熄灭附近所有火源（关闭煤气），切断电源，并移开附近的易燃物。少量溶剂着火，可将其隔离，任其烧完；锥形瓶内溶剂着火，可用石棉网或湿布盖熄；火势较小时可用湿布或灭火沙盖熄；火势较大时应根据具体情况，采用灭火器，必要时拨打 119 报警。

四氯化碳灭火器：用以扑灭电器内或电器附近之火，但不能在狭小和通风不良的实验室中应用，因为四氯化碳在高温时要生成剧毒的光气；此外，四氯化碳和金属钠接触也要发生爆炸。

二氧化碳灭火器：其钢筒装有压缩的液态二氧化碳，适用于扑灭电器设备、小范围油类物质的失火。

泡沫灭火器：内部分别装有含发泡剂的碳酸氢钠溶液和硫酸铝溶液，适用于油类起火。非大火通常不用泡沫灭火器，因后处理比较麻烦。

干粉灭火器：主要成分是碳酸氢钠等盐类物质与适量的润滑剂和防潮剂。适用于油类、可燃性气体、电器设备等的初起火灾。

1211 灭火器：1211 灭火器利用装在筒内的氮气压力将 1211 灭火剂喷射出灭火，它属于储压式一类，1211 是二氟一氯一溴甲烷的代号，分子式为 CF_2ClBr，它是我国目前生产和使用最广的一种卤代烷灭火剂，以液态罐装在钢瓶内。1211 灭火剂是一种低沸点的液化气体，具有灭火效率高、毒性低、腐蚀性小、久储不变质、灭火后不留痕迹、不污染被保护物、绝缘性能好等优点。

无论用何种灭火器，皆应从火的四周开始向中心扑灭。

（3）灭火方法。实验室中一旦发生火灾，切不可惊慌失措，要保持镇静，根据具体情况正确地进行灭火或立即报火警（火警电话 119）。

①容器中的易燃物着火时，用玻璃纤维布灭火毯盖灭。

②乙醇、丙酮等可溶于水的有机溶剂着火时可以用水灭火。汽油、乙醚、甲苯等有机溶剂着火时不能用水，只能用灭火毯和沙土盖灭。

③导线、电器和仪器着火时不能用水和二氧化碳灭火器灭火，应先切断电源，然后用 1211 灭火器灭火。

④个人衣服着火时，切勿慌张奔跑，以免风助火势，应迅速脱衣，用水龙头浇水灭火，火势过大时可就地卧倒打滚压灭火焰。

2. 外伤

（1）烫伤。使用火焰、蒸汽、红热的玻璃和金属时易发生烫伤。发生烫伤后，应迅速避开热源，在水龙头下用冷水持续冲洗伤部，或将伤处置于盛冷水的容器中浸泡，持续30min，以脱离冷源后疼痛已显著减轻为准。这样可以使伤处迅速、彻底地散热，使皮肤血管收缩，减少渗出与水肿，缓解疼痛，减少水泡形成，防止创面形成疤痕。需要注意的是：烫伤发生后，不可揉搓、按摩、挤压烫伤的皮肤，也不要急着用毛巾擦拭。轻度烫伤可涂抹鱼肝油和烫伤膏等。

（2）割伤。在使用培养皿、试管等玻璃制品以及其他易碎或有锋利边缘的仪器时较易发生割伤。发生严重割伤时应从伤口中取出碎玻璃或其他异物，用清洗伤口后涂上紫药水或碘酒，随后用纱布包扎。如伤口较大则应按紧主血管，立即到医护室进行处理。

（3）化学灼伤。

①眼睛灼伤或掉进异物：眼内溅入任何化学药品，应立即用大量水冲洗15min，不可用稀酸或稀碱冲洗。若有玻璃碎片进入眼内则十分危险，必须十分小心谨慎，不可自取，不可转动眼球，可任其流泪，若碎片不出，则用纱布轻轻包住眼睛急送医院处理。若有木屑、尘粒等异物进入，可由他人翻开眼睑，用消毒棉签轻轻取出或任其流泪，待异物排出后再滴几滴鱼肝油。

②皮肤灼伤。

酸灼伤：先擦干，再用大量水洗，用3%～5% $NaHCO_3$ 或稀氨水浸洗，最后再用水洗。

碱灼伤：先擦干，再大量水冲洗，用1%硼酸或2%醋酸浸洗，最后再用水洗。

溴灼伤：被溴灼伤后的伤口一般不易愈合，必须严加防范。凡用溴时都必须预先配制好适量的20% $Na_2S_2O_3$ 溶液备用。一旦有溴沾到皮肤上，先擦干，用 $Na_2S_2O_3$ 溶液冲洗，再用大量水冲洗干净，包上消毒纱布后就医。

3. 中毒

中毒的原因主要是由于不慎吸入、误食或由皮肤渗入。

（1）中毒的预防。

①保护好眼睛最重要，使用有毒或有刺激性气体时，必须佩戴防护眼镜，并应在通风橱内进行；②取用毒品时必须佩戴橡皮手套；③严禁用嘴吸移液管，严禁在实验室内饮水、进食、吸烟，禁止赤膊和穿拖鞋；④不要用乙醇等有机溶剂擦洗溅洒在皮肤上的药品。

（2）中毒的急救。

腐蚀性毒物：对于强酸，先饮大量水，然后服用氢氧化铝膏、鸡蛋清；对于强碱，也应先饮大量水，然后服用醋、酸果汁、鸡蛋清。不论酸或碱中毒，都再给以牛奶灌注，不要吃呕吐剂。

刺激剂及神经性毒物：先给牛奶或鸡蛋清，使之立即冲淡和缓和，再用一大匙硫酸镁（约30g）溶于一杯水中催吐，有时也可用手指伸入喉部促使呕吐，然后立即送医疗单位。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com