



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材

全国高等学校教材

供预防医学、公共卫生管理等专业用

预防医学综合实验

(第2版)

■ 主审 王心如 ■ 主编 周建伟

■ 副主编 裴晓方 张 绮



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材

全国高等学校教材

供预防医学、公共卫生管理等专业用

第2版

预防医学综合实验

主 审 王心如

主 编 周建伟

副主编 裴晓方 张 绮

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 晖 (首都医科大学)	周建伟 (南京医科大学)
王守宇 (南京医科大学)	赵卓慧 (复旦大学)
王建明 (南京医科大学)	赵淑华 (吉林大学)
王津涛 (四川大学)	荆 涛 (华中科技大学)
田海林 (苏州大学)	胡志斌 (南京医科大学)
冯 晴 (南京医科大学)	姜 泓 (中国医科大学)
刘 萍 (山东大学)	倪春辉 (南京医科大学)
江俊康 (南通大学)	徐莉春 (徐州医学院)
孙 莹 (安徽医科大学)	裴晓方 (四川大学)
沈 钧 (天津医科大学)	阚海东 (复旦大学)
沈孝兵 (东南大学)	潘洪志 (哈尔滨医科大学)
张 绮 (南京医科大学)	操基玉 (安徽医科大学)
张万起 (天津医科大学)	

秘 书 王建明 曹松玉

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

预防医学综合实验/周建伟主编. —2 版. —北京:
人民卫生出版社, 2016
ISBN 978-7-117-21645-6

I. ①预… II. ①周… III. ①预防医学—实验—医学
院校—教学参考资料 IV. ①R1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 255844 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育资 源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

预防医学综合实验

第 2 版

主 编: 周建伟

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17

字 数: 414 千字

版 次: 2010 年 10 月第 1 版 2016 年 2 月第 2 版

2016 年 2 月第 2 版第 1 次印刷(总第 2 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-21645-6/R·21646

定价(含光盘): 49.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)



前言

为适应 21 世纪公共卫生事业的发展及卫生改革的需要,培养预防医学高层次人才,预防医学教学尤其是实验教学的形式和内容有必要作相应的调整和改革。为此我们组织全国 15 所大学公共卫生学院同仁对第 1 版《预防医学综合实验》教材进行修订和改编。

本实验教材维系原教材的体系思路,从实际工作出发,以问题/课题为主线,整合相应的实验教学内容。但本次改编完全打破了上一版中以二级学科编排的格局,而是将整合后的内容按照基础知识及基本操作、综合实验、案例讨论、设计性实验四个部分进行编排。我们希望这种编排形式有助于增强教师和学生在学习活动中对预防医学学科知识的整体把握和理解,进一步拓展视野,立足于预防医学一级学科来思考和处理问题。在实验内容方面,把预防医学几个二级学科均涉及的多种环境介质样品的采集方法作为基本操作技能放在第一部分介绍,使学生一开始就着眼于对复杂而多介质的环境因素的了解;除保留经典和重要的传统实验内容外,本版教材还在设计性实验部分增加了雾霾污染天气的健康效应研究和有关学校青少年控烟健康教育的设计性实验,这些内容更加贴近目前的社会需求,应用导向性和时代感明显,将有助于增加学生的学习兴趣。

本实验教材打破“验证式”实验教学模式,将实验教学、理论教学与现场实际工作相结合,并在编写中注意保持学科发展的连续性和教学秩序的稳定性,体现科学性、先进性和实用性。实验教材中既包含了综合实验的内容,也涵盖了当今典型的公共卫生突发事件案例的处理;既注重传授基础理论、基本知识,训练基本技能,更注重培养学生创新能力及运用理论知识解决实际问题的能力。为使教材更具可操作性,适合多个学校使用,同时也体现教材的新颖性,本版教材除第一部分作为必讲的基础知识和技能外,其余三个部分内容较为丰富,便于各学校根据实际情况选择使用。同时,本版教材在基础知识部分还针对现场仪器操作特点,将部分操作制成了数字化教材,更具实用性。

本实验教材是在南京医科大学王心如教授直接指导下,由中国医科大学、南京医科大学、四川大学、华中科技大学、东南大学、吉林大学、南通大学、哈尔滨医科大学、山东大学、安徽医科大学、徐州医学院、苏州大学、天津医科大学、复旦大学、首都医科大学

(按教材中章节次序)的公共卫生学院一线教师集体编写,编写过程中始终得到了以上各校、院领导的关心和支持。南京医科大学张绮教授和胡志斌教授为本次教材编写承担了大量的组织、策划和协调工作,曹松玉老师(南京医科大学)在本教材编写过程中做了大量组织、联络和整理工作,谭龙(天津医科大学)、陆慧(南京医科大学)、陈利琴(天津医科大学)等老师也参与了教材编写工作,在此一并表示衷心感谢。

由于时间、知识和认识水平有限,本教材仍难免有疏漏和错误,恳请广大师生在使用中批评指正。

周建伟

2015年7月



目 录

第一章 基础知识及基本操作	1
第一节 实验室安全与质量控制.....	1
第二节 现场调查研究设计和数据统计分析	12
第三节 基本操作实验	21
第二章 综合实验	37
第一节 消毒剂消毒效果的评价	37
第二节 公共场所（住宅）空气质量调查与评价	43
第三节 城市交通污染对大气环境质量影响的调查	57
第四节 水源水水质监测与评价	66
第五节 铅作业企业职业卫生服务与监督综合实践	80
第六节 采石作业环境职业卫生基本情况调查.....	108
第七节 牛奶营养素分析评价.....	135
第八节 食品污染调查分析.....	145
第九节 儿童少年生长发育水平调查与评价.....	159
第十节 农药安全性毒理学评价.....	168
第三章 案例讨论	178
第一节 体重指数与死亡风险关联的队列研究.....	178
第二节 一起人感染猪链球菌病的流行病学调查.....	181
第三节 突发性水源污染事故应急处理.....	188
第四节 食物中毒案例讨论.....	192

目 录

第五节 碘营养缺乏病案例讨论·····	195
第六节 电子行业职业中毒案例讨论·····	198
第四章 设计性实验·····	201
第一节 环境因素致细胞 DNA 氧化损伤的机制·····	201
第二节 雾霾污染天气的人群健康效应调查研究·····	210
第三节 食品中化学染色剂的遗传毒性评价（以苏丹红为例）·····	212
第四节 视频显示终端作业对人体健康影响的研究·····	215
第五节 土壤重金属污染及其对人群健康影响的调查·····	217
第六节 健康促进学校青少年控烟健康教育设计·····	220
第七节 地表水污染物（镉，Cd）的环境应急监测技术方案及实施·····	224
第八节 食品中化学类防腐剂的检测与评价·····	231
英汉常用预防医学词汇·····	239
主要参考文献·····	259

第一章 基础知识及基本操作

第一节 实验室安全与质量控制

预防医学实验室是公共卫生、疾病控制及相关医学人才培养的重要基地，涉及生物病原体、危险化学品和放射性物质等，既有毒理安全评价、理化检测、生物分析和消毒实验等，又有职业卫生、环境卫生、食品与保健食品等的综合评价。实验室安全与质量控制是实验室科研教学工作正常进行和确保实验质量的基本条件。长期以来，国内外实验室感染或泄漏事故不断发生，往往是管理不善、措施不力、操作不当或认识不够所致。因此，树立“安全第一”的观念及制定质量控制“标准操作规范”是实验室管理需要解决的首要问题。

在进行实验研究之前，让学生和实验人员全面系统地掌握实验室安全管理的相关知识，熟悉实验室基本操作规范和质量控制标准操作规范，有助于实验室人员及学生理解和执行国家有关规定，也是学生遵守操作技术规范、避免发生实验室事故和确保达到质量控制要求的基础。实验室安全与质量控制对于营造实验室安全工作环境、保护实验室人员健康和国家安全、保证人才培养质量十分必要。

一、预防医学实验室涉及的安全问题

实验室安全既贯穿于从实验楼设计到使用的全过程，又涉及每个实验项目的各个环节，包括实验人员、样品、设备及环境等多个方面，并可能对实验人员的生命和国家财产安全产生影响。

预防医学实验室除在建筑选址、结构设计及设备环境等方面满足特定的实验要求之外，还应注意以下实验室安全问题：实验室一般安全、实验室生物安全、废弃物的安全管理、意外事故的处理等。

二、实验室一般安全及防护

实验室一般安全是指实验过程中经常遇到的常规安全问题，包括：用电、用水、用汽（气）安全；化学试剂、玻璃器皿和仪器设备使用安全；电离辐射安全等。

（一）防火与灭火

除建筑设计及消防器材等符合防火管理要求外，实验室应备有灭火消防器材、急救箱和个人防护器材，并要求学生熟知相关消防器材的位置及使用方法。例如，易燃、易爆或可燃性气（液）体应远离火源，并限量、分类、安全存放，使用后的废气（液）不可随便

排入气道或倒入水道，应按规定的废弃物处理方法及时收集处理，以免发生火情。严禁使用火焰检查可燃气体的泄漏，对气体管道和阀门的检漏应该采用肥皂水方法等。使用酒精灯时，酒精切勿装满，应不超过其容量的 2/3。灯内酒精不足 1/4 容量时，应灭灯后添加酒精。用灯帽熄灭酒精灯火焰，不可用嘴吹灭，以防灯内酒精引燃。

一旦发生火情，要沉着冷静，切断电源，关闭气阀，并尽可能及时扑灭火源，用沙或干粉灭火器灭火。必要时应迅速报警。

(二) 化学试剂安全使用要求

为保证化学试剂的质量和确保使用安全，在使用时应注意以下几方面：

1. 熟知常用试剂的理化性质，如酸碱的浓度，试剂的溶解性、挥发性、沸点、毒性等。

2. 保护试剂瓶标签的完整。标签万一脱落，应照原样贴牢。分装或配制试剂应立即贴上标签。没有标签的试剂，在未查明前不得使用。

3. 取用试剂时，瓶塞应放置在规定位置。取用后应立即盖好，以防试剂被其他物质沾污或发生变质。

4. 取用试剂时，要使用清洁干燥的小勺或量器。取用强碱试剂后的小勺应立即洗净，以免被腐蚀。

5. 不要将吸管伸入原瓶试剂中吸取液体，取出的试剂不可倒回原瓶。打开易挥发的试剂瓶时，瓶口不要对着人面部。取用能释放有毒、有味气体的试剂后，原瓶口应用蜡封。

6. 使用有毒试剂的实验，必须在通风橱中完成，并采取必要的防护措施。实验结束后，要及时清洗、更换工作服，同时要保持实验室环境卫生。反应废弃物应按规定的废弃物处理方法收集处理。

7. 使用易燃易爆化学试剂时，实验人员要采取必要的防护措施，例如，戴上防护镜、在通风橱中进行实验等。使用过程中应禁止震动、撞击，如有试剂散落，应及时清理。

8. 要按有关规定收集化学废弃物，放于对应的废弃物箱内。

(三) 用电安全

实验室中经常使用各种电器、仪器仪表。若使用不当，容易引发触电或火灾事故，也可能产生静电损伤。因此，安全用电是完成实验的保证。

为防触电，不能用潮湿的手接触电器；严禁使用湿布擦拭正在通电的设备、插座、电线等；严禁将水洒在电器设备或插线板上；禁止高温热源靠近电源；若电器设备发生过热现象或出现焦糊味时，应立即关闭电源；如遇人触电，应切断电源后再实施抢救。实验中，应按相应仪器标准操作规范进行操作。

为防静电，应减少静电的产生、设法导走或消散静电和防止静电放电等。实验室静电危害的防止措施主要有以下几个方面：

1. 接地法 是消除静电最简单、最基本的方法，它可以迅速地导走静电。

2. 静电中和法 绝缘体上的静电不能用接地的方法来消除，但可以利用极性相反的电荷来中和，目前采用感应式消电器的方法中和静电。

3. 人体防静电法 人在行走，穿、脱衣服或座椅上起立时，都会产生静电，这也是一种危险的火花源。因此，在易燃的环境中，最好不要穿化纤类衣物，在放有炸药、氢气、乙炔等物质的场所，应穿用导电纤维制成的防静电工作服和导电橡胶做成的防静电

鞋。消除人体静电可采用以下简单易行的方法：

(1) 洒水或喷雾：室内空气湿度提高到 45% 时，不易产生静电。可使用加湿器或喷雾瓶，也可放置一两盆清水，或摆放花草等。

(2) 湿梳：将梳子在水中浸一下，就不会产生静电，可随意梳理。

(3) 光脚：赤足有利于体表聚积的静电释放。

(4) 摸墙：脱衣服或摸水龙头之前，用手摸一下墙壁，可将体内的静电“放”出去。尽量不穿化纤类衣物，勤洗澡、勤换衣服。

(5) 提前用钥匙的尖端去接触铁门或手扶金属门框，可随时把身体与座位摩擦产生的静电排掉，不至于突然手碰铁门时放电。

(四) 用气安全和高压钢瓶的使用

预防医学实验室常用到的压缩气体，包括氢气、乙炔气、氧气、二氧化碳、氮气、氩气等。高压气体钢瓶（以下简称“钢瓶”）是一种在加压下贮存和运输气体的容器，瓶身按规定漆上相应的标志色漆、规定颜色的中文名称及横条标志（表 1-1）。实验室常用的压缩气体都可以通过高压气体钢瓶获得，如果使用不当就会发生安全事故。使用时应注意以下几个方面：

1. 不得将钢瓶贮放在烈日下或靠近热源的地方。严禁可燃气体（如氢气、乙炔气等）钢瓶靠近明火，与明火的间距不小于 10m，否则必须采取有效地保护措施。采暖期间，气瓶与暖气片距离不小于 1m。氧气瓶和可燃气瓶不能放在同一室内。气瓶应可靠地固定在支架上。

2. 搬运或存放钢瓶时，一定要将钢瓶上的安全帽旋紧。不得摔掷、敲击、滚滑或剧烈振动瓶身。

3. 钢瓶上选用的减压阀要分类专用，螺扣要旋紧，防止泄漏。开、关减压阀和开关阀时，必须缓慢操作，以免发生危险。使用时应先旋动开关阀，后开减压阀。使用完毕后，应先关闭开关阀，放尽余气后，再关减压阀。切不可只关减压阀，不关开关阀。

4. 钢瓶内气体不得全部用尽。不同的气瓶内留残压要求不相同，一般要求保持在 0.05MPa 以上，否则再次充气时将影响气体的纯度，甚至发生危险。

5. 开启钢瓶前，应注意检查气路连接是否正确、是否漏气。

表 1-1 常见高压气体钢瓶的颜色与标记

钢瓶名称	外表颜色	字样	标字颜色	横条颜色
氮气瓶	黑	氮	黄	棕
氢气瓶	深绿	氢	红	红
氧气瓶	天蓝	氧	黑	—
乙炔气瓶	白	乙炔	红	—
二氧化碳瓶	黑	二氧化碳	黄	黄
氦气瓶	棕	氦	白	—
氩气瓶	灰	纯氩	绿	—
氯气瓶	草绿	氯	白	白
压缩空气	黑	压缩空气	白	—

(五) 玻璃器皿使用安全

由于玻璃质地脆弱、导热和导电性能差，使用过程中容易破碎，因此在使用时应注意以下几点：

1. 在容易引起玻璃器皿破裂的操作中，要戴上手套和安全眼镜。
2. 不要使用有缺口或裂缝的玻璃器皿。
3. 若实验需要在高温高压下进行，应选择耐高温高压的玻璃器皿。

(六) 电离辐射安全防护

电离辐射分为外照射和内照射两种。

1. 控制外照射的防护措施 为了尽量减少外照射对人体的伤害，在辐射防护管理工作中应主要考虑时间、距离和屏蔽三方面的防护因素。

- (1) 尽可能减少辐射暴露时间。
- (2) 尽可能增大与辐射源之间的距离。
- (3) 屏蔽辐射源。
- (4) 寻找替代方法。

2. 内照射的防护措施 尽可能防止或减少放射性核素对工作环境和人的污染，切断放射性核素进入人体的途径，加速体内放射性核素的排出。

(1) 养成良好的工作习惯：工作时必须戴手套、口罩，穿防护服以防止污染。应遵守实验室标准操作规范。

(2) 降低空气中放射性核素浓度：为防止放射性核素由呼吸道进入人体，煮沸、蒸发等实验应在通风橱中进行。处理粉末物质应在防护箱中进行，必要时应戴过滤型呼吸器。

(3) 降低表面污染水平：实验开始之前，必须包扎好皮肤的伤口，剪短指甲，以避免沾有放射性核素的物质接触到伤口。

(七) 常用仪器设备使用安全

1. 高压蒸汽灭菌器 实验室中常用的高压蒸汽灭菌器种类多。不论使用哪种类型，都应注意以下几个方面：

(1) 不能使用高压蒸汽灭菌器消毒可燃物质、易燃易爆物质、氧化性物质和含碱金属成分的物质。

(2) 含有盐分的液体漏出或溢出时，一定要及时擦干，沿着盖子的密封圈一定要彻底擦干净。

(3) 在打开盖子前，应确认灭菌器内没有压力。

(4) 不要在爆炸性气体附近使用该设备。

(5) 除蒸馏水外，不要向容器内加入任何液体。

(6) 移动该设备时，应将盖子锁上。移动盖子时，不要拉盖子的手柄，否则盖子会变形，难以盖严。

2. 加热设备 实验室常用的加热设备包括电炉、烘箱、微波消解炉和马弗炉等。使用时要注意安全，防触电、烫（烧）伤，避免着火或爆裂等事故。依据每种加热设备的特点，严格按仪器标准操作规范操作。一旦发生异常情况，应立即断开电源。

3. 离心机 离心机转动速度快，要注意安全，特别要防止离心机运转期间，因不平衡或吸垫老化而移动；或因盖子未盖，离心管因振动而破裂后，玻璃碎片旋转飞出，造成

事故。因此，使用离心机时，应严格按照不同型号离心机的标准操作规范进行操作。

三、生物安全实验室及实验室生物安全防护

生物安全实验室 (biosafety laboratory, BSL)，即通过防护屏障和管理措施，达到生物安全要求的生物实验室和动物实验室。依据实验室处理对象的生物危险程度 (表 1-2)、实验设施、设备及相应的实验技术 (表 1-3)，把生物安全实验室防护水平分为四个等级：一级 (BSL-1 或 P1)、二级 (BSL-2 或 P2)、三级 (BSL-3 或 P3) 和四级 (BSL-4 或 P4)。

表 1-2 感染性微生物的危险度等级分类

危险度	危险特征	危险说明
I 级	无或极低个体危险和群体危险	不会引起人类或动物致病的细菌、病毒、真菌等生物因子
II 级	个体危险中等 群体危险有限	病原体能够引起人类或动物致病。但对人、动物或环境不构成严重危害，传播风险有限，但对感染具备有效的预防和治疗措施
III 级	个体危险高 群体危险低	病原体能引起人类或动物严重疾病，或造成严重经济损失，但通常不能因偶尔接触而在个体间传播，且对感染有有效的预防和治疗措施
IV 级	个体危险高 群体危险高	病原体能引起人类或动物严重的疾病，并且很容易发生个体之间的直接或间接传播，对感染一般没有有效的预防和治疗措施

表 1-3 与微生物危险度等级相对应的生物安全防护水平、操作和设施

防护水平	危险度等级	实验室类型	实验室操作	安全措施
BSL-1	I 级 基础实验室	P1 级实验室 基础教学和研究	微生物学操作技术规范 (GMT)	开放实验台
BSL-2	II 级 基础实验室	P2 级实验室 初级卫生服务诊断、教学和研究	GMT 加防护服、应有生物危害标志	开放实验台，最好有通风设备和生物安全柜 (BSC) 用于防护可能生成的气溶胶。现场尽可能设置高压灭菌器
BSL-3	III 级 防护实验室	P3 级实验室 特殊的诊断、教学和研究	在 BSL-2 防护水平基础上增加特殊防护服、准入制度、定向气流等	BSC 和 (或) 其他所有实验室工作所需的基本设备
BSL-4	IV 级 最高防护实验室	P4 级实验室 危险病原体研究	BSL-3 防护水平基础上增加气锁入口、出口淋浴、污染物品的特殊处理等	III 级或 II 级 BSC，并穿正压服、双开门高压灭菌器 (穿过墙体)、经过滤的空气，人员安全监控条件等

生物安全 (biosafety) 是指为避免危险生物因子造成实验室人员暴露、向实验室外扩散并导致危害的综合措施。由于实验室无法完全地控制其所接收的标本，所以实验人员可能会遇到比预期更高的危险。预防医学实验室涉及多种动物和生物媒介，需要做好实验室的生物安全防护。

(一) 生物安全个体防护装备及防护要求

个体防护装备是减少操作人员暴露于气溶胶、喷溅物以及意外接种等危险的一个屏障。可根据所进行的实验工作性质来选择(表 1-4)。

表 1-4 生物安全个人防护装备

装 备	避免的危害	安全性特征
实验服、隔离服、连体衣	污染衣服	背面开口;罩在服装外
塑料围裙	污染衣服	防水
鞋袜	碰撞和喷溅	不露脚趾
护目镜	碰撞和喷溅	防破碎镜片(必须有视力矫正或外戴视力矫正眼镜);侧面屏蔽
安全眼镜	碰撞	防破碎镜片(必须有视力矫正);侧面有护罩
面罩	碰撞和喷溅	罩住整个面部;发生意外时容易取下
防毒面具	吸人气溶胶	在设计上包括一次性使用的、整个面部或一般面部空气净化、整个面部或加罩的动力空气净化的以及供气的防毒面具
手套	直接接触微生物或手指划破	得到微生物学认可的一次性乳胶、乙烯树脂或聚脲类材料;保护手的网孔结构

1. 手套的选用 实验操作的手套种类较多,应根据实验的对象进行选择。例如,进行尸体解剖等可能接触尖锐器械的情况下,应戴不锈钢网孔手套。可重复使用的手套须注意正确的冲洗、摘除、清洁和消毒。在操作完感染性物质、结束生物安全柜中工作以及离开实验室之前,均应先消毒再摘除手套,随后必须洗手。一次性手套应与实验室的感染性废弃物一起丢弃。

2. 实验服、隔离衣、连体衣、围裙 实验服最好能完全扣住。在对血液或培养液等化学或生物学物质的溢出提供进一步防护时,应在实验服或隔离衣外面穿上围裙。

3. 护目镜、安全眼镜和面罩 应根据所进行的操作来选择相应的装备。护目镜应戴在常规视力矫正眼镜或角膜接触镜(隐形眼镜)的外面,以防止眼睛或面部受到飞溅物、撞击物或人工紫外线辐射的伤害。面罩(面具)形状与脸型相配,通过头部佩戴。

4. 防毒面具 防毒面具可为进行高度危险性的操作(如清理溢出的感染性物质)提供防护。为达到理想的防护效果,每一个防毒面具都应和操作者的面部相适合并经过测试。

(二) 生物安全柜的种类及使用

生物安全柜(biological safety cabinet, BSC),即负压过滤排风柜,在操作原代培养物、菌毒株以及诊断性标本等具有感染性的实验材料时,用来保护操作者本人、实验室环境以及实验材料,使其避免暴露于感染性气溶胶和溅出物而设计的实验设备。正确使用生物安全柜,可有效减少由于气溶胶暴露所致的实验室生物安全事故。

生物安全柜的分类:按照对操作者、环境及受试样本的保护程度侧重不同,生物安全柜分为 I、II、III 三级(表 1-5)。

表 1-5 不同等级生物安全柜的比较

生物安全柜	正面气流速度 (m/s)	气流百分数 (%)		周围压力控制	排风系统	保护对象
		循环部分	排出部分			
BSC-I ^a	0.36	0	100	外界空气	硬管	操作者、环境
BSC-II-A1	0.38~0.51	70	30	外界空气	排到房间或套管连接处	操作者、环境、样本
BSC-II-A2 ^a	0.51	70	30	负压	排到房间或套管连接处	操作者、环境、样本
BSC-II-B1 ^a	0.51	30	70	负压	硬管	操作者、环境、样本
BSC-II-B2 ^a	0.51	0	100	负压	硬管	操作者、环境、样本
BSC-III	不适用	0	100	负压	硬管	操作者兼顾样本, 对环境保护依靠二级屏障

^a所有生物学污染的管道均为负压状态, 或由负压的管道和压力通风系统围绕

(三) 基础实验室 (BSL-1 和 BSL-2) 的微生物学安全操作技术规程

预防医学学生实验一般在基础防护实验室中进行。实验过程中要注意基本的人员防护和操作规范。

1. 人员防护

- (1) 在实验室工作时, 须穿隔离服或工作服。
- (2) 在进行可能直接或意外接触到血液、体液以及其他具有潜在感染性的材料或感染性动物的操作时, 应戴上合适的手套。
- (3) 为防止眼睛或面部受到泼溅物、碰撞物或人工紫外线辐射的伤害, 必须戴安全眼镜、面罩(面具)或其他防护设备。
- (4) 禁止在实验室工作区域进食、饮水、吸烟、化妆和处理隐形眼镜。
- (5) 在实验室内用过的防护服, 不能与日常服装放在同一柜子内。
- (6) 严禁穿着实验室防护服离开实验室。

2. 操作规范

- (1) 严禁用口吸移液管, 最好使用机械移液装置。
- (2) 严禁将实验材料置于口内, 严禁舔食标签。
- (3) 所有的技术操作应采用尽量减少气溶胶和微小液滴形成的方式。
- (4) 应限制使用皮下注射针头和注射器等锐器。
- (5) 出现溢出事故以及明显或可能暴露于感染性物质时, 必须向实验室主管报告。实验室应保存事件或事故的书面报告。
- (6) 所有培养物、贮存物及其他废物在排放前应先经过可靠的消毒处理, 清除污染。
- (7) 需要带出实验室的手写文件必须保证在实验室内没有受到污染。

四、实验室废弃物收集和处理的一般原则

预防医学实验室所检测的样品种类复杂, 产生的废弃物可能无毒性, 也可能有毒性,

包括剧毒品、重金属类毒物、有机致癌物、含致病性微生物的标本、放射性物质、锐利物等。按废弃物的物理性质分为固体、液体和气体三类；按照废弃物对环境污染的特点可分为化学性、生物性和放射性三种。实验室废弃物收集和处理的一般原则是：

1. 防止废弃物扩散，防止人及动物感染和环境污染。
2. 分类收集、存放，标识明确，分别集中处理。严禁将废弃物混入生活垃圾。
3. 尽可能进行废物回收，或用固化、焚烧方式进行处理。
4. 在实际工作中，应尽可能减少废物量，减少污染。
5. 废弃物排放应符合国家有关环境排放标准。

五、实验室常见意外事故及处理

由于操作不善、试剂或药品用量不当或不纯、试剂或药品使用标签失落、仪器设备突然发生故障等原因，实验室常会发生一些意外事故，如化学试剂中毒或灼伤、感染性生物因子溢出、危害性气溶胶释放、锐器刺伤、危险气体泄漏、着火或烧伤等。因此，实验人员应具有快速处理意外事故的知识 and 技能。

(一) 化学实验室意外事故的处理

不同类型化学试剂引起中毒的应急处理方法不尽相同，必要时应在紧急处理后，呼叫120急救，及时送往医院进行治疗。学生实验中，化学试剂的中毒多为吸入有毒气体，如氰化物、氯气、硫化氢等，这时应立即将伤者转移到室外空气新鲜的地方，情况严重时，应立即进行人工呼吸。若眼睛受到刺激，立即用纯水冲洗。被化学试剂灼伤时，要根据试剂的性质及灼伤程度采取相应措施，一般先用大量水冲洗，再依据酸碱中和、相似相溶原理等对症处理。

(二) 生物学实验室常见紧急事故的处理

以尽快消除污染，救治受伤者为原则，同时通知实验室负责人和生物安全负责人。

1. 刺伤、切割伤或擦伤 受伤人员应立即脱下防护服，清洗双手和受伤部位，使用适当的皮肤消毒剂进行消毒，必要时进行医学处理。记录受伤原因和相关的微生物，并保留完整适当的医疗记录。

2. 潜在感染性物质的吸入 应立即脱下受害人的防护服，进行必要的医学处理。报告吸入材料的鉴定和事故发生的细节，并保留完整的医疗记录。

3. 潜在危害性气溶胶的释放（在生物安全柜以外） 所有人员必须立即撤离相关区域，暴露人员均应接受医学咨询。待气溶胶排出、较大的粒子沉降后，在生物安全负责人的指导下，清理人员方可穿戴适当的防护服和呼吸保护装备进行污染的清除。

4. 容器破碎及感染性物质的溢出 立即用布或纸巾覆盖被感染性物质污染或受感染性物质溢洒的破碎物品，倒上消毒剂。待足够时间后，将覆盖物及破碎物品清除，再用消毒剂擦拭污染区域。玻璃碎片应用镊子清理。已污染的布、纸巾和抹布等应当放在盛放污染性废弃物的容器内。所有操作过程均要求戴手套。

5. 盛有潜在感染性物质的离心管发生破裂 如果机器正在运行时发生破裂或怀疑发生破裂，应先关闭电源，让机器密闭适当时间，使气溶胶沉积。如果机器停止后发现破裂，不开盖或立即将盖子盖上，并密闭。在生物安全负责人指导下进行清理。如果在可封闭的离心桶（安全杯）内离心管发生破裂，所有密封离心桶都应在生物安全柜内装卸。若

怀疑在安全杯内发生破损，应松开安全杯盖子并将离心桶高压灭菌，也可采用化学消毒的方法进行处理。

6. 生物安全柜内生物危害溢出 清理时应穿戴实验服、安全眼镜和手套，并让安全柜继续工作。用浸泡了消毒剂的消毒纸巾吸附溢出物。进行消毒处理时，应保证一定的接触时间（至少 20 分钟），并用消毒纸巾擦拭安全柜内壁、工作台表面和柜内所有设备。对无法进行高压灭菌的物品用消毒剂进行至少 20 分钟的消毒，处理后再拿出安全柜。最后脱下个人防护服，进行高压灭菌处理。

（三）烧、烫伤现场急救处理

1. 迅速脱离致伤源 迅速脱去着火的衣服，熄灭火焰。切忌奔跑喊叫，以防增加头面部、呼吸道损伤。

2. 立即冷疗 冷疗是用冷水冲洗、浸泡或湿敷。在烧伤事故发生 6 小时内效果较好。若患者口腔疼痛，可口含冰块。

3. 保护创面 现场烧伤创面无需特殊处理，只要简单的包扎即可。烫伤创面较轻时，涂上苦味酸或烫伤软膏即可。

4. 必要时送往医院进行治疗。

（四）割伤的应急处理

首先应止血，以防止大量失血引起休克。原则上可直接压迫损伤部位进行止血。

1. 被锐器割伤或刺伤时，如戴手套，应迅速地按常规方式脱去手套，并立即用手从近心端向远心端挤压排出血液，以减少污染的程度，同时用流动净水冲洗伤口。必要时，用 0.5% 碘伏、2% 碘酊或 75% 乙醇对伤口进行消毒。

2. 由玻璃片或管造成的外伤，首先必须检查伤口内有无玻璃碎片。若有碎片，应先用消毒过的干净镊子将碎片取出，再用消毒棉和硼酸溶液或过氧化氢清洗伤口，再涂上碘伏，并包扎好。若伤口太深，流血不止，可在伤口上方约 10cm 处用纱布扎紧，压迫止血，并立即送医院治疗。如果手指割伤，应特别注意观察手指的活动度，观察对肌腱的损伤，及时采取相应的治疗措施。

六、实验室物质使用要求

（一）实验用水注意事项

实验用水主要用于溶解、稀释和配制溶液等。不同类型的实验室或分析任务对水的质量要求不同。使用时，应根据电导（阻）率等参数，合理选择用水级别（参见国家标准 GB 6682—2000）。一般化学分析实验用三级水即可，仪器分析实验一般使用二级水，有些实验可使用三级水。特殊实验（如酶学测定、超微量分析等）多选用一级水。

实验用水的纯度越高，成本越高，保存越困难。在保证实验要求的前提下，要节约用水，养成良好的习惯。一级水必须临用前制备，不宜存放。超纯水（电阻率 $\geq 18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ ）应保存在石英容器中。

（二）一般化学试剂的选用原则

在能满足实验要求的前提下，选择试剂的级别就低不就高。试剂的选择应注意以下几个方面：

1. 不同的分析方法对试剂纯度的要求不同。如配位滴定最好选用分析纯及优级纯试

剂, 以免因试剂中杂质影响滴定终点的观察。仪器分析实验一般选用优级纯、分析纯或专用试剂。

2. 滴定分析中常用的标准溶液, 一般先用分析纯试剂粗略配制, 再用基准试剂标定。在对分析结果要求不很高的实验中也可用优级纯或分析纯试剂替代基准试剂。

3. 痕量分析选用优级纯试剂, 以降低空白值和避免杂质干扰。作仲裁分析或试剂检验选用优级纯或分析纯试剂。一般分析工作中, 通常要求使用分析纯试剂。

4. 很多优级纯和分析纯试剂所含的主体成分相同或相近, 只是杂质含量不同。如果实验对所用试剂的主体含量要求较高, 可选用分析纯试剂; 如果对试剂杂质含量要求严格, 则应选用优级纯试剂。

5. 如果现有试剂纯度不能达到某种实验要求时, 可进行一次或多次提纯后使用。同时应注意, 要有相应纯度的水和容器与之配合, 以防引入其他杂质。

七、实验室质量管理

实验室质量管理是实验室在质量方面指挥和控制组织的协调活动, 即建立实验室质量方针和质量目标, 进行质量策划、质量控制、质量保证和质量改进。

实验室的质量管理必须与实验室的活动范围相适应、相匹配。实验室活动范围包括: 实验室的工作类型 (是校准的还是检测的或者两种类型兼存)、工作范围 (专业领域范围)、工作量 (每年校准或检测项目数, 出具报告或证书份数) 等。实验室质量管理首先是建立系统性、全面性、有效性和适应性的质量管理体系, 然后进入实施、维持、改进和提高的质量管理循环程序。应将管理要求、技术要求、管理程序和实验指导书制订成文件, 实施文件化管理, 并确保实验室检测和校准结果的可靠程度。要求将质量管理体系 (其中包含组织结构、程序、过程、资源等) 的要素文件化, 建立一个文件化的质量管理体系。实验室质量管理体系实施的基础是全员参与, 责任落实。

八、实验室质量控制

实验室质量控制就是为保证实验质量, 对影响实验质量的诸多因素制订计划和程序, 并在实施过程中进行连续评价和验证, 对发现的问题和不合格情况及时采取纠正措施, 减少分析误差, 使总的测量不确定度控制在尽可能小的范围内。

质量控制的内容包括:

1. 以基础质量控制为主要内容的实验质量影响因素的控制, 如实验中的环境因素、操作人员素质、实验设备质量等。

2. 以实验运行环节质量控制为主要内容的现场控制, 如实验操作要遵守标准操作规程等。

3. 以成效质量为主要内容的反馈控制, 即对实验结果的反复审核, 可为以后工作中类似事件的再发生制定对策和预防措施。

实验室质量控制通常分为实验室内部质量控制 (internal quality control, IQC) 和实验室外部质量控制 (external quality control, EQC)。

(一) 实验室内部质量控制

实验室内部质量控制是保证高质量操作的必要措施, 控制着自采样到获得测定结果进