



★国家级预防医学实验教学示范中心

★全国高等医学院校教材

◎主编 陈国元 刘烈刚

预防医学

实验教程

Experimental Course of
Preventive Medicine



出版 湖北科学技术出版社

预防医学 实验教程

Experimental Course of
Preventive Medicine



微信扫一扫，更多精彩

ISBN 978-7-5352-9026-7



9 787535 290267 >

定价：45.00 元



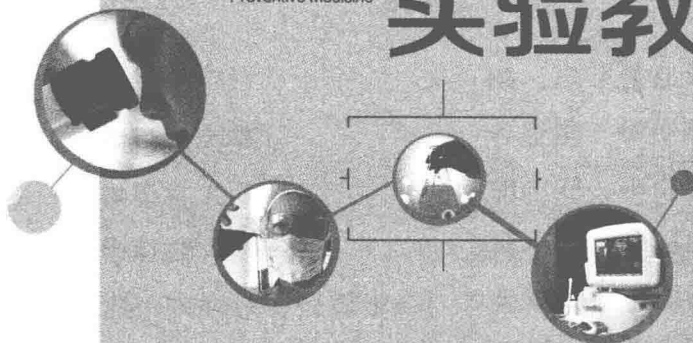
★国家级预防医学实验教学示范中心

★全国高等医学院校教材

◎主编 陈国元 刘烈刚

预防医学 实验教程

Experimental Course of
Preventive Medicine



长江出版传媒

湖北科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

预防医学实验教程 / 陈国元, 刘烈刚主编. ——武汉:
湖北科学技术出版社, 2016.10
ISBN 978-7-5352-9026-7.

I. ①预… II. ①陈… ②刘… III. ①预防医学—实验—教材 IV. ①R1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 211853 号

责任编辑: 冯友仁

封面设计: 喻 杨

出版发行: 湖北科学技术出版社

电话: 027-87679447

地 址: 武汉市雄楚大街 268 号
(湖北出版文化城 B 座 13-14 层)

邮编: 430070

网 址: <http://www.hbstp.com.cn>

编辑投稿 QQ 95345410

印 刷: 武汉市江城印务有限公司

邮编: 430024

787×1092 1/16

20.75 印张

530 千字

2016 年 10 月第 1 版

2016 年 10 月第 1 次印刷

定价: 45.00 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

《预防医学实验教程》(第三版)

编 委 会

主 编 陈国元 刘烈刚

副主编 周义军 姚 平

主 审 杨克敌

编 委 (按姓氏拼音排序)

毕勇毅 武汉大学

陈国元 华中科技大学

陈 华 福建医科大学

黄 正 华中科技大学

季佳佳 深圳市疾病预防控制中心

李 龙 华中科技大学

鲁文清 华中科技大学

申元英 大理医学院

宋 宏 中山大学

田 粟 河北医科大学

王 生 北京大学

熊光练 华中科技大学

杨 磊 华中科技大学

姚 平 华中科技大学

余毅震 华中科技大学

张青碧 泸州医学院

周义军 上海交通大学

唱 斗 北京大学

谷康定 华中科技大学

胡建安 中南大学

黄小流 井冈山大学

金亚平 中国医科大学

刘烈刚 华中科技大学

牛 侨 山西医科大学

沈孝兵 东南大学

田 英 上海交通大学

汪春红 武汉大学

魏 晟 华中科技大学

严 红 华中科技大学

杨克敌 华中科技大学

叶 琳 吉林大学

张爱华 贵阳医学院

张秀军 安徽医科大学

周志俊 复旦大学

秘 书 黄小流 王 松

内 容 简 介

本实验教材根据教育部关于教学体系、教学内容和教学方法改革的总体要求,以“三基”训练为基础,按照构筑“预防医学综合实验教学平台”的整体设想,将预防医学专业基础课程(卫生毒理学、卫生统计学和流行病学)和专业主干课程(职业卫生与职业医学、环境卫生学、营养与食品卫生学等)的全部实验教学内容,从“病因探索、生物学效应检测和疾病监控”三方面整合优化编写而成。全书共分9章,包括:绪论,实验室管理与质量控制,环境介质中相关因素的检测,生物材料检测,环境因素生物学效应检测,拓展创新型实验,医学科学研究常用的统计学方法、现场调查与疾病控制,典型案例等,另外还增加了实用性较强的实验报告书写要求、预防医学专业本科生毕业实习基本要求及预防医学导航网站等。

本实验教材从21世纪我国公共卫生事业对预防医学人才需求和适应课程体系改革的需要出发,在内容安排上突出“三基”、“五性”,以培养预防医学高级专门人才为目标,力求做到概念明确、语言简练、通俗易懂。本教材适用于预防医学专业、卫生检验检疫专业及后期转化专业本科生使用,亦可作为预防医学工作者的参考书籍。

再版前言

在生物医学模式已转变为生物—心理—社会医学模式的当今,人们不仅只重视疾病的治疗,而更重要的是关注疾病的预防和健康促进。预防医学是一门实践性很强的应用学科,培养预防医学高级专门人才的关键就是提高学生的实践动手能力、实际工作能力和综合素质。根据预防医学人才培养目标和当前预防医学课程体系构成,我们在实验教学方面建立了“病因探索、效应检测和疾病监控”教学模式和以能力培养为导向的预防医学人才培养模式,构建了以实验室实践能力和现场实践能力训练相结合的实践能力培养体系和平台,此研究成果2014年荣获国家级教学成果二等奖,在此基础上第三次再版《预防医学实验教程》简称《教程》更具有现实意义,教材使用十三年来得到了全国高等医药院校专家及学生们的好评,《教程》曾被列为“十一五”国家级规划教材,这是对预防医学实验教学教学体系、教学内容和教学方法改革成果的肯定。

《教程》在三次再版的过程中,亦注重“三基”训练,强调能力培养,将预防医学专业的全部实验教学内容重新整合,打破原有学科界限,突出“三基”、“五性”,适当增加设计性、综合性实验和新技术新方法,以利于系统培养学生的实验操作技能,加强学生的创新观念和意识。《教程》旨在满足21世纪公共卫生事业对预防医学人才的要求,适应课程体系改革的需要,着力培养和提高学生的综合素质,为培养预防医学高级专门人才贡献绵薄之力。

《教程》的再版,得到了华中科技大学教务处、公共卫生学院等领导的大力支持和有关单位的鼎力相助。我国著名医学教育管理专家、华中科技大学同济医学院(原同济医科大学副校长)文历阳教授、北京大学医学部(原北京医科大学副校长)程伯基教授、中国医科大学校长孙宝志教授等对预防医学综合教学平台的创建和《教程》的再版构思给予了充分肯定、高度评价和中肯的建议;在此亦感谢我国已故著名预防医学专家陈炎磐教授、张国高教授等对《教程》第一版编写提出的宝贵意见。《教程》再版涉及的编写单位、人员较多,全体编写人员在时间紧、任务重的情况下,克服困难,团结协作,勤奋工作,按时完成编写任务,在统稿的过程中,黄小流老师、王松老师、研究生陈伟林等做了大量工作,在此一并致谢。

预防医学综合教学平台的创建是探索新时期预防医学教学改革的新思路、新发展的系统工程,与之配套的《教程》也需适应新形势,不断改革与创新。限于学术水平,加之时间仓促,书中疏漏和错误在所难免,竭诚希望广大师生和同仁提出批评和建议。限于《教程》篇幅,许多实践技能未能入选,同时,随着环境科学与生物技术的快速发展,新方法和新技术不断涌现,建议有条件的学校能增加这方面的内容。

陈国元 刘烈刚
2016年5月

目 录

第一章 绪论	(1)
一、预防医学专业本科生应具备的专业知识和专业技能	(1)
二、预防医学实验教学体系的构建	(3)
第二章 实验室管理与质量控制	(5)
一、实验室质量管理体系及基本要素	(5)
二、实验操作过程及实验室间的质量控制	(5)
三、实验室分析测试质量评价指标	(6)
第三章 环境介质中相关因素的检测	(8)
第一节 空气中有毒因素的理化检测	(8)
一、大气中二氧化硫的测定	(8)
二、空气中铅的测定(GBZ/T160.10—2004)	(12)
三、空气中粉尘的测定(GBZ/T192—2007)	(15)
四、空气中氮氧化物(NO_x)的测定	(23)
第二节 水样的理化检测	(28)
一、水中“三氮”的测定	(28)
二、水中砷的测定	(33)
三、漂白粉中有效氯的含量、水的余氯量及需氯量的测定	(35)
第三节 食品的理化检测	(39)
一、食品中蛋白质的测定	(39)
二、食品中维生素的测定	(42)
三、鲜奶的卫生检验	(51)
四、酒的卫生检验	(55)
五、食品中亚硝酸盐与硝酸盐含量的测定	(60)
第四节 卫生微生物检测	(64)
一、空气、水中的细菌学检验	(64)
二、流行性感实验室检验	(73)
三、轮状病毒 ELISA 检测方法	(77)
第五节 物理因素的检测	(81)
一、生产环境气象条件的测定	(81)
二、噪声、振动的测量	(89)
三、非电离辐射的测量	(101)
第四章 生物材料检测	(105)
第一节 生物材料的收集与保存	(105)
一、血液样品的采集和保存	(105)

二、头发样品的采集和处理	(109)
三、尿液样品的采集和保存	(111)
四、生物材料的处理	(114)
第二节 生物材料中元素的检测	(116)
一、血清中钙、镁、铜、锌、铁的测定	(116)
二、尿中铅的测定	(117)
三、尿中汞的冷原子吸收光谱测定(WS/T25-1996)	(122)
第五章 环境因素生物学效应检测	(125)
第一节 毒理学实验基础	(125)
一、毒理学毒性评价试验	(125)
二、动物实验基本知识	(128)
三、外源性化学物致突变试验	(142)
四、致畸试验	(148)
五、毒理实验结果的统计分析	(153)
第二节 生物材料中生物学效应指标检测	(162)
一、全血、红细胞、血浆胆碱酯酶活性测定	(162)
二、尿中 δ -氨基乙酰丙酸(δ -ALA)的测定	(163)
三、尿中马尿酸的测定	(165)
四、唾液溶菌酶的测定	(166)
五、血中锌原卟啉测定	(169)
第三节 人体生理指标测定	(170)
一、儿童青少年生理指标测定	(170)
二、高温作业工人生理反应的检查	(180)
第六章 拓展创新型实验	(182)
第一节 膳食营养调查及其评价	(182)
一、膳食调查与评价	(182)
二、食谱编制	(191)
第二节 建设项目职业病危害评价	(196)
一、建设项目职业病危害评价的基本概念	(196)
二、建设项目职业病危害评价的目的、意义和原则	(196)
三、建设项目职业病危害评价的依据和方法	(198)
四、建设项目职业病危害评价的主要内容和指标	(200)
五、建设项目职业病危害评价的程序	(203)
六、建设项目职业病危害评价报告	(206)
第三节 饮用水消毒与卫生评价	(209)
一、实验目的	(209)
二、案例	(209)
三、实验工作程序	(209)
四、编写卫生评价报告	(210)

第四节 医院污水消毒处理的调查与评价	(210)
第五节 彗星试验检测二硫化碳致大鼠睾丸支持细胞 DNA 损伤	(214)
一、实验目的	(214)
二、彗星试验原理及测定方法简介	(214)
三、要求学生完成的工作	(216)
第六节 食品中黄酮类化合物的提取与检测	(216)
一、实验目的	(216)
二、食品中黄酮类化合物的提取与检测方法	(217)
三、要求学生完成的工作	(217)
第七节 城市区域噪声污染现状调查与评价	(218)
一、实验目的	(218)
二、案例	(218)
三、城市区域环境噪声测量方法	(218)
四、实验工作程序	(219)
五、编写调查报告	(219)
第七章 医学科学研究常用的统计学方法	(220)
第一节 常用统计学方法	(220)
一、资料的统计描述	(220)
二、数值变量资料的统计推断	(227)
三、非参数统计方法	(232)
四、 χ^2 检验	(234)
五、直线相关与直线回归	(238)
六、统计图表的制作	(242)
第二节 常用统计软件简介	(246)
一、SPSS	(246)
二、SAS	(247)
三、Stata 系统基础知识简介	(248)
四、R 语言基础知识简介	(248)
五、其他统计软件简介	(248)
第八章 现场调查与疾病控制	(250)
第一节 现场调查	(250)
一、调查研究在预防医学中的应用	(250)
二、调查设计的主要内容	(250)
三、调查方法	(252)
四、抽样方法	(255)
五、样本含量的估计	(257)
六、现场调查表格设计	(258)
第二节 现场调查的资料分析	(261)
一、流行病学常用频率指标	(261)

二、筛检试验的评价	(264)
三、病例对照研究	(266)
四、队列研究	(268)
五、偏倚及其控制	(269)
第三节 疾病监测	(271)
一、疾病监测的定义	(272)
二、疾病监测的种类	(272)
三、疾病监测的几个概念	(273)
四、疾病监测的工作过程	(273)
五、疾病监测系统	(274)
六、我国的网络直报系统	(278)
第九章 典型案例分析	(281)
一、尘肺病例分析与尘肺 X 线阅片	(281)
二、突发公共卫生事件的预防与控制	(286)
三、化学毒气泄漏事件——印度博帕尔惨案	(290)
四、饮用水水源水质污染事件分析	(292)
五、环境砷污染案例分析	(293)
六、环境健康影响评价	(299)
七、农药中毒的案例调查	(302)
附录	(311)
附录 1 实验报告书写要求	(311)
一、书写实验报告的意义	(311)
二、实验报告的内容与要求	(311)
三、实验方法与步骤	(311)
四、实验结果	(312)
五、实验结果的分析与讨论	(312)
六、结论	(312)
七、实验报告的基本格式	(312)
附录 2 预防医学专业本科生毕业实习基本要求	(313)
一、毕业实习的目的与要求	(313)
二、毕业实习的基本步骤	(313)
三、毕业(设计)论文的选题原则及设计指导的基本要求	(313)
四、毕业论文规范化要求	(314)
五、毕业论文答辩程序及实施办法	(315)
六、毕业论文评分标准	(316)
附录 3 预防医学导航网站	(317)
参考文献	(322)

第一章 绪 论

一、预防医学专业本科生应具备的专业知识和专业技能

预防医学是医学科学的重要分支,以人群为主要研究和服务对象,重点研究外界环境因素(包括自然环境因素、社会环境因素)在机体健康、人群疾病谱、死亡谱中的作用,阐明人们赖以生存的环境中有益因素和有害因素对机体健康的影响、作用规律及人体对环境因素的反应,找出病因,采取相应措施预防疾病的发生。预防医学专业学生毕业时除应具备良好的职业道德和素质外,还应具备较扎实的基础医学理论、临床医学的理论和临床技能,以及较强的实验室工作能力和开展现场调查的能力。预防医学专业的专业主干课程流行病学、卫生统计学、卫生毒理学、社会医学、环境卫生学、职业卫生与职业医学、营养与食品卫生学、儿童少年卫生学、妇幼保健学等,构成了预防医学专业课程体系。

(一)预防医学专业本科毕业生应具备的专业知识

预防医学专业本科生至毕业时应具备的专业知识包括:①熟悉正常人体结构和功能,了解维持机体平衡的生理学和生物化学机制;②掌握在疾病状态下机体结构和功能的异常改变,了解生命周期各阶段的生理、心理和行为特点及其对健康的影响;③熟悉生命各阶段中常见病的发病机制、临床表现,掌握其诊断和防治原则;④熟悉传染病、慢性非传染性疾病、地方病、寄生虫病等常见病的流行规律、预防控制的原则和方法;⑤熟悉各种环境因素(自然环境因素、生活环境因素、职业有害因素、营养与食品因素、社会环境因素)、遗传因素、心理与行为因素、卫生服务因素对健康的影响;⑥熟悉妇女、儿童、老年人和残疾人等人群的重点卫生问题及卫生保健需求;⑦掌握识别突发公共卫生事件的基本知识和处置原则;⑧了解分析和评估卫生资源配置、卫生服务公平和效率的基本知识;⑨了解卫生管理的基本原理及我国与卫生相关的法律法规。

(二)预防医学专业本科毕业生应具备的专业技能

预防医学专业本科生至毕业时应具备的专业技能包括:①基本掌握内科、外科、妇产科、儿科等常见病的诊断和处理的技能;②具备常见传染病、食物中毒、化学中毒的临床识别与应急处理能力;③具备开展人群健康状况及其相关影响因素的流行病学调查、筛查、监测的技能;④掌握现场采样和检测方法、卫生学评价、安全评价和危险度评价的基本方法和技能;⑤初步掌握诊断社区公共卫生问题,了解卫生服务需求,开展健康教育和健康促进以及疾病预防服务的技能;⑥初步掌握公共卫生项目设计、实施和评估的基本知识和技能;⑦具备运用现代信息技术获取相关信息的基本技能;⑧具备正确运用定量和定性研究的方法收集、分析资料,解释和表达结果的技能;⑨具备与公众、媒体及其他相关人员进行有效沟通和协调的基本技能;⑩具备自主学习能力和有终身学习意识,能运用一门外语阅读专业文献的能力。

(三)预防医学专业课程学习阶段实践能力的基本训练

预防医学专业是医学教育中的一个专业门类,其培养的人才主要从事疾病预防控制、卫生监督、卫生事业管理及预防医学领域的科学研究,重点研究外界环境因素与人群健康的关系,找出环境中对人体健康的有益因素和危害人群健康的有害因素,提出对这些因素的限量要求和卫生标准,采取措施保护和促进人群健康,提高人群的健康水平。预防医学的性质及研究和

服务对象决定着本专业具有很强的实践性和应用性。预防医学专业学生在学习专业课程阶段,除学习和掌握各专业课程的基本理论和专业知识外,对其进行相应的专业能力训练培养显得十分重要,以满足社会对公共卫生事业发展、疾病预防控制、卫生监督等对预防医学专门人才的需要。从预防医学专业的专业主干课程构筑的课程体系来看,毕业生应具备两个方面的能力,即实验室工作能力和现场调查能力。因此,在开展预防医学专业课程教学过程中,既要重视对学生进行较全面的实验室工作能力训练,又要重视对学生的现场工作能力训练,二者必须兼而有之,决不可偏废。

1. 实验室工作实践训练的基本要求 应在充分了解实验室工作规范和实验室管理的有关知识和确保检验检测人员自身安全的基础上,开展相应的实验室检验检测工作。应熟悉和掌握不同环境介质样品的采集方法和注意事项,样品的处理、运输和保存的方法等。根据不同环境介质中有害物质的理化特性,确定其测定方法,例如空气中有有害物质按其存在的形态可分为固态、液态和气态,水中的有害物质按其挥发性可分为挥发性物质和非挥发性物质等,食品样品的检测既包括营养物质的检测也包括有害物质的检测。总之,应根据具体检测对象的不同,确定不同的采集方法、前处理、测定方法等。对大多数检测对象而言,最常用的检测方法有分光光度法、原子吸收光谱法(主要检测金属化合物)、气相色谱法、高效液相色谱法等。进行生物材料如血液、尿液、毛发等以及食品中的相关物质的检测时,其样品的前处理各不相同,包括对样品的消化、萃取等。在此基础上,严格按照实验室检验流程和操作步骤,规范性地开展实验室检验检测工作训练,强调基本技能实验操作,使学生牢固树立质量意识和实事求是的工作态度。

在开展环境介质中生物性污染特别是微生物污染检验检测时,首先应对所使用的器材物品进行严格的消毒,牢固树立无菌观念,切实杜绝污染,防止污染对研究结果的影响。

在进行毒理学实验操作训练时,应充分了解受试物的理化特性、具备相应的实验动物基本知识,掌握随机分组原则和有害物质的毒理学评价程序,熟悉不同染毒途径的实验技术和观察指标,了解实验结果的统计学分析和评价的基本方法,充分认识毒理学研究在评价有害化学物质对机体健康影响中的地位和作用。

2. 现场工作实践训练的基本要求 预防医学专业学生的现场工作实践训练大致可分为两个方面,即现场样品采集和现场人群调查。

(1)现场样品采集:根据检验检测目的的不同,可分别采集空气(室外大气、室内空气、车间空气)、水(水体水、饮用水、工业废水、生活污水等)、土壤、生物样品(食品、各种动植物以及检测对象的血液、尿液和毛发等)等不同环境介质样品。不同样品的采集方法、保存、前处理等不尽相同,应根据具体检测的目的、要求、检测方法等来决定。现场样品采集时,除保证采样器具和采样方法的准确性外,对所采集样品应做好记录包括采样地点、采样时间、采样方法、采样量、采样人员姓名、样品编号等。样品采集结束后,应及时送达实验室尽早进行实验室分析。对于来不及分析的样品,应按照具体要求对样品进行妥善保存。

(2)现场人群调查:根据现场人群调查的目的及流行病学的原理和方法,确定调查对象、调查方法和调查对象的数量,设计相应的调查表格。在开展现场人群调查时,根据调查目的的不同,开展不同类型的调查研究如现况调查、病例对照调查、队列研究调查等。在进行流行病学调查时应注意避免信息偏倚问题如无应答偏倚、回忆偏倚、测量偏倚、调查人员偏倚等。在开展现场调查过程中除具备足够的专业理论知识及流行病学和卫生统计学的理论知识和方法外,还要掌握一定的技巧,要有足够的人际沟通能力,尽最大努力得到调查对象的支持和配合,

使获得的信息真实可靠,避免或减少由此带来误差。

二、预防医学实验教学体系的构建

预防医学重点研究外界环境因素与人群健康的关系,揭示环境因素对人群健康影响的发生、发展规律、作用机制,阐明人类赖以生存的环境中各种有益和有害因素对人体健康的影响及人体对上述等因素的作用所产生的反应,为充分利用环境有益因素和控制环境有害因素提出卫生要求和预防对策,增进人体健康,提高整体人群健康水平。预防医学专业人才培养目标所需的课程中,可将流行病学、卫生统计学、卫生毒理学作为专业基础课,而环境卫生学、职业卫生与职业医学、营养与食品卫生学、社会医学、儿童少年卫生学、妇幼保健学等课程可看作是本专业的专业主干课程,其所采用的研究方法均为流行病学方法和/或毒理学方法。

在研究环境因素(自然因素、污染因素等)对人群健康的影响时采用环境流行病学研究方法,从宏观上探讨环境因素和污染因素对人群危害在地区分布、时间分布和人群分布上的规律性,进一步确定环境因素与健康效应的相关性、相关性的密切程度和因果关系,找出暴露-反应关系并确定暴露-反应曲线,了解处于某种暴露因素之下的人群在不同暴露水平的健康效应谱,阐明人体亚临床期的变化和代偿能力,为发病的诊断及制订防治措施提供依据。在人群流行病学调查中所得到的病因线索进行验证时,多采用毒理学方法在动物身上加以验证。微观研究方法是从机体的器官水平、细胞水平、亚细胞水平、分子水平和信息量水平上,揭示环境有害因素对机体健康的影响及其机制,多采用毒理学的方法,应用生理、生化、病理、免疫、细胞生物学、分子生物学和生物监测等领域的先进科学技术,从微观上阐明环境有害因素对机体毒害作用的性质、特点和机制,定量评价环境有害因素对机体生物学效应的强度,找出其致死剂量、阈剂量、无作用剂量,确定剂量-效应关系。同时,还应对环境有害因素的远期危害进行深入的研究。当前,采用宏观与微观相结合的研究方法已成为预防医学领域的重要研究方法,其研究结果能更加全面地揭示环境因素对整体人群健康影响的真实情况,通过宏观研究可以为微观研究指明方向,而微观研究又可以为宏观研究阐明内在本质,宏观与微观相结合可以发挥相辅相成的作用。

根据我们提出的将流行病学、卫生统计学、卫生毒理学作为预防医学专业基础课的观点,按照病因、效应、疾病监控的整体思路构建新的预防医学实验教学体系,构筑了以病因、生物学效应及疾病监控为基础的预防医学综合实验教学群,合理调配教学资源、优势互补,打破原有的学科界限,有效利用实验设备资源,为培养学生的实验设计和操作技能提供更多的机会,为提高学生的综合素质和创新能力提供良好的技术平台。

(一)病因检测综合实验教学群

预防医学重点研究环境因素对机体健康的影响,不论是环境有害因素还是职业有害因素、营养和食品因素等,均可归类为外界致病因素(物理性、化学性、生物性致病因素)。通过本实验教学群实习,使学生掌握不同环境介质中化学有害因素如金属元素、有机溶剂、有害气体、农药、颗粒物等方面的检测技能得到全面训练和提高,同时掌握物理因素如气象条件、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等的测定方法,以及生物因素如饮用水中的细菌和大肠菌群、食物中毒时的常见致病菌及常见传染病的病原体如流行性感冒病毒、乙型肝炎病毒等的监测方法。通过本实验教学群的训练,使学生牢固树立环境因素致病的观念,探索病因,揭示环境因素与人群健康之间的相互关系,从而强化学生病因预防(第一级预防)的意识。

(二)生物学效应综合实验教学群

各种环境有害因素通过不同途径作用于机体后,机体会对不同有害因素产生各种各样的反应,如有害物质及其代谢产物排泄量增加、体内酶活性异常、遗传和生殖损害、病理组织学改变等。这些指标中有的可作为机体健康效应的生物标志物(biomarker)。根据生物标志的内涵不同又可将其分为反映接触有害因素的暴露生物标志(biomarker of exposure)、反映有害因素对机体影响的效应标志(biomarker of effect)及反映机体对有害因素反应差异的易感性生物标志(biomarker of susceptibility)。这些生物标志对于早期发现和预防环境有害因素对机体健康的影响、尽早采取预防措施、保护人群健康具有十分重要的价值,并可通过对一系列生物标志有效组合构筑环境有害因素健康影响的预警体系,可显著提高预防和控制污染危害的水平和效益。寻找敏感的生物标志是预防医学工作者的一项重要工作,是其他医学工作者无法替代的。通过生物学效应综合实验教学训练,使学生实验室检测能力进一步提高,并使学生树立起环境与机体相互作用的观念,充分认识到生物效应检测在临床前预防(第二级预防)上的重要性,从而更有效地保护群体健康。

(三)疾病控制监测综合教学群

预防医学的专业基础课程如流行病学、卫生统计学在疾病的预防和监测控制中起着举足轻重的作用。通过本综合教学群的实习,使学生熟练掌握各种常用的流行病学调查方法,认识环境有害因素对群体健康的影响在时间、空间、人群中的分布,疾病的流行规律和影响因素等,并可使学生联系实际应用卫生统计学方法处理不同的流行病学调查资料,提高学生分析问题和解决问题的能力。同时还可以提高学生应用现代化的手段获取知识和信息的能力。通过疾病控制监测综合教学的操作训练,结合专题调查研究的感性认识,使学生牢固树立具有预防医学显著特征的群体观念和宏观思维模式,善于从宏观角度发现问题、分析问题和解决问题,全面提高学生的综合素质和业务能力。

(杨克敌 陈国元)

第二章 实验室管理与质量控制

实验室的基本功能是为社会提供测试结果和判断依据,因此,追求公正、准确的分析测试数据是实验室发展的根本目标。为满足社会对检验数据的质量要求,推进实验室的技术进步,实验室必须建立与自身情况相适应的质量管理体系,在工作中全面推行质量管理,实行优化高效的运行机制,在不断改进和提高实验室质量管理水平的过程中,最大程度地保证分析测试数据的真实、可靠、准确和公正。预防医学是一门实践性极强的学科,预防医学专业学生在学习各项实验操作技能的同时,对实验室的质量管理及质量控制应有所了解。

每个实验室都有自己的质量方针、目标和职责,实验室的质量管理是指为实现已确定的质量方针、目标和职责,在质量管理过程中通过诸如质量策划、质量控制、质量保证和质量改进等措施,而不断进行计划、组织和控制的过程。

实验室质量管理体系的核心是质量控制,质量控制就是对影响分析测试质量的各环节、各因素制定控制计划和程序,并在其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处理并采取纠正措施。

一、实验室质量管理体系及基本要素

实验室质量管理体系是建立实验室质量方针和质量目标,并实现这些目标的一组相互关联或相互作用的要素的集合。实验室质量管理体系包括基础资源和管理系统两个部分。基础资源是管理系统运行的物质基础,是实验室必须具备的检测条件,包括从事分析测试工作的专业技术人员、符合检验要求的仪器设备及环境条件等;而管理系统则是根据实验室设置的组织机构。总之,其基本特性是系统性、全面性、有效性和适应性并具备如下基本要素:

(一)人员的技术能力

具有一批有良好的职业道德修养、技术经验丰富、有资质的分析测试工作人员是保证检测质量的首要条件。

(二)合乎要求的仪器设备

现代实验室需要配备专门的仪器设备,合乎要求的仪器设备是分析测试的根本物质基础,分析测试工作的成败往往与仪器设备的性能及使用是否得当有关。

(三)合格的试剂和材料

分析测试过程中,从采集样本、样品处理分析测试等过程都要使用相关的化学试剂和材料,正确选择合格化学试剂和相应实验材料是保证分析测试质量的重要内容

(四)可靠的分析技术与方法

在检测分析的全过程,如样品的采集与运输、标准液的制备、测量不确定度的估算、数据分析等都需要选用适当的技术与方法。

(五)符合要求的环境和设施

符合要求的实验室环境条件,如环境温度与湿度、器皿的清洗、水电设施等,不应影响分析测试结果的有效性或对测量准确度产生不利影响。

二、实验操作过程及实验室间的质量控制

操作过程质量控制的目的是将分析误差控制在允许的范围之内,保证相应的测量精密度

和准确度。实验室间质量控制是在实验内质量控制的基础上进行,其目的是评价实验室内是否存在明显的系统误差,以提高实验室间结果的可靠性和可比性,主要包括:① 标准液的校正(两种标准溶液之间的误差不得大于5%),② 实验室间测定结果的比对。以下简单介绍一些操作过程控制措施。

1. 空白试验 以溶剂(一般是水)代替实际样品,按测定实际样品的方法和步骤对其进行检测。控制空白值的措施主要包括:① 控制环境对样品的污染,如采取局部或整个实验室的防尘用于空气净化措施;② 采用高纯化学试剂和试验用水,降低试剂导致的空白值;③ 防止器皿对样品的污染,如采用高纯惰性材料器皿。

2. 平行试验 对同一样品同时取两份进行平行样品测定,平行样品的测定结果应小于该方法规定的允许差值。平行试验是判断测定精密度和检测同批测试结果稳定程度的常用方法,有助于减小随机误差并可估计测定的精密度。每批样品平行样测试的比例应达到10%~20%;当样品数量较少时,应增加平行样的测定比例。而且每批样品都必须测定平行样品。

3. 加标回收试验 样品处理过程中,被测组分如发生分解、挥发或分离、富集不完全等都会导致产生系统误差,检验过程中使用的器皿、化学试剂和环境条件也会产生系统误差,而且不可避免地引入随机误差。所以,为保证测试的准确度,应对样品的处理过程加以重视。在样品处理过程中,最佳的回收率是100%。

加标回收率 = (样品加标准物的测量值 - 样品的测量值) / 加入标准物质的量 × 100%

4. 定期绘制标准曲线 在绘制各种标准曲线时,通常都是用已知不同浓度的溶液,测得各自对应的测量信号值,然后在坐标纸上绘出一条直线。绘制标准曲线时,标准曲线的浓度应大于5个点(不包括空白),其分布应包括测定方法的上限和下限的浓度值;并且要求相关系数即 $r > 0.999$,以使在2个轴上的读数误差相近。

三、实验室分析测试质量评价指标

实验室分析测试结果的质量如何,必须要有衡量的指标体系。目前一般把准确度、精密度和不确定度作为衡量分析测试质量的标准。

(一) 测量误差

测量结果与被测量的真值的差值称为测量误差,简称误差(error)。由误差产生的性质和原因分为随机误差和系统误差。

1. 随机误差(random error) 随机误差是指测量结果与在重复条件下,对同一被测量进行无限次测量所得结果的平均值(即总体均值)之差。随机误差的特点是正负和大小变化不定,难以校正。可通过增加平行测定次数取均值的方法减小随机误差的产生。

2. 系统误差(systematic error) 系统误差是指在重复条件下,对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值与被测量的真值之差。系统误差具有重复性和单向性特点,其大小可以测定。其产生的原因主要有以下几个方面:① 仪器误差(instrumental error)、② 试剂误差(reagent error)、③ 方法误差(methodic error)、④ 操作误差(operational error)。

随机误差直接影响到测量的精密度,系统误差直接影响到测量的准确度,而准确度和精密度又是衡量分析测试质量的重要指标。因此,应充分分析这两种误差的特征,根据误差本身的性质来决定采取哪些措施而减小误差。

(二) 测量准确度

1. 基本概念及表示方法 测量准确度(accuracy)是指测量结果与被测量的真值或约定真