

21

世纪高等医药院校教材

(供中药学和药学类专业使用)

仪器分析

曾元儿 张 凌 主编



科学出版社

www.sciencep.com

21 世纪高等医药院校教材

(供中药学和药学类专业使用)

仪 器 分 析

主 编 曾元儿 张 凌

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书为 21 世纪高等医药院校分析化学系列教材之一。仪器分析是分析化学最为重要的组成部分,也是分析化学的发展方向,包括光谱分析法、色谱分析法和质谱法。光谱分析法内容包括紫外-可见分光光度法、荧光分析法、原子吸收分光光度法、红外分光光度法和磁共振波谱法;色谱分析法内容包括经典液相色谱法、气相色谱法、高效液相色谱法和毛细管电泳法。各章后附思考与练习。内容简明扼要,重点突出,理论联系实际,符合课程教学要求。

本书供全国高等医药院校中药学和药学类专业使用,亦适合化学、食品等其他相关专业使用,还可供有关科研单位或药品质量检验部门的科研、技术人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

仪器分析/曾元儿,张凌主编. —北京:科学出版社,2007

21 世纪高等医药院校教材

ISBN 978-7-03-019488-6

I. 仪… II. ①曾…②张… III. 仪器分析-医学院校-教材 IV. O657

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 115891 号

责任编辑:方 霞 郭海燕 / 责任校对:赵燕珍

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

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>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 8 月第一次印刷 印张:20

印数:1—6 000 字数:462 000

定价:29.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

《仪器分析》编委会

主 编 曾元儿 张 凌
副 主 编 谢晓梅 苏明武 张 丽 刘养清 何淑华
贺吉香 彭晓霞 陈丰连 贺锋嘎

编 委 (以姓氏拼音为序)

曹 骋 (广州中医药大学)
曹雨诞 (南京中医药大学)
陈丰连 (广州中医药大学)
何淑华 (长春中医药大学)
贺锋嘎 (内蒙古民族大学)
贺吉香 (山东中医药大学)
贾欣欣 (北京城市学院)
刘养清 (山西中医学院)
吕青涛 (山东中医药大学)
裴晓丽 (山西中医学院)
彭晓霞 (甘肃中医学院)
秦 雯 (北京城市学院)
苏明武 (湖北中医学院)
谢晓梅 (安徽中医学院)
谢一辉 (江西中医学院)
许佳明 (长春中医药大学)
杨 敏 (湖北中医学院)
姚雪莲 (江西中医学院)
曾元儿 (广州中医药大学)
张 丽 (南京中医药大学)
张 玲 (安徽中医学院)
张 凌 (江西中医学院)
赵 庆 (云南中医学院)

编写说明

分析科学是关于研究物质的组成、含量、结构和形态等化学信息的分析方法及理论的一门科学,即是一门独立的化学信息科学。分析科学可分为化学分析和仪器分析两部分,化学分析是分析科学的基础,用于常量分析;而仪器分析代表了分析科学的发展方向,主要用于药物特别是中药等痕量分析和复杂体系分析。正因如此,大部分院校的中药学、药学专业中分别开设了《分析化学》和《仪器分析》两门课程,《分析化学》主要讲述经典化学分析法和电化学分析法,为基础课程;《仪器分析》主要讲述光谱分析法、色谱分析法和质谱分析法等,为专业基础课程。为适应教学要求,本套教材包括《分析化学》和《仪器分析》,同时配有《分析化学实验》和《分析化学习题集》。

本书具有以下特点:

1. 全体编委均为多年从事分析化学教学第一线的学科带头人和骨干教师,根据多年的教学体会,针对教学中重点、难点、学生接受情况进行编写,贴近学生实际需要。

2. 编委来自十多所高等院校,编写中广泛征集各院校的宝贵意见及建议,适应各院校教学改革的需要,压缩篇幅,符合当前各院校教学计划安排。

3. 全书共 13 章,编写中汲取和参阅了国内外的现有同类教材,注意各章间共性与个性问题,着重强调基本内容、基本理论与基本技能知识,突出本课程特点,分层次(掌握、熟悉与了解)进行编写,列举实例与中药类、药学类专业密切相关。主要章节特点有:绪论与专业的针对性强;紫外-可见分光光度法中简化了计算光度法;新增原子吸收分光光度法;磁共振波谱法中简化了化学位移的计算和二级波谱;简化了色谱法概论;经典液相色谱法中新增了高效薄层色谱法和胶束薄层色谱法;气相色谱法和高效液相色谱法中仪器和技术反映了当今的现状;取消联用技术一章,内容主要分布于第 11~13 章。

4. 编写中力求做到语言简练、文字流畅、系统性强,便于阅读,避免冗长、重复的文字叙述。

5. 本书配套有《分析化学习题集》(含各院校近年研究生入学考试真题或模拟试题)、《分析化学实验》及《分析化学》,其内容与本教材紧密配合。

本书插图由曹骋老师绘制或修改,附录由赵庆老师编写完成,各章节作者见章后署名。

本书经集体讨论、分工编写、集体审稿,由主编负责整理而成。教材的编写过程中得到各位编者所在学校的大力支持,在此一并深表谢意!

国内外出版的分析化学教材众多,要编写出一套既适合教学需要,又能反映分析化学进展的有特色的教科书,实属不易。教材中存在的错误和欠缺之处,恳请读者和同行不吝批评指正。

编 者

2007 年 6 月

目 录

编写说明

第 1 章 绪论	(1)
第 1 节 仪器分析法分类	(1)
一、根据所测物理量原理分类	(1)
二、按分析目的分类	(2)
第 2 节 仪器分析法特点与发展趋势	(2)
一、仪器分析法特点	(2)
二、仪器分析法发展趋势	(2)
第 3 节 仪器分析法应用	(3)
第 2 章 光学分析法概论	(5)
第 1 节 电磁辐射与电磁波谱	(5)
一、电磁波谱	(5)
二、电磁辐射与物质相互作用	(6)
第 2 节 光学分析法分类	(7)
一、光谱法与非光谱法	(7)
二、原子光谱法与分子光谱法	(8)
三、吸收光谱法与发射光谱法	(9)
思考与练习	(11)
第 3 章 紫外-可见分光光度法	(12)
第 1 节 基本原理	(12)
一、跃迁类型	(12)
二、常用术语	(14)
三、吸收带	(14)
第 2 节 Lambert-Beer 定律	(19)
一、Lambert-Beer 定律	(19)
二、偏离 Beer 定律的因素	(21)
三、透光率测量误差	(22)
第 3 节 显色反应及其显色条件的选择	(23)
一、显色反应的选择	(23)
二、显色条件的选择	(24)
三、测量条件的选择	(25)
第 4 节 紫外-可见分光光度计	(26)
一、主要部件	(27)
二、分光光度计的类型	(30)

第5节 分析方法	(33)
一、定性方法	(33)
二、结构分析	(34)
三、纯度检查	(36)
四、定量分析	(36)
第6节 应用与示例	(40)
思考与练习	(42)
第4章 荧光分析法	(44)
第1节 基本原理	(44)
一、分子荧光的产生	(44)
二、激发光谱与发射光谱	(46)
三、荧光与分子结构的关系	(47)
四、影响荧光强度的外部因素	(49)
第2节 定量分析方法	(51)
一、荧光强度与物质浓度的关系	(51)
二、定量分析方法	(52)
第3节 荧光分光光度计与新技术	(53)
一、荧光分光光度计组成	(53)
二、荧光分析新技术简介	(54)
第4节 应用与示例	(55)
一、无机化合物的荧光分析	(55)
二、有机化合物的荧光分析	(55)
思考与练习	(55)
第5章 原子吸收分光光度法	(57)
第1节 基本原理	(57)
一、原子吸收线的产生	(57)
二、原子在各能级的分布	(58)
三、原子吸收线的形状及谱线变宽	(58)
四、原子吸收值与原子浓度的关系	(60)
第2节 原子吸收分光光度计	(61)
一、仪器组成	(61)
二、光源	(61)
三、原子化系统	(62)
四、单色器	(65)
五、检测系统	(65)
第3节 实验技术	(66)
一、样品的处理	(66)
二、测定条件的选择	(66)
三、干扰及其抑制	(67)

四、定量分析的方法	(69)
五、分析方法的评价	(71)
第 4 节 应用与示例	(71)
思考与练习	(72)
第 6 章 红外分光光度法	(74)
第 1 节 概述	(74)
一、红外光谱区的划分	(74)
二、红外吸收光谱的表示方法	(74)
三、与紫外吸收光谱的比较	(75)
第 2 节 基本原理	(75)
一、振动能级与振动频率	(75)
二、振动形式与振动自由度	(78)
三、基频峰与泛频峰	(80)
四、特征峰与相关峰	(80)
五、吸收峰的峰数	(81)
六、吸收峰的峰位	(82)
七、吸收峰的强度	(84)
第 3 节 典型光谱	(84)
一、脂肪烃类	(84)
二、芳香烃类	(86)
三、醚、醇与酚类	(87)
四、羰基化合物	(88)
五、含氮化合物	(89)
第 4 节 红外分光光度计及制样	(91)
一、色散型红外光谱仪主要部件	(91)
二、傅里叶(Fourier)变换红外光谱仪	(92)
三、仪器性能	(93)
四、制样方法	(93)
第 5 节 应用与示例	(94)
一、定性鉴别	(94)
二、纯度检查	(95)
三、定量分析	(95)
四、结构分析	(95)
思考与练习	(98)
第 7 章 磁共振波谱法	(100)
第 1 节 磁共振波谱仪	(100)
一、连续波磁共振仪	(100)
二、脉冲傅里叶变换磁共振波谱仪	(101)
第 2 节 基本原理	(101)

一、原子核的自旋	(101)
二、自旋取向与核磁能级	(102)
三、进动与共振	(104)
四、核的弛豫	(105)
第 3 节 化学位移	(106)
一、化学位移的产生——核外电子的屏蔽效应	(106)
二、化学位移的测量与表示方法	(107)
三、影响化学位移的因素	(108)
四、各基团质子的特征化学位移	(110)
第 4 节 自旋耦合与自旋系统	(111)
一、自旋耦合与峰的裂分	(111)
二、核的等价性质	(112)
三、耦合常数与耦合类型	(113)
四、自旋系统	(114)
第 5 节 应用与示例	(116)
一、样品溶液的制备	(116)
二、磁共振氢谱的解析	(117)
三、解析示例	(118)
第 6 节 磁共振碳谱简介	(120)
一、概述	(120)
二、去耦技术	(121)
三、化学位移	(121)
四、应用	(122)
思考与练习	(124)
第 8 章 质谱法	(126)
第 1 节 质谱仪及其工作原理	(126)
一、仪器构造	(126)
二、主要性能指标	(130)
三、质谱表示法	(130)
第 2 节 离子类型	(131)
一、分子离子	(132)
二、碎片离子	(132)
三、同位素离子	(133)
四、亚稳离子	(134)
第 3 节 阳离子的裂解	(135)
一、开裂方式	(135)
二、简单裂解	(136)
三、重排裂解	(137)
第 4 节 分子式的测定	(138)

一、分子离子峰的确定	(138)
二、分子量的测定	(139)
三、分子式的确定	(139)
第 5 节 基本有机化合物质谱	(141)
一、烷烃	(141)
二、烯烃	(142)
三、芳烃	(143)
四、醇、醚和酚类	(144)
五、醛与酮类	(146)
六、酸与酯类	(148)
第 6 节 应用与示例	(149)
一、解析步骤	(149)
二、解析示例	(149)
三、综合解析示例	(151)
思考与练习	(155)
第 9 章 色谱法概论	(157)
第 1 节 色谱法的起源、历程及分类	(157)
一、色谱法的起源	(157)
二、色谱法的历程	(157)
三、色谱法的分类	(158)
第 2 节 色谱过程与术语	(160)
一、色谱过程	(160)
二、色谱图	(161)
三、常用术语	(162)
思考与练习	(165)
第 10 章 经典液相色谱法	(167)
第 1 节 液-固吸附柱色谱法	(167)
一、基本原理	(167)
二、吸附剂	(169)
三、色谱条件的选择	(171)
四、操作方法	(171)
第 2 节 液-液分配柱色谱法	(172)
一、基本原理	(172)
二、载体	(173)
三、固定液及其选择	(173)
四、流动相及其选择	(173)
五、操作方法	(173)
第 3 节 离子交换色谱法	(174)
一、离子交换树脂	(174)

二、离子交换平衡	(175)
三、操作方法及应用	(176)
第 4 节 空间排阻柱色谱法	(177)
一、基本原理	(177)
二、凝胶的分类	(178)
三、操作方法及应用	(179)
第 5 节 薄层色谱法	(180)
一、基本原理	(180)
二、固定相	(181)
三、展开剂	(182)
四、操作方法	(182)
五、定性分析	(185)
六、定量分析	(186)
七、特殊薄层色谱法	(190)
第 6 节 纸色谱法	(193)
一、基本原理	(193)
二、实验方法	(193)
三、应用	(195)
思考与练习	(195)
第 11 章 气相色谱法	(197)
第 1 节 概述	(197)
一、气相色谱法的分类	(197)
二、气相色谱法的一般流程	(197)
三、气相色谱法的特点与应用	(198)
第 2 节 色谱法基本理论	(198)
一、塔板理论	(198)
二、速率理论	(201)
第 3 节 固定相	(202)
一、液体固定相	(203)
二、固体固定相	(205)
第 4 节 气相色谱仪	(206)
一、气路系统	(206)
二、进样系统	(206)
三、分离系统	(208)
四、检测系统	(211)
五、数据处理系统	(215)
第 5 节 分离条件的选择	(216)
一、色谱柱的总分离效能指标——分离度	(216)
二、色谱基本分离方程式	(216)

三、分离操作条件的选择	(217)
第 6 节 分析方法	(219)
一、定性分析	(219)
二、定量分析	(221)
第 7 节 气相色谱法的发展趋势	(224)
一、顶空气相色谱法	(224)
二、裂解气相色谱法	(226)
三、色谱联用技术	(227)
第 8 节 应用与示例	(229)
一、合成药物分析	(229)
二、中药成分分析	(230)
三、复方制剂分析	(230)
四、体内药物分析	(231)
思考与练习	(231)
第 12 章 高效液相色谱法	(234)
第 1 节 高效液相色谱仪	(234)
一、仪器组成	(234)
二、输液系统	(234)
三、进样系统	(237)
四、分离系统	(238)
五、检测器	(239)
第 2 节 基本理论	(243)
一、柱内展宽	(243)
二、柱外展宽	(245)
第 3 节 各类高效液相色谱法	(245)
一、吸附色谱法	(245)
二、化学键合相色谱法	(246)
三、离子对色谱法	(248)
第 4 节 改善分离度的方法	(249)
一、对流动相的要求	(250)
二、改善分离度的方法	(250)
第 5 节 分析方法	(251)
一、定性分析	(251)
二、定量分析	(252)
第 6 节 发展与趋势	(252)
一、超高效液相色谱和快速高分离度液相色谱	(252)
二、联用技术	(254)
三、其他研究进展	(256)
第 7 节 应用与示例	(256)

思考与练习	(257)
第 13 章 毛细管电泳法	(259)
第 1 节 基本原理	(259)
一、电泳和电泳淌度	(260)
二、电渗和电渗率	(261)
三、表观淌度和权均淌度	(262)
四、柱效和分离度	(263)
第 2 节 毛细管电泳仪	(264)
第 3 节 分离模式及其分离条件的选择	(266)
一、毛细管区带电泳	(266)
二、胶束电动毛细管色谱	(267)
三、其他分离模式	(268)
第 4 节 应用与示例	(269)
一、化学药品分析	(269)
二、中药分析	(269)
三、生物制品分析	(270)
思考与练习	(270)
参考资料	(273)
附录	(274)
附录一 主要基团的红外特征吸收峰	(274)
附录二 常见碎片离子	(280)
附录三 经常失去的碎片	(285)
附录四 HPLC 常用固定相	(287)
附录五 Beynon 表	(288)

第 1 章 绪 论

分析化学的第二次变革出现在 20 世纪 30 年代后期,分析化学突破了以经典化学分析为主的局面,开创了仪器分析的新时代。根据被测物质的某种物理性质与组分的关系,不经化学反应直接进行定性或定量分析的方法,叫物理分析(physical analysis),如光谱分析法等。根据被测物质在化学反应中的某种物理性质与组分之间的关系,进行定性或定量分析的方法叫做物理化学分析(physicochemical analysis),如电位分析法、可见光度法等。由于进行物理和物理化学分析时,大都需要精密仪器,故这类分析方法又称为仪器分析(instrumental analysis)。根据所测物理原理(光、电、热、吸附等)及分析目的不同,仪器分析的方法多种多样,各方法特点和测定对象不同,各章有其独立性。

第 1 节 仪器分析法分类

一、根据所测物理量原理分类

1. 电化学分析 应用电化学原理来进行物质成分分析的方法称为电化学分析,可分为电导法、电位分析法及电解分析法三类。由于篇幅原因,这部分内容与化学分析一并讲述。

2. 光学分析 可分为非光谱法及光谱法两大类方法。

(1) 非光谱法:检测被测物质的某种物理光学性质,进行定性、定量分析的方法,如折射法、旋光法、圆二色散法及浊度法等。

(2) 光谱法:利用物质的光谱特征,进行定性、定量及结构分析的方法称为光谱法或光谱分析法。按物质能级跃迁的方向,可分为吸收光谱法(如紫外-可见分光光度法、红外分光光度法、原子吸收分光光度法、磁共振波谱法等)及发射光谱法(如原子发射光谱法、荧光分光光度法等)。按能级跃迁的类型,可分为电子光谱、振动光谱及转动光谱等类别。按被测物质粒子的类型,可分为原子光谱、分子光谱及磁共振波谱等。

3. 色谱分析 按物质在固定相与流动相间分配系数的差别而进行分离、分析的方法称为色谱分析法。按流动相的分子聚集状态分为液相色谱、气相色谱及超临界流体色谱法。按分离原理可分为吸附、分配、空间排阻、离子交换等诸多类别。按操作形式可分为柱色谱法、平面色谱法等。

4. 质谱分析 利用物质的质谱(相对强度-质核比)进行成分与结构分析的方法称为质谱法。质谱可给出大量结构信息,为有机物结构分析不可或缺的手段。色谱-光谱联用法,是复杂样品分析的最重要手段。

5. 热分析 当一种物质或混合物加热至不同温度时,会发生物理或化学变化,如溶解、沸腾、分解或反应等。这些物理或化学变化与物质的基本性质如成分、各组分含量有关。通过指定控温程序控制样品加热过程,并检测加热过程中产生的各种物理、化学变

化的方法通称热分析法。常见的有热重分析(TGA)、差热分析(DTA)、差示扫描量热分析(DSC)等。

二、按分析目的分类

1. **成分分析** 对物质的组分及元素组成进行分析。光谱法为其主要分析方法。
2. **分离分析** 对物质的各组分先行分离并同时进行定性、定量分析。色谱法为其主要分析方法。
3. **结构分析** 确定未知物质的分子结构或晶体结构。主要应用红外吸收分光光度法、磁共振波谱法、质谱法、X射线衍射分析法等。
4. **表面分析** 包括表面化学状态、表面结构和表面电子态的分析。

第2节 仪器分析法特点与发展趋势

一、仪器分析法特点

仪器分析法与经典化学分析法比较,有如下特点:

1. **灵敏度高** 仪器分析法的检测限相当低,通常为 $10^{-12} \sim 10^{-6}$ g 级,甚至更低。因此,仪器分析法特别适用于微量和痕量成分的分析,这对于超纯物质、药物成分分析具有重要和特殊意义。
2. **选择性好** 某些仪器分析方法可不需要对样品进行处理,只需选择适当条件,即可对混合物中某一种或多种成分进行分析。因此,可应用于药物(特别是中草药)等复杂体系中成分的分析。
3. **相对误差大** 仪器分析法不能给出高精密度和高准确度的结果,一般准确度为 $1\% \sim 5\%$,一般不适于常量分析。
4. **以标准物质作参考** 几乎所有的仪器分析法都是比较法,需要标准物质作参考。而化学分析法则无需标准物质。
5. **分析速度快** 仪器分析方法简单、快速、易于实现自动化。对于批量样品的分析非常有利。
6. **设备复杂、昂贵** 一般来说,仪器分析设备费用较高,一次性投入大。另外,大部分仪器设备对环境条件要求较高,需在恒温、恒湿条件下方可正常工作。对于操作者来说要有较高素质,不但要学习和掌握扎实的理论基础,而且要有一定的工作经验和高度的责任感。

二、仪器分析法发展趋势

科技的发展和社会的需求使分析化学发展成为分析科学,仪器分析已远远超出了化学的概念,突破了纯化学领域,将数学、物理学、电子学、计算机科学等现代科学技术紧密地结合起来,而发展成为一门多学科性的综合性科学。社会生产和科技主要问题的解决直接基

于化学测量的结果,因此现代分析化学的目标就是减少材料消耗量,缩短分析时间,降低风险,少支经费而获得更多更有效的化学信息。

仪器分析发展总的方向是更高灵敏度(达原子级、分子级水平)、更高选择性(复杂体系)、更快速、更自动、更简便、更经济;分析仪器自动化、数字化和计算机化向智能化、信息化纵深发展。可概括为50年代仪器化,60年代电子化,70年代计算机化,80年代智能化,90年代信息化,21世纪仿生化。化学传感器发展小型化、仿生化,如生物芯片;化学和物理芯片,如电子鼻、电子舌等。

各类分析方法的联用是分析化学发展的另一热点,特别是分离与检测方法的联用。如气相、液相或超临界流体色谱和光谱技术(质谱、核磁、红外光谱、原子光谱等)相结合,这两类技术的各自缺点(色谱识别缺乏可靠性及光谱技术需要高纯的分析物)由其优点互补(色谱分离的效能和光谱识别的可靠性)。再如GC-HPLC、MS-MS、ICP-MS、GC-FTIR-MS等。

原位(*in situ*)、在体(*in vivo*)、实时(*real time*)、在线(*on line*)分析是仪器分析今后发展的主流。现今仍然是以离线(*off line*)分析为主,所报告结果绝大多数都是静态的非直接的现场数据,不能瞬时直接准确地反映生产实际和生命环境的情景实况。

综上所述,仪器分析与化学分析相比各有优缺点,各有适用范围,应相互配合,发挥各自优势。化学分析是分析科学的基础,用于常量分析。由于科学技术的进步及科学研究对象的变化,人们主要面临生命、材料、环境等诸多方面的难题,从而对痕量分析和复杂体系分析提出了更高要求。因此,仪器分析的发展前景广阔,代表了分析科学的发展方向。

第3节 仪器分析法应用

当今全球竞争已从政治转向经济,实际上就是科技竞争,整个社会要长期发展须考虑人类社会的五大危机:资源、能源、人口、粮食和环境,以及四大理论:天体、地球、生命、人类起源和演化。这些问题的解决都与分析化学特别是仪器分析密切相关,仪器分析在工农业生产、科学技术和保障人民健康等领域发挥重要作用。结合专业特点,下面重点叙述在药物研究与应用领域中的作用。

我国的药物研究正在由仿制国外药物转向自主创新药物,一个创新药物的报批时,除需提交有关生产工艺、药效、药理、毒性的资料外,还需提供涉及分析化学特别是仪器分析的多种资料:确定化学结构或组成的试验资料、质量研究工作的资料、稳定性研究试验资料、临床研究用样品及其检验报告书、药代动力学试验资料等。

中药化学成分十分复杂,有效成分难于确定,与合成药相比,中药材及其制剂的质量控制和安全性评价,就更为复杂和困难。随着仪器分析方法的推广和使用,在我国广大药物分析工作者的努力下,近年来逐步建立起现代中药质量标准体系。《中国药典》2005年版(一部)收载药材及饮片551种、植物油脂和提取物31种、成方制剂和单味制剂564种,合计1146种。其中有518个品种项的含量测定采用高效液相色谱法(HPLC),45个品种项的含量测定采用薄层色谱法(TLC),37个品种项的含量测定采用气相色谱法(GC),41个品种项的含量测定采用紫外-可见分光光度法(UV-Vis)。此外这些方法还广泛地应用于原料和制剂的鉴别和检查等。

药物的质量好坏,最终要靠临床效果判定。药物的药理作用强度取决于血药浓度而不完全取决于剂量,血药浓度应控制在一定范围内,该范围称为有效血药浓度(治疗浓度)。由于进入血液中的药物浓度很低,波动范围很大,血液样品又不能大量采集,再加上血液成分复杂,药物要降解,还可能和血液成分结合等,使得血液中药物成分的分析成为仪器分析研究中的一大难题。近年来随着 HPLC-MS 等方法的成熟和应用,才使得血药浓度的检测成为可能。

总之,仪器分析是中药学、药学类专业的重要专业基础课程,是从事药物研究和应用的重要工具和手段。

(曾元儿)