

国家科技支撑计划（课题编号：2012BAH05F04）



# 农村三级医疗卫生服务 实用技术

NONGCUN SANJI YILIAO WEISHENG FUWU  
SHIYONG JISHU

主编◎张 晓 薛 义

国家科技支撑计划（课题编号：2012BAH05F04）

农村医疗卫生服务平台与应用示范

农村医疗卫生知识库跨媒体丛书

# 农村三级医疗卫生服务实用技术

主 编 张 晓 薛 义

副主编 李 梅 朱长刚

编 委 王 静 王君琛 邓秀丽 史宝林

朱 萍 刘 昭 李 萍 李建东

李福龙 邱景富 张丛胜 张晓云

陈彦静 武艳华 侯丽娟 常晓彤

梁 力



科学技术文献出版社  
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北 京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

农村三级医疗卫生服务实用技术/张晓, 薛义主编. —北京: 科学技术文献出版社, 2015. 5  
ISBN 978 - 7 - 5189 - 0199 - 9

I. ①农… II. ①张… ②薛… III. ①农村—医疗卫生服务 IV. ①R127

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 100091 号

## 农村三级医疗卫生服务实用技术

策划编辑: 孙江莉 邢学勇 责任编辑: 孙江莉 张 红 责任校对: 赵 瑗 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社  
地 址 北京市复兴路 15 号 邮编 100038  
编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)  
发 行 部 (010) 58882868, 58882874 (传真)  
邮 购 部 (010) 58882873  
官 方 网 址 [www.stdp.com.cn](http://www.stdp.com.cn)  
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销  
印 刷 者 北京金其乐彩色印刷有限公司  
版 次 2015 年 5 月第 1 版 2015 年 5 月第 1 次印刷  
开 本 787 × 1092 1/16  
字 数 374 千  
印 张 16.5  
书 号 ISBN 978 - 7 - 5189 - 0199 - 9  
定 价 58.00 元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

# 前言

从 20 世纪 80 年代起，随着世界经济的快速发展和科技的不断创新，全球卫生医疗行业出现了前所未有的变革。以新方法、新材料、新设备为代表的现代医疗诊治手段得到了广泛运用，极大提高了医疗诊治水平，由此也就催生了现代医学技术这样一个新的领域。

医学技术，即用于疾病的诊断和治疗方面的技术，不仅包括相关医学知识的掌握，同时也包括对设备的应用。从工业革命时期的显微镜的应用到听诊器、膀胱镜的辅助诊断，从 19 世纪末 X 射线和化学血液检验的临床应用到 21 世纪以电子科学应用为代表的医学诊治体系，全面见证了医疗卫生事业发展的历史过程。

现代医学技术突飞猛进的发展和在临床诊治中不可替代的作用，推动了当今的医疗行为发生了不可逆转的变化。主要表现为：对疾病的诊断再也离不开医疗仪器设备，以经验为依据的判断退居次要地位，临床检查已经成为疾病诊断的“法律”依据。

尽管目前对于医学技术的内涵有不同的理解，但是医学技术已经成为与传统医学有着本质区别的独立学科群体，在现代科技的推动下与传统医学并肩挺立，成为医学事业发展的巨大引擎。因此，重视和发展对医学技术学科的研究，是医学技术专业教育工作者的责任。

就当前情况来看，医学技术学科至少应包含以下几大类别：①医学检验技术；②医学影像技术；③医学生理技术；④医学麻醉技术；⑤医学护理技术；⑥医学康复技术；⑦医学信息技术；⑧医学统计技术；⑨医学管理技术等。是以医学诊断为主，以治疗、护理、康复、信息管理为辅的学科群体。医学技术学科群建设，是按照现代医学实践的客观需求，遵从疾病诊断的科学规律，以医学新设备、新技术为引导，对现有的医学技术进行整合，建立更加合理有效的医学技术诊断及辅助体系的过程。

本书针对乡村医生临床需求，从农村常见病症状和诊断处理入手，对农村医疗卫生实践中所需的各项实用技术进行介绍，涉及医学技术的理工学基础、医学技术、医学信息、循证

医学等基本内容以及主要医学设备等相关知识。促使他们对医学技术学科有较全面的了解，更好地把握医学技术和其他医学专业之间的关系，满足日益创新的临床诊治工作需求；同时借此促进医学技术的教学改革，推动农村基层医学技术实用人才培养目标的实现。

# 目 录

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 第一章 医学检验技术（上） .....  | (1)   |
| 第一节 常用生物化学检验技术 ..... | (1)   |
| 第二节 临床血液检验基本技术 ..... | (10)  |
| 第三节 临床体液检验基本技术 ..... | (17)  |
| 第二章 医学检验技术（下） .....  | (28)  |
| 第一节 病原生物学检验技术 .....  | (28)  |
| 第二节 分子诊断技术 .....     | (39)  |
| 第三节 临床免疫检验技术 .....   | (49)  |
| 第三章 医学影像技术 .....     | (59)  |
| 第一节 放射技术 .....       | (59)  |
| 第二节 CT 技术 .....      | (65)  |
| 第三节 MRI 技术 .....     | (66)  |
| 第四节 超声技术 .....       | (69)  |
| 第五节 放射治疗技术 .....     | (72)  |
| 第六节 介入放射技术 .....     | (74)  |
| 第七节 核医学技术 .....      | (78)  |
| 第四章 医学生理技术 .....     | (81)  |
| 第一节 器官功能检查技术 .....   | (81)  |
| 第二节 电生理技术 .....      | (91)  |
| 第三节 感官功能检查技术 .....   | (101) |
| 第五章 医学麻醉技术 .....     | (109) |
| 第一节 气管内插管技术 .....    | (109) |
| 第二节 静脉全麻技术 .....     | (111) |
| 第三节 吸入全麻技术 .....     | (112) |
| 第四节 静吸复合麻醉技术 .....   | (114) |

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| 第五节 神经及神经丛阻滞术 .....      | (115)        |
| 第六节 椎管内麻醉术 .....         | (116)        |
| 第七节 控制性降压麻醉术 .....       | (118)        |
| 第八节 自体输血技术 .....         | (119)        |
| 第九节 体外循环 .....           | (121)        |
| 第十节 机械通气治疗技术 .....       | (122)        |
| 第十一节 心肺脑复苏术 .....        | (125)        |
| 第十二节 疼痛治疗 .....          | (127)        |
| <b>第六章 医学护理技术 .....</b>  | <b>(129)</b> |
| 第一节 基础护理技术 .....         | (129)        |
| 第二节 内科护理技术 .....         | (135)        |
| 第三节 外科护理技术 .....         | (138)        |
| 第四节 妇产科护理技术 .....        | (140)        |
| 第五节 儿科护理技术 .....         | (141)        |
| 第六节 重症监护护理技术 .....       | (143)        |
| <b>第七章 医学康复技术 .....</b>  | <b>(147)</b> |
| 第一节 物理康复技术 .....         | (147)        |
| 第二节 作业康复技术 .....         | (150)        |
| 第三节 言语训练技术 .....         | (152)        |
| 第四节 心理康复技术 .....         | (154)        |
| <b>第八章 医学信息技术 .....</b>  | <b>(157)</b> |
| 第一节 医院信息系统 .....         | (157)        |
| 第二节 医院信息系统中的决策支持系统 ..... | (163)        |
| 第三节 医学信息的标准化 .....       | (168)        |
| <b>第九章 医学统计技术 .....</b>  | <b>(175)</b> |
| 第一节 概 述 .....            | (175)        |
| 第二节 数值变量资料的分析方法 .....    | (178)        |
| 第三节 分类变量资料的分析方法 .....    | (189)        |
| 第四节 医用多元分析技术简介 .....     | (193)        |
| 第五节 常用统计软件分析技术 .....     | (205)        |
| <b>第十章 医学管理技术 .....</b>  | <b>(211)</b> |
| 第一节 循证医学与管理 .....        | (211)        |

|                  |                   |              |
|------------------|-------------------|--------------|
| 第二节              | 医学质量管理与控制 .....   | (217)        |
| 第三节              | 医学管理效果评价技术 .....  | (223)        |
| <b>第十一章</b>      | <b>医疗设备 .....</b> | <b>(227)</b> |
| 第一节              | 医疗设备概述 .....      | (227)        |
| 第二节              | 医学影像设备 .....      | (229)        |
| 第三节              | 医学麻醉设备 .....      | (239)        |
| 第四节              | 生物电检查设备 .....     | (244)        |
| 第五节              | 临床实验室设备 .....     | (247)        |
| <b>后 记</b> ..... |                   | <b>(253)</b> |

## >> 第一章

# 医学检验技术（上）

---

医学检验技术是诸多医学技术中最基本的技术，它被广泛地运用到医学诊断的各个方面。医学检验技术主要包括生物化学检验技术、临床血液检验技术、临床体液检验技术、病原生物学检验技术、分子诊断技术和临床免疫检验技术等。

## 第一节 常用生物化学检验技术

生物化学检验是医学检验的一个重要组成部分，在生物化学检验中常应用多种分析技术，主要包括光谱分析技术、电泳分析技术、离心技术、层析技术、电化学技术和自动生化分析技术等。

### 一、光谱分析技术

光谱分析（spectral analysis）技术是指利用物质具有吸收、发射或散射光谱谱系的特点，对物质进行定性或定量分析的技术，是生物化学检验中最常用的分析技术。通常根据光谱谱系特征的不同，将光谱分析技术分为吸收光谱分析技术、发射光谱分析技术和散射光谱分析技术三大类。

#### （一）吸收光谱分析技术

吸收光谱分析技术是利用物质对光的吸收作用对物质进行定性或定量分析的技术，是光谱分析技术中最常用的一种。有紫外、可见光分光光度法，原子吸收分光光度法和红外光谱法，其中应用最广泛的是紫外、可见光分光光度法。

1. 光的选择性吸收 任何物质均会对某些波长的光进行选择性的吸收。不同物质由于其分子结构的不同，对不同波长光线的吸收能力也不同。每种物质都具有特异的吸收光谱，且在一定条件下，其吸收程度与该物质的浓度成正比，因此可利用各种物质不同的吸收光谱及其光吸收强度，对物质进行定性或定量分析。

2. 透光率和吸光度 当一束平行的单色光通过任何均质物质如溶液时，一部分光被吸收，一部分光透过溶液。设入射光强度为  $I_0$ ，被吸收的光强度为  $I_a$ ，透过光的强度为  $I_t$ 。 $I_t$  与  $I_0$  之比为透光率或透光度，用  $T$  表示，即

$$T = I_t / I_0$$

$T$  常用百分数表示，即  $T \times 100$  为  $T\%$ ，称为百分透光率。溶液的透光率  $T$  越大，表示

它对光的吸收越弱；反之，透光率越小，它对光的吸收越强。

为了表示物质对光的吸收程度，常采用吸光度的概念，透光率的负对数称为吸光度，用  $A$  表示：

$$A = -\lg T$$

$A$  值越大，表明物质对光的吸收越强。透光率和吸光度是从两个相反方面表示物质对光吸收程度的指标，二者可相互换算。

3. 朗伯 - 比尔定律 朗伯 - 比尔定律是描述溶液吸光度与溶液浓度和液层厚度之间关系的基本定律，也是光吸收的基本定律，其数学表达式为

$$A = KCL$$

式中， $A$  为吸光度； $K$  为比例常数，又称为吸光系数； $L$  为液层厚度； $C$  为溶液的浓度。

根据朗伯 - 比尔定律，当溶液浓度为  $1 \text{ mol/L}$ ，液层厚度为  $1 \text{ cm}$  时，吸光系数  $K$  称为摩尔吸光系数，用  $\epsilon$  表示。 $\epsilon$  的含义是：在特定波长下，溶液浓度为  $1 \text{ mol/L}$ 、液层厚度为  $1 \text{ cm}$  时测得的吸光度值。在温度、入射光波长等固定的条件下， $\epsilon$  是物质的特征性常数，这是吸收光谱分析技术对物质进行定性的基础。

4. 吸收光谱分析技术的定性方法 对待测物质进行定性分析的依据是最大吸收波长  $\lambda_{\max}$  和摩尔吸光系数  $\epsilon$ 。

(1) 最大吸收波长  $\lambda_{\max}$  法：将不同波长的单色光透过待测溶液，测定其吸光度，以吸光度对波长作图可找出最大吸收峰，其相应的波长为最大吸收波长  $\lambda_{\max}$ ，和标准品的  $\lambda_{\max}$  比较，可对待测物质进行定性分析。

(2) 摩尔吸光系数  $\epsilon$  法：准确配制待测物质的溶液，在最大吸收波长处测定其吸光度值，根据朗伯 - 比尔定律计算出待测物的  $\epsilon$ ，和已知  $\epsilon$  的标准液比较，可对待测物质进行定性分析。

5. 吸收光谱分析技术的定量方法 吸收光谱分析技术主要用于定量分析，其定量依据是朗伯 - 比尔定律。

(1) 标准曲线法：配制一系列不同浓度的标准溶液，按标本处理方法作相同处理，在特定波长处，测定吸光度。以吸光度为纵坐标，标准溶液的浓度为横坐标，绘制标准曲线。标本处理后测出吸光度，然后从标准曲线上查出标本中待测物的浓度。

(2) 对照法（对比法）：将标准液与待测液在相同条件下显色并测定各自的吸光度，根据朗伯 - 比尔定律推导出计算公式，即

$$C_{\text{测}} = \frac{A_{\text{测}}}{A_{\text{标}}} \times C_{\text{标}}$$

其中， $C_{\text{测}}$  和  $C_{\text{标}}$  分别为待测液和标准液的浓度； $A_{\text{测}}$  和  $A_{\text{标}}$  分别为待测液和标准液显色后测得的吸光度值。

(3) 其他方法：如摩尔吸光系数法。

## (二) 发射光谱分析技术

发射光谱分析技术中常用的是荧光光度分析法和火焰光度分析法。

1. 荧光光度分析法 某些物质的分子吸收能量后，能发生荧光，根据所发生荧光的特

性及强度,对物质进行定性或定量分析的方法称为荧光光度分析法。

在荧光分析中,待测物质分子跃迁为激发态时所吸收的光称为激发光,处于激发态的分子回到基态时所产生的荧光称为发射光。荧光光度分析法测定的是能产生荧光的物质受光激发后所发射荧光的特性和强弱。

2. 火焰光度分析法 又称为火焰发射光谱法,是待测元素利用火焰作为激发能源进行分析的方法,属于原子发射光谱分析的一种。

火焰光度分析法中,待测样品中的原子是基态原子,当待测溶液的原子被火焰的热能激发,其原子的外层电子发生跃迁,从基态跃迁到激发态,处于激发态的原子不稳定,迅速回到基态,放出能量,发射出元素特有波长的辐射谱线。不同的原子,其电子发生跃迁后释放的能量不同,所发射光的波长也不同。在一定条件下,溶液的浓度和发射光的强度成正比,这是火焰光度分析法定量分析的依据。

### (三) 散射光谱分析技术

散射光谱分析技术主要是测定光线通过溶液混悬颗粒后的光吸收或光散射程度的一类定量方法。在生物化学检验中常用的方法为比浊法。

## 二、电泳分析技术

电泳(electrophoresis)是指带电粒子在电场的作用下向与其所带电荷极性相反的电极移动的过程。

### (一) 电泳的基本原理

在两个平行的电极上加一定的电压( $V$ ),就会在电极中间产生电场强度( $E$ )。在电场中,推动带电粒子运动的力( $F$ )等于粒子所带净电荷量( $Q$ )与电场强度( $E$ )的乘积,即  $F = QE$ 。这个作用力使得带电粒子向与其电荷相反的电极方向移动。

带电粒子的前移同样要受到阻力( $F'$ )的影响,对于一个球形质点,服从 Stoke 定律,即

$$F' = 6\pi r\eta v$$

式中, $r$ 为带电粒子半径; $\eta$ 为介质粘度系数; $v$ 为带电粒子移动速度。当带电粒子在电场中作匀速移动时: $F = F'$ ,即

$$QE = 6\pi r\eta v$$

从上式推出

$$v/E = Q/6\pi r\eta$$

$v/E$ 为电泳迁移率,即在单位电场强度下,带电粒子的移动速度,用 $\mu$ 表示。

由上式可以看出,带电粒子的迁移率首先取决于自身状态,即与带电粒子所带净电荷的量成正比,与其分子的大小及介质的黏度成反比。除了自身状态的因素外,电泳体系中其他因素也影响质点的电泳迁移率。

### (二) 影响电泳的因素

影响电泳的因素主要表现为以下几个方面:

1. 电场强度 电场强度是指每1cm的电压降。它和电泳速度成正比关系。电场强度增

大,带电粒子的泳动速度加快,但电流强度也增大,产热增多,支持介质温度增高可使水分蒸发加速,甚至使带电粒子如蛋白质发生变性。所以高压电泳槽必须具有冷却降温装置。电场强度降低,电泳速度减慢,电泳速度过慢,不仅电泳时间增长,而且增加了标本的扩散,导致区带模糊,分辨率下降,所以要选择合适的电场强度。

2. 溶液的性质 主要是指缓冲溶液和样品溶液的 pH 值、离子强度等。

(1) pH 值: 溶液 pH 值决定粒子的带电性质及其所带净电荷的数量。对两性物质而言,当  $\text{pH} = \text{pI}$  时,粒子净电荷为 0; 当  $\text{pH} > \text{pI}$  时,粒子带负电荷; 当  $\text{pH} < \text{pI}$  时,粒子带正电荷。溶液的 pH 值离其 pI 值越远,其带净电荷量就越多,从而泳动速度就越快; 反之,则越慢。因此电泳时应选择适宜的 pH 值,并需采用缓冲溶液,使溶液的 pH 值恒定。

(2) 离子强度: 离子强度对电泳的影响是: 离子强度高,会降低粒子的带电量,电泳速度慢,但区带分离清晰; 离子强度低,电泳速度快,但区带分离不清晰,如离子强度过低,缓冲容量小,不易维持 pH 值恒定。所以电泳时应选择适宜的离子强度。离子强度可用下式计算:

$$I = \frac{1}{2} \sum C_i Z_i^2$$

式中,  $I$ : 离子强度;  $C_i$ : 离子的浓度;  $Z_i$ : 离子的价数;  $\Sigma$  代表累加。

溶液的离子强度一般在 0.02 ~ 0.2 mol/L 之间时,电泳较合适。

3. 支持介质 支持介质对电泳的影响主要表现为电渗作用和吸附作用。

(1) 电渗作用: 当支持物不是绝对惰性物质时,常常会有一些离子基团吸附溶液中的离子,使靠近支持物的溶液相对带电。如果支持物含有负离子,与之接触的溶液层带正电,在电场作用下,此溶液层会向负极移动。反之,支持物含有正离子,与之接触的溶液层带负电,在电场作用下,此溶液层会向正极移动。这种溶液层在电场中对于一个固体支持物的相对移动,称为电渗作用。当颗粒的泳动方向与电渗方向一致时,则加快颗粒的泳动速度; 当颗粒的泳动方向与电渗方向相反时,则降低颗粒的泳动速度。因此,电泳时应尽量避免使用具有高电渗作用的支持物。

(2) 吸附作用: 支持介质的表面对被分离的物质具有一定的吸附作用,使被分离样品滞留而降低电泳速度,造成样品拖尾,使电泳的分辨率降低。各种支持介质或多或少对样品有吸附作用。电泳时,要选择吸附作用小的支持介质。

4. 颗粒性质 颗粒的直径、形状及所带净电荷的量对泳动速度有较大影响。通常,颗粒带净电荷量越多,或其形状越接近球形,在电场中的泳动速度就越快,反之则越慢。

### (三) 几种常用的电泳技术

1. 醋酸纤维素薄膜电泳 醋酸纤维素薄膜电泳 (cellulose acetate membrane electrophoresis, CAME) 是以醋酸纤维素薄膜作为支持物的一种区带电泳技术。醋酸纤维素薄膜是将纤维素的羟基乙酰化形成纤维素醋酸酯,由该物质制成的薄膜称为醋酸纤维素薄膜。CAME 具有吸附作用和电渗作用小、分离区带清晰、分辨率高、样品用量少、分离速度快、操作简便和检测灵敏度较高等优点。其不足之处是薄膜吸水性差,使用前必须用缓冲液预先浸泡薄膜,同时吸水性差也限制了样品用量,不适于制备。醋酸纤维素薄膜电泳现已广泛用于血红

蛋白、血清蛋白、脂蛋白、同工酶等的分离和测定。

2. 琼脂糖凝胶电泳 琼脂糖凝胶电泳 (agarose gel electrophoresis, AGE) 是以琼脂糖凝胶作为支持物的一种区带电泳技术。琼脂糖是由琼脂分离制备的链状多糖。许多琼脂糖链依氢键及其他力的作用相互盘绕形成网络结构。AGE 的吸附作用和电渗作用均较小, 分辨率和重现性较好, 电泳图谱清晰, 电泳速度快, 区带易染色, 常用于血浆脂蛋白、免疫球蛋白、同工酶和 DNA 酶切片段的分离、鉴定及纯化。在临床生化检验中常用于 LDH、CK 等同工酶的检测。

3. 聚丙烯酰胺凝胶电泳 聚丙烯酰胺凝胶电泳 (polyacrylamide gel electrophoresis, PAGE) 是以聚丙烯酰胺凝胶作为支持物的一种区带电泳技术。该凝胶是由单体丙烯酰胺和交联剂甲叉双丙烯酰胺通过聚合反应而形成。根据凝胶浓度和缓冲液 pH 值是否相同分为连续聚丙烯酰胺凝胶电泳和不连续聚丙烯酰胺凝胶电泳。不连续聚丙烯酰胺凝胶电泳分离中包括了三种效应: 样品的浓缩效应、电荷效应和分子筛效应, 而连续聚丙烯酰胺凝胶电泳则不具备浓缩效应。PAGE 能精细分离各种蛋白质, 还可测定蛋白质和核酸的分子量, 进行核酸的序列分析等, 特别在基因变异或同工酶的研究中应用广泛。

4. 等电聚焦电泳 等电聚焦电泳 (isoelectric focusing electrophoresis, IEF) 是一种利用具有 pH 梯度的两性电解质为载体, 分离等电点不同的蛋白质等两性分子的电泳技术。等电聚焦电泳与其他电泳技术相比具有更高的分辨率, 等电点仅相差 0.01pH 的蛋白质即可分开, 因此特别适合分离分子量相近而等电点不同的蛋白质组分, 同时也可用于确定被分离物质的等电点。

5. 双向电泳 双向电泳是在单向电泳后, 将方向调转 90°, 再进行第二次电泳的技术。第一相电泳时, 样品按电荷效应分离。第二相电泳时, 同一区带各组分电荷密度相同, 已不能再按电荷效应分离, 而是按照分子量不同进行分离。双向电泳主要用于蛋白质组的分析。

### 三、离心技术

离心技术 (centrifugal technique) 是利用颗粒在作匀速圆周运动时受到离心力的作用, 从而使某些颗粒达到浓缩或与其他颗粒分离的目的而发展起来的一项技术。

#### (一) 离心技术的基本原理

需要离心分离的生物样品, 常需预先制成悬浮液。悬浮液中的颗粒由于其密度、大小及形状等彼此各不相同, 在同一固定大小的离心力场中沉降速度也就各不相同, 由此便可彼此分离。

1. 离心力  $F_c$  的大小等于离心加速度  $\omega^2 X$  与颗粒质量  $m$  的乘积, 即

$$F_c = m\omega^2 X$$

其中,  $m$  是质量, 以克为单位;  $\omega$  是旋转角速度, 以弧度/秒为单位;  $X$  是颗粒离开旋转中心的距离, 以 cm 为单位。

目前离心力通常以相对离心力表示, 其计算公式如下:

$$RCF = \frac{F_c}{F_g} = \frac{\omega^2 X m}{mg} = \frac{\omega^2 X}{g} = \frac{\left(\frac{2\pi n}{60}\right)^2}{980} X = 1.118 \times 10^{-5} n^2 X$$

其中,  $F_g$ : 重力, 即颗粒质量与重力加速度  $g$  的乘积;  $g$ : 重力加速度 ( $980\text{cm/s}^2$ );  $n$ : 转子每分钟的转数 ( $\text{r/min}$ )。由上式看出,  $RCF$  与转速的平方和颗粒离开旋转中心的距离成正比。

2. 沉降速度 是指在离心力场作用下, 单位时间内物质移动的距离, 可用下式计算:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{2r^2(\rho - \rho_0)}{9\eta} \omega^2 X = \frac{d^2(\rho - \rho_0)}{18\eta} \omega^2 X$$

其中,  $r$  是球形粒子的半径;  $\eta$ : 流体介质的粘度;  $\rho$ : 粒子的密度;  $\rho_0$ : 介质的密度;  $d$ : 球形粒子的直径。

3. 沉降系数 颗粒在单位离心力场中移动的速度, 称为沉降系数。其计算公式为

$$S = \frac{\frac{dx}{dt}}{\omega^2 X} = \frac{d^2(\rho - \rho_0)}{18\eta}$$

沉降系数的单位以  $S$  表示,  $1S = 1 \times 10^{-13} \text{ s}$ 。对一定的样品, 在一定的介质中, 样品沉降系数  $S$  常保持不变。文献中常用沉降系数描述某些生物大分子或亚细胞器的大小。

## (二) 离心方法

1. 制备离心法 分为差速离心法和密度梯度离心法等。

(1) 差速离心法: 该法利用标本中各种组分沉降系数的差异, 通过不断增加相对离心力, 使标本溶液中的组分逐个进行分离的方法。

(2) 密度梯度离心法: 该法是将标本放在密度梯度介质中进行离心。通过离心, 标本中各组分便会按照各自的特性在密度梯度介质中形成有层次的区带, 从而达到分离标本的目的。

2. 分析离心法 用分析离心机进行的离心方法称分析离心法。主要包括沉降速度法、沉降平衡法和等密度区带离心法。该法可测定微粒的物理性质, 如沉降系数、相对分子质量等。

## 四、层析技术

层析技术 (chromatography technology) 又称色谱技术。作为一种重要的分析、分离手段与方法, 广泛地应用于科学研究与工业生产上。

### (一) 层析技术的原理

1. 层析技术的原理 层析法是一种基于被分离物质的物理、化学及生物学特性的不同, 使它们在某种基质中移动速度不同而进行分离和分析的方法。任何层析过程都是在两相中进行的。一是固定相, 另一是流经固定相的流动相。由于样品中各组分理化性质 (如溶解度、吸附能力、分子形状、分子所带电荷的性质和数量、分子表面的特殊基团、分子量等) 不同, 与两相发生相互作用的能力和在两相中的分配也不同。随着流动相不断向前移动, 各组分不断在两相中进行再分配。与固定相相互作用力越弱的组分, 向前移动得越快; 反之, 越

慢。分部收集流出液,可得到样品中所含的各种单一组分,从而达到将各组分分离的目的。

## 2. 层析技术的常用术语

(1) 保留值:表示样品中各组分流出时所需流动相体积的多少或在层析柱中停留时间的长短,是保留体积和保留时间的总称,用来描述层析峰在层析图上的位置。

(2) 分配系数:在层析分离过程中,物质既进入固定相,又进入流动相,此过程称分配过程。在一定条件下,物质在固定相和流动相达到平衡时,它在两相中平均浓度的比值称为分配系数。

(3) 比移值:是指在一定条件下,在相同的时间内,某一组分在固定相移动的距离与流动相本身移动的距离之比值,是层析定性的依据。

(4) 分离度:是定量描述相邻两组分在层析柱内分离情况的指标。两个相邻谱带的分离度等于两谱带中心之间的距离除以谱带的平均宽度,用  $R$  表示。分离度越大,说明分离效果越好。

## 3. 层析技术的分类 可从不同角度进行分类。

(1) 按固定相和流动相所处的状态分类:可分为气相层析法和液相层析法两大类。

(2) 按层析法的分离原理分类:可分为分配层析、吸附层析、离子交换层析、凝胶层析和亲和层析。

(3) 按操作形式不同分类:可分为纸层析、薄膜层析和柱层析。

## (二) 常用的层析技术

主要包括纸层析、凝胶层析、亲和层析、离子交换层析和高效液相层析。

# 五、电化学分析技术

电化学分析技术是应用电化学的基本原理和实验技术,对物质的组成及含量进行分析的方法,也称为电化学分析法。电化学分析法有多种,如电位分析法、电导法和电容量分析法等。根据在生物化学检验中的实际应用,下面重点介绍电位分析法。

## (一) 电位分析法的基本原理

电位分析法是利用电极电位和物质浓度之间的关系来确定物质含量的分析方法,表示电极电位的基本公式是 Nernst 方程式。由于单个电极电位的绝对值无法测量,在大多数情况下,电位法是基于测量原电池的电动势。构成电池的两个电极,一个电极的电位随待测离子浓度而变化,能指示待测离子浓度,称为指示电极;另一个电极的电位则不受试液组成变化的影响,具有较恒定的数值,称为参比电极。指示电极和参比电极共同浸入试液中,构成一个原电池,通过测定原电池的电动势,即可求得待测离子的浓度。

离子选择电极分析法是近年来在电位分析法的领域里发展起来的一种新的测试工具,它可以通过简单的电位测量直接测定溶液中某一离子的活度。对某些离子测定的灵敏度可达  $10^{-6}$  数量级。可不破坏试液,标本不必进行复杂的预处理,对有色、浑浊溶液都可进行分析。

## (二) 离子选择电极分类

离子选择电极是电位分析中的一类指示电极,作为电化学传感器,它能对某种特定

离子产生响应。在一定范围内，其电位与溶液中特定离子活度的对数呈线性关系，因此可用离子选择电极定量分析某些离子的活度或浓度。在离子选择电极的结构中有一个对特定离子具有选择性响应的敏感膜，所以离子选择电极也称为膜电极。常用的离子选择电极有以下几种：

1. 玻璃膜电极 属于刚性基质电极。敏感膜由玻璃材料制成。由于玻璃的组成不同，可制成  $H^+$ 、 $Na^+$ 、 $K^+$ 、 $Li^+$  和  $Ag^+$  等离子选择性电极。
2. 气敏电极 气敏电极是基于界面化学反应对气体敏感而设计的一类敏化电极。由一对电极，即离子选择性电极（指示电极）与参比电极组成，是一个完整的电化学原电池。能测定  $NH_3$ 、 $NO_2$ 、 $SO_2$ 、 $CO_2$  等。
3. 酶电极 是将含酶的凝胶涂布于某种离子选择电极的敏感膜上所构成的电极，也是一种基于界面反应敏化的离子电极，此处的界面反应是酶催化的反应。

### （三）离子选择电极的定量方法

1. 标准曲线法 配制一系列不同浓度的被测离子的标准溶液，各加入总离子强度调节缓冲液（TISAB）后，用测得的系列电动势（ $E$ ）与浓度对数（ $\lg C$ ）作图，得  $E - \lg C$  标准曲线。标本液中同样加入 TISAB 后测得  $E$  值，然后通过标准曲线查得结果。
2. 标准比较法 于标准液和待测液中分别加入 TISAB 后测得各自的  $E$  值，根据以下公式可计算待测液的浓度：

$$C_x = C_s + 10 \frac{\Delta E}{S}$$

其中， $C_x$  为待测液浓度； $C_s$  为标准液浓度； $\Delta E =$  待测液  $E$  — 标准液  $E$ ； $S$  为  $2.303RT/nF$ （ $R$  为气体常数、 $F$  为 Faraday 常数、 $T$  为绝对温度、 $n$  为氧化反应中转移电子数）。

3. 标准加入法 首先测定待测液的电动势（体积为  $V_x$ 、浓度为  $C_x$ 、电动势为  $E_1$ ），然后在待测液中加入浓度为  $C_s$  的标准溶液  $V_s$  后再测量电动势（ $E_2$ ），根据以下公式可计算待测液的浓度：

$$C_x = \frac{\Delta C}{\text{antilog} \frac{\Delta E}{S} - 1}$$

其中， $\Delta C = C_s V_s / (V_x + V_s)$ ； $\Delta E = E_2 - E_1$ ； $S$  为  $2.303RT/nF$ 。

## 六、自动生化分析技术

自动生化分析技术是指机械化的仪器设备模仿代替手工操作，即将生化分析中的加样、加试剂、混匀、保温反应、检测、结果计算、显示、打印和清洗等步骤自动化的分析检测技术。现已有多种自动生化分析仪，实现了生化检测的自动化。

### （一）自动生化分析仪的类型

自动生化分析仪有多种类型。根据仪器的结构原理不同，可分为管道式（连续流动式）、分立式、离心式和干化学式自动生化分析仪。

1. 管道式分析仪 这是第一代自动生化分析仪。其特点是测定项目相同的各待测样品与试剂混合后的化学反应，是在同一管道中经流动过程完成的。该类自动生化分析仪存在较

严重的交叉污染,结果不太准确,现已淘汰。

2. 分立式分析仪 是指按手工操作的方式编排程序,并以有节奏的机械操作代替手工,各环节用传送带连接起来,按顺序依次操作。该类自动生化分析仪与管道式分析仪的主要差别是每个待测样品与试剂混合间的化学反应都是分别在各自的反应皿中完成的,不易出现交叉污染,结果可靠。

3. 离心式分析仪 是1969年以后发展起来的一种分析仪,由Anderson设计。其特点是化学反应器装在离心机的转子位置,该圆形反应器称为转头,先将样品和试剂分别置于转头内,当离心机开动后,圆盘内的样品和试剂受离心力的作用而相互混合发生反应,最后流入圆盘外圈的比色槽内,通过比色计进行检测。

4. 干化学式分析仪 是将一项测定中所需的全部或部分试剂预固定在固相载体上,在固相试剂上加上定量的血清后,产生颜色反应,然后利用分光检测系统对物质含量进行检测的一类新型仪器。

此外,根据仪器的测定速度不同,可分为小型生化分析仪、中型生化分析仪、大型生化分析仪和超大型(模块化)生化分析仪;根据仪器的自动化程度不同,可分为半自动生化分析仪和全自动生化分析仪。

## (二) 自动生化分析仪的分析方法

自动生化分析仪常用的分析方法包括以下几种:

1. 终点分析法 被测物质在反应过程中完全被转变为产物,即达到反应终点,根据终点吸光度的大小求出被测物浓度,称为终点法。实际上被测物并没有完全被转变,而只是与产物达到一个动态的化学平衡。因此,该法称为平衡法更为恰当。

(1) 一点终点法:在反应到达终点,即在时间-吸光度曲线上吸光度不再改变时选择一个终点吸光度值,这种方法称为一点终点法。

(2) 两点终点法:在反应过程中测定两个时间点。被测物反应或指示反应尚未开始时,选择第一个吸光度,在反应到达终点或平衡时选择第二个吸光度,此两点吸光度之差用于计算结果,称为两点终点法。

2. 固定时间法 是指在时间-吸光度曲线上选择两个测光点,此两点既非反应初始吸光度亦非终点吸光度,这两点的吸光度差值用于结果计算,称为固定时间法,有时也称此法为两点法。

3. 连续监测法 连续监测法又称速率法,是在测定酶活性或用酶法测定代谢产物时,连续选取时间-吸光度曲线中线性期的吸光度值,并以此线性期的单位吸光度变化值( $\Delta A/\text{min}$ )计算结果。连续监测法主要有两点速率法和多点速率法。

(1) 两点速率法:观察两个时间点的吸光度,计算出每分钟吸光度的变化值,然后计算。两个时间点必须是在零级反应期。

(2) 多点速率法:在酶促反应的零级反应期每隔一定时间监测一次,连续测多次,求出每分钟吸光度的变化值,然后计算。

4. 比浊法 通过检测物质对光的散射或透射强度测定物质含量的方法。