

# 实用 血气分析及 酸碱紊乱治疗学

*Practical blood gases analysis and acid-base  
disorders therapeutics*

主编 钱桂生 任成山 徐剑铖



郑州大学出版社

# 实用

## 血气分析及酸碱紊乱治疗学

*Practical blood gases analysis and acid-base disorders therapeutics*

主编 钱桂生 任成山 徐剑铖



郑州大学出版社

郑州

## 图书在版编目(CIP)数据

实用血气分析及酸碱紊乱治疗学/钱桂生,任成山,徐剑铖主编.

—郑州:郑州大学出版社,2014.10

ISBN 978-7-5645-1762-5

I. ①实… II. ①钱…②任…③徐… III. ①血液气体分析-治疗学

IV. ①R446.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 128598 号

ISBN 978-7-5645-1762-5



郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

河南省瑞光印务股份有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:40.5

字数:994 千字

版次:2014 年 10 月第 1 版

邮政编码:450052

发行电话:0371-66966070

印次:2014 年 10 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-1762-5

定价:222.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换

## 主编简介



**钱桂生**,主任医师、教授、博士研究生导师,专业技术一级;国内著名的呼吸内科专家,国家级重点学科(呼吸内科)带头人;现任全军呼吸内科研究所所长、第三军医大学新桥医院野战内科研究所所长兼内科学及物理诊断学教研室主任,享受国务院政府特殊津贴;被评为国家级有突出贡献中青年专家、全国优秀科技工作者、全军优秀教师、全军院校教书育人“优秀教师”、中央保健工作先进个人;荣获军队院校育才奖金奖、解放军总后勤部科技金星、解放军总后勤部伯乐奖、振兴重庆市争光贡献奖、首届中国医师奖、中国呼吸医师奖;荣立个人二等功2次、三等功

4次。

**学术任职:**任全国医学专业学位教育指导委员会委员、中国医师协会呼吸分会副主任委员、中华医学会呼吸病分会常委、中华医学会内科学分会常委、中华医学会呼吸病分会肺癌学组组长、重庆市医学会常务理事、重庆市医学会内科学会主任委员、重庆市生理学会副理事长、重庆市生理学会危重病专业委员会主任委员;《中华内科杂志》《第三军医大学学报》副主编,《中华肺脏疾病杂志(电子版)》总主编。

**专业特长:**从事临床工作40余年,长期在临床第一线工作,有丰富的临床经验、精湛的医疗技术,特别是在慢性阻塞性肺疾病、支气管哮喘与肺心病诊治,急性与慢性呼吸衰竭救治、动脉血气监测抢救危重病患者、肺癌的早期诊断及综合治疗等方面造诣颇深。在“呼吸系统疾病酸碱失衡基础研究与临床应用”和“急性呼吸窘迫综合征发病机制及防治研究”方向上取得了显著的成绩;推算出了中国人慢性呼吸性酸中毒和呼吸性碱中毒的预计代偿公式,创立了酸碱失衡的判断方法,提出了三重酸碱失衡新观点,使酸碱失衡判断由原来定性转为定量;推动了我国酸碱失衡判断的规范化,提高了对酸碱失衡的判断水平,为临床上正确治疗危重病患者酸碱失衡提供了新的理论依据。在国内率先全面、系统地开展了急性呼吸窘迫综合征的发病机制和临床诊治研究,提高了急性呼吸窘迫综合征的诊治水平。

**学术成就:**曾获国家科学技术进步二、三等奖各1项,军队及省部级科学技术进步二等奖18项,军队医疗成果一、二等奖各2项,军队教学成果一、二等奖各1项;主编专著9部,发表专业学术论文300余篇,其中国外SCI论文28篇;已招收培养博士后9名,博士生66名,硕士生21名。

## 主编简介



**任成山**,主任医师、教授、传统医学博士,硕士研究生导师。曾任第三军医大学新桥医院急诊科主任、门诊部主任,现任第三军医大学新桥医院《中华肺部疾病杂志(电子版)》编辑部主任。

**学术任职:**第三军医大学科学技术委员会委员、重庆市生理科学会暨危重病专业委员会常委、重庆市急诊医学专业委员会副主任委员;《中华医药学杂志》编委、《中华综合临床医学杂志》副主编、《中国急救医学》常务编委、《世界危重病医学杂志》编委、《中华肺部疾病杂志(电子版)》副总编辑、《现代医药卫生》杂志执行主编;重庆市高等学校学报研究会第四届理事会理事,中国高等学报自然学报研究会军队院校期刊专业委员会委员。

**专业特长:**从事临床医学第一线工作及医学科学研究35年,有较系统、扎实的内科学和急诊医学基础理论知识。长期在临床第一线工作,有丰富的临床医学工作经验,在医学研究中颇有建树,特别是对危重病患者和多器官功能障碍综合征(MODS)患者血清电解质紊乱与酸碱平衡紊乱诊断与防治有较深的研究,提出了针对危重病患者,尤其是MODS患者,pH是影响预后的主要因素,pH<7.30者病死率为83.3%,而pH>7.30者为53.7%( $P<0.05$ )。能较熟练对消化系统常见病、多发病及疑难危重疾病的诊断及治疗。在国内首先提出阴离子隙(AG)>18 mmol/L时,对代谢性酸中毒具有诊断价值。通过测定血清甘胆酸含量判断肝硬化的预后,以及对肝硬化的进一步治疗和预防肝性脑病的发生具有指导意义。在国内较早根据血浆 $\beta$ -内啡肽水平判断休克程度,并采用阿片受体拮抗剂——纳洛酮抗休克治疗,获得了较好的疗效。在国内首先使用MODS和全身炎症反应综合征(SIRS)的概念。救治了大量的危重病患者和MODS患者。

对医学杂志的创办有前瞻性和开创性工作经验,特别熟悉医学杂志文章的修改、编辑、审稿、定稿、排版、印制和发行整个工作流程,尤为熟悉法定计量在医学中的应用,对医学杂志质量提升及营销等有较为丰富的经验,并熟知国内和军内一大批同行知名专家及教授。

**学术成就:**撰写并发表医学学术论文115篇,其中,中华系列杂志和国家统计源期刊78篇。主编医学专著7部,参编医学专著11部。招收培养硕士研究生9名。获国家科技进步三等奖1项,军队科技进步及医疗成果奖一、二、三等奖共5项,获重庆市科委课题1项,重庆市科技进步二等奖1项。荣立个人三等功2次。



**徐剑铖**, 医学博士, 主任医师、教授、博士研究生导师。现任第三军医大学新桥医院副院长。

**学术任职:** 中国医院协会理事、中国医师协会呼吸医师分会委员、中国药学会药物流行病学专业委员会委员、全军健康管理委员会常务委员、全军医疗质量管理委员会委员、全军医学伦理委员会委员、中华医学会重庆市分会呼吸专委会主任委员。《中华肺部疾病杂志》副主编、《药物流行病学杂志》常务编委,《解放军医学杂志》《重庆医学》《国际医学检验杂志》等杂志编委。国家自然科学基金项目评审专家,军队医院等级评审专家,第三军医大学第十一届科学技术委员会委员等。

**专业特长:** 从事临床工作 30 多年,长期在临床第一线工作,有丰富的临床经验、精湛的医疗技术,主要从事急性呼吸窘迫综合征的发病机制及防治等研究,对临床危重病患者血清电解质紊乱与酸碱失衡诊断与防治有较深的研究。

**学术成就:** 先后主持国家、军队及省部级科研课题 9 项,参与课题 10 项,发表研究论文 97 篇,副主编、参编著作 5 部,获军队科技进步二等奖、教学成果一等奖等成果 5 项。2010 年、2013 年先后两次被评为“重庆市医院管理先进工作者”。先后招收培养呼吸专业硕士研究生 7 名、博士研究生 4 名。指导研究生撰写发表论文 27 篇,其中 SCI 收录论文 5 篇。

## 内容提要

本书是关于血气分析与酸碱平衡紊乱及临床治疗医学的专著。全书共 32 章,全面、系统地阐述了动脉血气分析和酸碱平衡紊乱的基础理论及临床应用,包括血气分析和酸碱平衡的概念、肺气体交换、血氧及其氧的运输、酸碱平衡调节、红细胞内酸碱平衡、酸碱平衡紊乱时脑脊酸碱调节、血气分析测定方法、酸碱平衡紊乱的类型分析判断和临床治疗等。介绍了多学科及多种疾病动脉血气变化和酸碱平衡紊乱,特别是对急危重病患者尤为实用,同时对血气及酸碱平衡监护新技术进行了介绍。其内容丰富,技术新颖,资料翔实,观点权威,理论系统,基础理论与临床应用紧密结合。文字叙述深入浅出,条目清晰,图文并茂。内容科学性、先进性、指导性、实用性强。本书不仅对从事临床各科医师具有指导作用,而且对医学高等院校的研究生、本科生也具有重要参考价值。

主 编 钱桂生 任成山 徐剑铖

副主编 杜晓锋 金发光 夏前明 李 琦 郭 红

编 委(以姓氏笔画为序)

|     |           |                  |
|-----|-----------|------------------|
| 王长征 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 王关嵩 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 白 莉 | 副主任医师、副教授 | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 包晓航 | 主治医师、讲师   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 任成山 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 刘双林 | 主治医师、讲师   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 杜晓锋 | 主任医师      | 重庆邮政医院·重庆陵江医院    |
| 苏晓萍 | 副主任医师     | 重庆市肿瘤医院·重庆市肿瘤研究所 |
| 李 琦 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 李 靖 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 李玉英 | 副主任医师、副教授 | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 李宜辉 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 杨天德 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 杨仕明 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 肖颖彬 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 吴国明 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 吴学玲 | 副主任医师、副教授 | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |
| 邹冬玲 | 主治医师      | 重庆市肿瘤医院·重庆市肿瘤研究所 |
| 沈奕播 | 主治医师      | 四川省自贡市第四人民医院     |
| 宋 勇 | 主任医师、教授   | 解放军南京军区南京总医院     |
| 张 竞 | 副主任医师、副教授 | 解放军总医院(301 医院)   |
| 张志宏 | 主治医师、讲师   | 解放军南京军区南京总医院     |
| 张朋彬 | 副主任医师、教授  | 解放军第三军医大学附属新桥医院  |

|     |           |                 |
|-----|-----------|-----------------|
| 金发光 | 主任医师、教授   | 解放军第四军医大学附属唐都医院 |
| 郑 健 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院 |
| 赵晓晏 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院 |
| 胡明冬 | 副主任医师、副教授 | 解放军第三军医大学附属新桥医院 |
| 柏健鹰 | 副主任医师、副教授 | 解放军第三军医大学附属新桥医院 |
| 姚 伟 | 副主任医师、副教授 | 解放军第三军医大学附属新桥医院 |
| 袁发焕 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院 |
| 夏前明 | 主任医师、教授   | 成都中医药大学附属医院     |
| 钱 频 | 主治医师、讲师   | 解放军第三军医大学附属新桥医院 |
| 钱桂生 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院 |
| 徐剑铖 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院 |
| 郭 红 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属新桥医院 |
| 凌贤龙 | 副主任医师、副教授 | 解放军第三军医大学附属新桥医院 |
| 崔社怀 | 主任医师、教授   | 解放军第三军医大学附属大坪医院 |
| 焦慧勤 | 副主任护师     | 重庆医科大学附属口腔医院    |
| 廖 华 | 副主任医师     | 重庆邮政医院·重庆陵江医院   |

本书编审 李振川 任成山

酸碱平衡紊乱是一重要的病理生理和临床救治的理论与实际问题,动脉血气分析是监测酸碱平衡和多种临床病理过程的重要技术手段,特别在救治危重患者中,发挥了重要作用。我国于20世纪70年代即应用于临床,并随血气分析仪的推广应用,人们对此认识和应用的水平不断提高。但目前不少基层医院尚未普遍开展,临床实际效益尚未充分显现,亟须普及基础理论知识并指导实际应用,为此,需要一部从理论与实际的结合上,全面系统介绍酸碱平衡紊乱动脉血气分析的专著。由钱桂生、任成山和徐剑铖教授主编的《实用血气分析及酸碱紊乱治疗学》遂适应需求而出版了。

本书的编著者均是临床一线医师,既从事过科学研究,又具有丰富临床经验。特别是钱桂生教授,作为呼吸系统疾病专家,被公认为这一领域的学术带头人。本书以作者们自己的研究成果和临床经验为基础,适当吸取国内外新进展,内容新颖、系统全面、新概念多,实用性强,基础理论阐述深入和临床应用紧密结合,注重新技术、新经验和临床病例的介绍。其中酸碱紊乱预计代偿公式、潜在碳酸氢根、阴离子隙、混合型酸碱紊乱、三重酸碱平衡紊乱、红细胞内酸碱平衡、酸碱紊乱时脑脊液对酸碱调节,以及临床多种疾病的酸碱紊乱特点及其判断和救治等,均是近年来新的进展和新的研究成果。

本书可作为临床各科、各级医师和医学院校师生的参考书,将对血气分析的临床应用有重要的推动作用,我愿向广大读者推荐,同时也感谢编著者的辛勤劳动。我期盼此书早日与读者见面。

中国工程院院士  
解放军第三军医大学教授

程天民

2014 年元旦

自从 1959 年世界上第一台血气分析仪在丹麦首都哥本哈根问世以来,已有 50 多年的历史,而动脉血气分析被广泛应用于临床,国外是从 20 世纪 50 年代末开始的,国内则从 20 世纪 70 年代刚开始。随着动脉血气分析在临床上的广泛应用,不仅对动脉血气分析的基础理论有了更深入的研究,而且在动脉血气分析的临床应用中取得了较大进展,动脉血气分析在提高危重病患者的救治水平方面起到了很大作用。

为了更好地发挥动脉血气分析在临床危重病患者救治中的作用,临床医师需要一部系统、全面介绍动脉血气分析基础理论与临床应用新进展的专著。本书就是在全面深入地概述该领域国内外进展的基础上,结合作者多年来在动脉血气及酸碱平衡领域的基础研究成果和临床应用经验,系统地介绍了动脉血气分析的基础理论及临床应用进展。全书关于“血气分析与酸碱平衡的理论基础”和“相关疾病血清电解质改变及酸碱平衡的临床应用”等内容共 32 章。其中潜在碳酸氢根 (potential bicarbonate,  $\text{HCO}_3^-$ )、阴离子隙 (anion gap, AG)、三重酸碱平衡紊乱 (triple acid base disorders, TABD) 和酸碱紊乱预计代偿公式等新概念、酸碱紊乱的类型及判断、红细胞内酸碱平衡、酸碱紊乱时脑脊液酸碱的调节、各种疾病酸碱紊乱特点、血气及酸碱平衡监护技术及临床应用等,都是该领域的最新进展。全书中的所有表格和图均用彩色,以崭新的版式与图文并茂形式,展现在读者面前。承担此书编写的作者都是在“血气分析与酸碱平衡”领域内做了大量的科研和临床工作,并取得了较大成绩的临床一线专家学者。他们具有系统、扎实的基础理论知识和丰富的临床实践经验,在编写此书的过程中,吸收国内外的新进展、新成果和新经验,并结合自己的科研成果和临床实践经验。本书的内容丰富,技术新颖,资料翔实,观点权威,理论系统,基础理论与临床应用紧密结合。文字叙述深入浅出,条目清晰。科学性高、实用性强,并具有临床指导性。本书不仅对从事临床各科各界医师具有指导作用,而且对医学高等院校的研究生、本科生也具有重要参考价值,可作为医学高等院校各临床专科的研究生及医学本科生教材使用。

在本书的编写过程中,各位编者做了大量艰辛的工作,郑州大学出版社大力地支持和做了认真细致地编辑审校工作,程天民院士欣然为本书作序,在此一并表示衷心的感谢。期望本书对读者有所帮助,这是本书全体编者的最大心愿。由于编者水平有限,书中不当和谬误之处在所难免,殷

切期望各位专家和广大读者批评指正。

对本书一些问题特说明如下。

1. 关于参考文献序号问题:由于在本书各章节正文中无参考文献序号标注,如<sup>[1]</sup>、<sup>[2]</sup>、<sup>[3]</sup>……因此,全书参考文献的序号一律不加括号,直接用1、2、3……作序号。

2. 百分浓度表示方法问题:百分浓度有3种表示方法,即小数表示法、质量体积表示法与物质的量浓度表示法。但至今在国内外大部分书刊中仍然多以百分号(%)表示百分浓度,以及尊重读者的阅读习惯,因此,本书仍采用目前临床上惯用的以百分号(%)表示百分浓度。

3. 压力单位问题:本着尊重临床使用和读者阅读习惯,本书统一采用毫米汞柱(mmHg)或厘米水柱(cmH<sub>2</sub>O)在前,千帕(kPa)单位在后括号内表示压力单位及数据(1.00 kPa=7.50 mmHg,1.00 mmHg≈0.133 kPa)。

4. 小数点后位数问题:本书中一般在小数点后保留两位数,特殊情况保留3位数以上。

钱桂生 任成山 徐剑铖

2014年5月1日

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| <b>第一章 血气分析与酸碱平衡概论</b> .....           | 1  |
| <b>第一节 酸碱平衡的基本概念</b> .....             | 1  |
| 一、pH 和 $[H^+]$ .....                   | 2  |
| 二、pH、 $PaCO_2$ 和 $HCO_3^-$ 之间的关系 ..... | 2  |
| <b>第二节 动脉血气分析的临床应用</b> .....           | 5  |
| 一、动脉血气分析的临床应用及意义 .....                 | 5  |
| 二、阴离子隙的临床应用及意义 .....                   | 6  |
| 三、潜在 $HCO_3^-$ 的临床应用及意义 .....          | 7  |
| 四、酸碱平衡紊乱预计代偿公式的临床应用 .....              | 8  |
| <b>第三节 水平衡及水代谢紊乱</b> .....             | 10 |
| 一、水平衡的生理基础 .....                       | 10 |
| 二、水的代谢紊乱 .....                         | 15 |
| <b>第四节 电解质紊乱与酸碱平衡紊乱的关系</b> .....       | 23 |
| 一、电解质变化与酸碱平衡紊乱的规律 .....                | 23 |
| 二、酸碱平衡紊乱与电解质紊乱的关系 .....                | 25 |
| 参考文献 .....                             | 27 |
| <b>第二章 肺气体交换</b> .....                 | 28 |
| <b>第一节 气体的物理性质</b> .....               | 28 |
| 一、气体交换的定律 .....                        | 28 |
| 二、氧分压和二氧化碳分压 .....                     | 30 |
| 三、水蒸气分压 .....                          | 31 |
| <b>第二节 呼吸动力机制</b> .....                | 31 |
| 一、呼吸肌 .....                            | 31 |
| 二、呼气肌 .....                            | 32 |
| 三、呼吸器官(肺和胸廓)的阻力 .....                  | 32 |
| <b>第三节 肺的容量和通气</b> .....               | 35 |
| 一、肺容量及组成 .....                         | 35 |
| 二、肺的通气 .....                           | 37 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| 第四节 肺的换气 .....    | 38 |
| 一、通气和血流的比例 .....  | 38 |
| 二、气体扩散 .....      | 41 |
| 第五节 肺的血液循环 .....  | 43 |
| 一、肺循环的解剖特点 .....  | 43 |
| 二、肺循环的压力 .....    | 43 |
| 三、血流的阻力 .....     | 44 |
| 四、肺血流 .....       | 45 |
| 第六节 呼吸的调节 .....   | 47 |
| 一、中枢神经系统的调节 ..... | 47 |
| 二、神经反射调节 .....    | 48 |
| 三、化学性调节 .....     | 48 |
| 参考文献 .....        | 50 |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第三章 二氧化碳的生成及调节 .....          | 51 |
| 第一节 二氧化碳在体内的分布 .....          | 51 |
| 第二节 二氧化碳的运输和排出 .....          | 52 |
| 一、二氧化碳在血液中的运送形式 .....         | 53 |
| 二、二氧化碳解离曲线 .....              | 55 |
| 三、二氧化碳清除率与呼吸商 .....           | 56 |
| 第三节 影响二氧化碳运输和排出的因素 .....      | 56 |
| 一、影响二氧化碳运输和排出的主要因素 .....      | 56 |
| 二、影响二氧化碳运输和排出的其他因素 .....      | 59 |
| 第四节 二氧化碳呼出的调节 .....           | 60 |
| 一、外周化学感受器 .....               | 60 |
| 二、中枢性化学感受器 .....              | 61 |
| 三、二氧化碳对呼吸的调节 .....            | 62 |
| 四、二氧化碳、氢离子和氧在呼吸调节中的相互作用 ..... | 63 |
| 第五节 二氧化碳在酸碱平衡中的作用 .....       | 65 |
| 第六节 二氧化碳对机体各系统的影响 .....       | 65 |
| 一、二氧化碳对机体作用的特点 .....          | 65 |
| 二、对循环系统的影响 .....              | 66 |
| 三、对神经系统的影响 .....              | 66 |
| 四、对呼吸系统的影响 .....              | 67 |
| 五、对肾脏及电解质的影响 .....            | 68 |
| 六、高碳酸血症和低碳酸血症的危害 .....        | 68 |
| 第七节 允许性高碳酸血症及其相关通气策略 .....    | 69 |
| 一、呼吸机所致肺损伤及其他不良反应 .....       | 70 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 二、允许性高碳酸血症的必要性和可行性 .....  | 71 |
| 三、允许性高碳酸血症的实际应用和对策 .....  | 72 |
| 四、允许性高碳酸血症的允许范围及禁忌证 ..... | 74 |
| 五、允许性高碳酸血症的不良反应及其对策 ..... | 74 |
| 参考文献 .....                | 75 |

## 第四章 血氧及氧的运输 .....

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第一节 氧的基础理论 .....            | 77  |
| 一、基本概念 .....                | 77  |
| 二、氧的运输 .....                | 78  |
| 三、氧在组织中的释放和利用 .....         | 84  |
| 第二节 缺氧机制 .....              | 86  |
| 一、肺血流动力学 .....              | 86  |
| 二、肺气体交换 .....               | 87  |
| 第三节 低氧血症的原因与鉴别 .....        | 91  |
| 一、低氧血症的原因 .....             | 91  |
| 二、低氧血症的鉴别 .....             | 93  |
| 第四节 缺氧的病理生理 .....           | 94  |
| 一、缺氧对呼吸系统的影响 .....          | 94  |
| 二、缺氧对循环系统的影响 .....          | 94  |
| 三、缺氧对中枢神经系统的影响 .....        | 95  |
| 四、缺氧对血液系统的影响 .....          | 95  |
| 五、缺氧对泌尿及消化系统的影响 .....       | 95  |
| 第五节 氧供与氧耗 .....             | 96  |
| 一、氧输送量、氧耗量和氧摄取率 .....       | 96  |
| 二、氧输送与氧消耗的关系 .....          | 97  |
| 三、急性呼吸窘迫综合征氧输送与氧消耗的关系 ..... | 98  |
| 四、血流动力学监测与组织氧合状态的监测 .....   | 99  |
| 五、判断低氧血症的常用参数 .....         | 104 |
| 参考文献 .....                  | 105 |

## 第五章 $\text{PaO}_2$ 、 $\text{PaCO}_2$ 和 $\text{SaO}_2$ 的评估及其临床意义 .....

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 第一节 氧降阶梯与呼吸的五个环节 .....                  | 106 |
| 第二节 $\text{PO}_2$ 和肺泡-动脉血氧分压差 .....     | 108 |
| 一、肺泡-动脉血氧分压差 .....                      | 109 |
| 二、导致低氧血症的原因及鉴别 .....                    | 110 |
| 三、 $\dot{V}/\dot{Q}$ 比值对气体交流交换的影响 ..... | 110 |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 四、 $\dot{V}/\dot{Q}$ 比值失调的生理调节 .....                                            | 111 |
| 五、肺换气功能障碍类型的鉴别 .....                                                            | 112 |
| <b>第三节 <math>\text{PaO}_2</math>、<math>\text{SaO}_2</math>、Hb 和动脉血氧含量</b> ..... | 113 |
| 一、低氧血症和缺氧的概念 .....                                                              | 113 |
| 二、血液运送氧的两种形式 .....                                                              | 114 |
| 三、Hb 的分子结构和功能 .....                                                             | 116 |
| 四、Hb 与 $\text{O}_2$ 结合的特点 .....                                                 | 117 |
| 五、氧解离曲线和半饱和 $\text{PO}_2$ ( $\text{P}_{50}$ ) 及其影响因素 .....                      | 118 |
| 六、影响 $\text{P}_{50}$ 所处的位置因素 .....                                              | 119 |
| <b>第四节 <math>\text{PaO}_2</math> 和肺泡-动脉血氧分压差</b> .....                          | 119 |
| <b>第五节 <math>\text{PaO}_2</math>、<math>\text{SaO}_2</math> 和氧含量</b> .....       | 122 |
| <b>第六节 <math>\text{PaCO}_2</math> 和肺泡通气</b> .....                               | 125 |
| <b>第七节 组织氧合状态的评估及临床意义</b> .....                                                 | 127 |
| 一、组织氧合状态的评估 .....                                                               | 127 |
| 二、 $\text{PCO}_2$ 高而 $\text{SaO}_2$ 低的原因 .....                                  | 132 |
| 三、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 的临床意义 .....                                      | 133 |
| 四、动脉/肺泡气氧分压比值的临床意义 .....                                                        | 133 |
| <b>参考文献</b> .....                                                               | 133 |
| <b>第六章 酸碱平衡的调节</b> .....                                                        | 135 |
| <b>第一节 酸碱平衡调节机制</b> .....                                                       | 135 |
| 一、体液中酸碱物质的来源 .....                                                              | 136 |
| 二、缓冲系统 .....                                                                    | 136 |
| 三、肺的调节 .....                                                                    | 137 |
| 四、肾脏的调节 .....                                                                   | 138 |
| <b>第二节 红细胞内酸碱平衡及调节</b> .....                                                    | 140 |
| 一、红细胞内酸碱平衡状态的测定 .....                                                           | 140 |
| 二、 $\text{pHi}$ 的正常值 .....                                                      | 141 |
| 三、影响 $\text{pHi}$ 的因素 .....                                                     | 142 |
| 四、 $\text{pHi}$ 的调节 .....                                                       | 143 |
| 五、红细胞内酸碱平衡的生理作用和临床意义 .....                                                      | 145 |
| <b>第三节 脑脊液酸碱平衡及调节</b> .....                                                     | 145 |
| 一、脑脊液的解剖生理 .....                                                                | 145 |
| 二、脑脊液-血液酸碱指标及离子成分的关系 .....                                                      | 148 |
| 三、脑脊液对酸碱平衡调节的机制 .....                                                           | 151 |
| 四、脑在脑脊液酸碱平衡中的作用 .....                                                           | 154 |
| 五、脑脊液离子主动转运的形式 .....                                                            | 157 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 六、酸碱平衡紊乱时脑脊液的酸碱平衡调节 .....         | 161 |
| 参考文献 .....                        | 164 |
| <b>第七章 电解质平衡的调节与紊乱</b> .....      | 165 |
| <b>第一节 电解质分布与调节</b> .....         | 165 |
| 一、电解质分布 .....                     | 165 |
| 二、电解质的需要量与调节 .....                | 167 |
| 三、血清电解质调节机制 .....                 | 168 |
| <b>第二节 电解质的生理功能</b> .....         | 168 |
| 一、钾的生理功能 .....                    | 168 |
| 二、钠的生理功能 .....                    | 169 |
| 三、镁的生理功能 .....                    | 170 |
| 四、钙的生理功能 .....                    | 170 |
| 五、氯的生理功能 .....                    | 170 |
| <b>第三节 常见血清电解质紊乱</b> .....        | 171 |
| 一、低氯血症 .....                      | 171 |
| 二、低钠血症 .....                      | 172 |
| 三、低钾血症 .....                      | 174 |
| 四、高钾血症 .....                      | 175 |
| 五、低镁血症 .....                      | 177 |
| 参考文献 .....                        | 179 |
| <b>第八章 血气分析测定原理与方法</b> .....      | 180 |
| <b>第一节 血气分析的测定原理</b> .....        | 180 |
| 一、pH 电极 .....                     | 180 |
| 二、PCO <sub>2</sub> 电极 .....       | 181 |
| 三、PO <sub>2</sub> 电极 .....        | 182 |
| <b>第二节 血气分析的测定技术</b> .....        | 183 |
| 一、标本的采集 .....                     | 183 |
| 二、标本的保存 .....                     | 183 |
| 三、仪器的操作 .....                     | 184 |
| 四、影响血气分析测定结果的因素 .....             | 184 |
| <b>第三节 血气分析的质量控制</b> .....        | 186 |
| 一、观察法 .....                       | 187 |
| 二、简易质控法 .....                     | 187 |
| 三、标准质控物法 .....                    | 188 |
| <b>第四节 血气分析测定结果的计算及温度校正</b> ..... | 190 |
| 一、温度对 PO <sub>2</sub> 的影响 .....   | 190 |