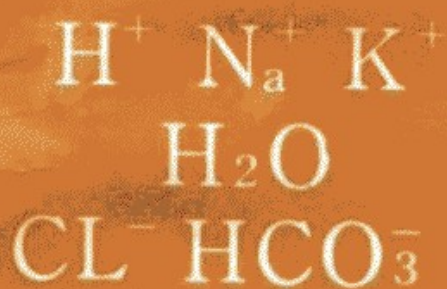


实用水电解质酸碱失衡

诊断治疗学



吴明永 董卫平 刘莲秋 主编

中国科学技术出版社

R58
WAM
C2

98357

实用水电解质酸碱失衡 诊断治疗学

吴明永 董卫平 刘莲秋 主编



中国科学技术出版社

· 北 京 ·



(京)新登字026号

图书在版编目(CIP)数据

实用水电解质酸碱失衡诊断治疗学/吴明永等主编.

—北京:中国科学技术出版社,1994

ISBN 7-5046-1924-8

I.实…

II.吴…

III.水-电解质代谢紊乱-诊断-治疗学

IV.R589.4

中国科学技术出版社出版

北京海淀区白石桥路32号 邮政编码:100031

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

菏泽技工学校印刷厂印刷

※

开本:787×1092毫米 1/32 印张:16 字数: 325千字

1994年8月第1版 1994年8月第1次印刷

印数:1—6000册 定价:10.50元

内 容 提 要

本书从临床实用出发,本着理论与实践兼顾的原则,重点叙述了临床各科有关水电解质酸碱失衡的基础理论、诊断方法、医疗措施及其在危重病中的特点。适合于临床广大医务工作者及医学生阅读、参考。

主 编	吴明永	董卫平	刘莲秋	
副主编	程 霖	刘心臣	王 军	孙文莲
	高忠民	苗登民	朱济修	
编 委	(以姓氏笔划为序)			
	于克冉	王世杰	王劲松	王美顺
	王德荣	冯晓曦	付淑娟	江建华
	朱保娥	刘继兰	刘翠英	刘贵涛
	刘桂香	张文运	张 玲	谷继功
	李远景	李兆兴	李传勤	李秀平
	何东方	岳凤菊	陈尔成	赵素萍
	赵凤英	洪继廷	高树栋	高爱芹
	党 莉	黄素贞	崔香花	廖爱芹

前 言

水电解质酸碱失衡是一个较为复杂的课题，与临床各科均有密切关系。临床各科许多常见危重疾病在演变发展过程中常可出现水电解质紊乱及酸碱失衡。酸碱及水电解质失衡诊断治疗是否及时、正确，直接影响到整个疾病的预后。因此，全面、正确地认识这一课题，掌握其发生发展规律，积极采取有效的治疗措施，在抢救危重病人中是非常重要的。

近年来随着医学科学的迅速发展，国内外在这方面的基础理论研究及诊断治疗方法都有了很大进展，增加了许多新概念、新内容。为了使临床工作者进一步系统掌握这方面的知识，我们翻阅了大量国内外的书刊文献，结合多年来的临床实践体会，编写了这本《实用水电解质酸碱失衡诊断治疗学》。

该书从临床实用出发，本着理论性与实践性兼顾的原则，重点叙述了各科共用的有关水电解质酸碱失衡的基础理论、诊断治疗方法及水电解质酸碱失衡在临床各科常见危重病中的特点。可供临床医师及医学院校学生学习参考。

参加本书编写的有山东、河南、四川、湖北、广西等地的专家及临床医师。由于我们学术水平和实践经验有限，加之时间仓促，在编写过程中难免错误，恳切希望各位同道和读者的批评指正。

编 者

一九九四年八月二十日

目 录

总 论

第一章 水、电解质及酸碱平衡的生理概述	(1)
第一节 体液的含量与分布.....	(1)
第二节 有关电解质平衡的基本概念.....	(4)
第三节 体液的阴离子与阳离子平衡.....	(10)
第四节 体液的交流与移动.....	(12)
第五节 体液渗透压平衡和容量的调节机理.....	(20)
第六节 体液氢离子浓度的调节.....	(30)
第二章 水钠代谢紊乱	(42)
第一节 水钠代谢紊乱发生的方式.....	(42)
第二节 高渗脱水.....	(45)
第三节 低渗脱水.....	(49)
第四节 等张性脱水.....	(54)
第五节 水过多与水中毒.....	(56)
第六节 等张性体液过多.....	(63)
第七节 盐中毒与高钠血症.....	(64)
第八节 低渗血症.....	(66)
第三章 钾的正常和异常代谢	(74)
第一节 钾的正常代谢及生理功能.....	(74)
第二节 低钾血症.....	(79)
第三节 高钾血症.....	(91)
第四章 镁的正常和异常代谢	(103)
第一节 镁的正常代谢.....	(103)

第二节	镁的生理功能及药理作用·····	(104)
第三节	低镁血症·····	(106)
第四节	高镁血症·····	(108)
第五章	钙磷的正常与异常代谢·····	(111)
第一节	钙磷的正常代谢·····	(111)
第二节	钙磷异常代谢·····	(118)
第六章	酸碱代谢紊乱·····	(125)
第一节	判断酸碱紊乱常用指标及其临床意义·····	(125)
第二节	酸碱失衡的判断方法·····	(137)
第三节	代谢性酸中毒·····	(151)
第四节	代谢性碱中毒·····	(168)
第五节	呼吸性酸中毒·····	(179)
第六节	呼吸性碱中毒·····	(184)
第七节	复合型酸碱失衡·····	(188)
第七章	常用溶液的性质及作用·····	(218)
第一节	非电解质溶液·····	(218)
第二节	电解质溶液·····	(219)
第三节	混合溶液·····	(223)
第四节	胶体溶液·····	(224)
第五节	渗透性利尿剂·····	(227)
第八章	输液和输液并发症·····	(232)
第一节	输液中应注意的问题·····	(232)
第二节	静脉输液的方法·····	(236)
第三节	输液并发症·····	(240)
第九章	血管外补液·····	(244)
第一节	口服补液·····	(244)

第二节	胃管补液.....	(247)
第三节	肛管补液.....	(247)
第十章	全静脉高营养疗法.....	(249)
第一节	全静脉高营养适应症及输液途径.....	(249)
第二节	静脉营养液的选择和配制.....	(253)
第三节	静脉高营养疗法的并发症及防治.....	(263)

各 论

第一章	内科常见病所致水电解质酸碱失衡.....	(267)
第一节	充血性心力衰竭中的水电解质酸碱失衡.....	(267)
第二节	呼吸衰竭致水电解质酸碱失衡.....	(281)
第三节	肝硬化致水电解质酸碱失衡.....	(301)
第四节	肝昏迷致水电解质酸碱失衡.....	(311)
第五节	急性肾功能衰竭致水电解质酸碱失衡.....	(320)
第六节	慢性肾功能不全致水电解质酸碱失衡.....	(326)
第七节	人工透析与水电解质酸碱失衡.....	(334)
第八节	糖尿病酮症酸中毒及水电解质失衡.....	(344)
第九节	高渗性非酮症性糖尿病昏迷致水电解质 酸碱失衡.....	(354)
第十节	中枢神经系统疾病致水电解质酸碱失衡.....	(362)
第二章	外科常见疾病致水电解质酸碱失衡.....	(373)
第一节	严重创伤致水电解质酸碱失衡.....	(373)
第二节	烧伤致水电解质酸碱失衡.....	(379)
第三节	急性消化道穿孔致水电解质酸碱失衡.....	(385)
第四节	胃肠道梗阻致水电解质酸碱失衡.....	(387)

第五节	消化道痿致水电解质酸碱失衡·····	(393)
第六节	心脏外科手术前后的水电解质酸碱失衡·····	(396)
第三章	妇产科疾病致水电解质酸碱失衡·····	(406)
第一节	妊娠期水电解质酸碱平衡的改变·····	(406)
第二节	羊水的正常与异常代谢·····	(408)
第三节	妊娠剧吐致水电解质酸碱失衡·····	(410)
第四节	妊娠高血压综合症致水电解质酸碱失衡·····	(413)
第五节	产后中暑致水电解质酸碱失衡·····	(416)
第四章	儿科常见疾病致水电解质酸碱失衡·····	(419)
第一节	小儿体液平衡的特点·····	(419)
第二节	幼儿营养不良致水电解质酸碱失衡·····	(422)
第三节	婴儿腹泻致水电解质酸碱失衡·····	(428)
第四节	婴儿肺炎致水电解质酸碱失衡·····	(437)
第五章	传染科常见疾病致水电解质酸碱失衡·····	(444)
第一节	细菌性疾病致水电解质酸碱失衡·····	(444)
第二节	流行性出血热致酸碱水电解质失衡·····	(456)
第三节	感染性休克致水电解质酸碱失衡·····	(468)
第六章	各系统癌肿致水电解质酸碱失衡·····	(480)
第一节	高钙血症·····	(480)
第二节	高尿酸血症·····	(485)
第三节	乳酸中毒症·····	(486)
第四节	急性癌肿溶解综合症·····	(487)
第五节	癌肿病人所致酸碱失衡·····	(489)
附 录	·····	(490)
附录一	临床常用实验室检查正常值·····	(490)
附录二	常用液体pH值·····	(494)

附录三	输液速度与液量关系表.....	(494)
附录四	常用溶液离子含量.....	(495)
附录五	混合溶液的配制.....	(497)

· 总论 ·

第一章 水电解质及酸碱平衡的生理概述

新陈代谢是宇宙间普遍规律，人类的生命过程亦不例外。人体进行新陈代谢的过程，实质上是一系列复杂的、相互关联的生化反应的过程，这种过程包括合成性代谢和分解性代谢两大部分，主要是在细胞内进行的。所有这些生化反应过程都离不开水。体内水的容量和分布以及溶解在水中的电解质浓度都是由人体的调节功能所控制，从而使细胞内液、细胞外液的容量、电解质浓度、渗透压、pH值能维持在一定的生理范围内，处于一种动态平衡。正是这种酸碱水电解质平衡，保持了人体各脏器各组织的生理功能。任何疾病，任何脏器或系统的病理状态均可导致这种平衡的破坏，出现酸碱水电解质紊乱，影响人体生理功能。虽然酸碱水电解质紊乱不是原发疾病，但它确是各系统疾病引起的后果或同时伴有的病理现象。在诊断和治疗原发疾病的同时，重视和正确处理酸碱水电解质紊乱是一个重要的课题，对提高医疗质量、挽救临床各科危重病人生命十分重要。

第一节 体液的含量和分布

一、体液的含量和分布

体液是人的主要成分，随着人体性别、年龄、体重的不同，人体所含体液总量亦有差异，一般特点是小儿较多，成人

较少；男性较多、女性较少；瘦者较多，肥胖者较少。其含量约占人体体重的45%~63%不等。健康男性平均为60%，女性为55%，婴儿75%左右，小儿约在4~12岁时逐渐降为成人水平。体液主要是由两大部分组成，即细胞外液和细胞内液。

(一)细胞外液的含量与分布 细胞外液可以被认为是一个独特的系统，它的主要生理功能是输送生命必需物质至细胞。细胞外液实质上构成了机体的内环境。根据不同的测定方法，细胞外液含量占体重的15%~25%不等，一般可以认为细胞外液约占体重的20%。细胞外液主要包括流动于血管及淋巴管中的血浆、淋巴液及存在于细胞周围的细胞间液。前者约占体重的3.5%~5%。两者之间被毛细血管壁所分隔，除较大的蛋白质分子外，其它电解离子可自由通过。此外，胃肠道分泌的肠液，肾脏分泌的尿液，汗腺分泌的汗液等均是细胞外液的特殊部分，在病理条件下可发生重大变化，具有重要的临床意义。

(二)细胞内液的含量 细胞内液是体液的重要组成部分，对维持组织细胞的正常生理功能起着重要的作用。所谓细胞内液是指机体细胞总体(BCM)所含的体液。机体细胞总体即指人体中所有存活着的细胞的总和，包括骨骼肌、平滑肌、内脏实质细胞以及血细胞。临床上BCM可用下面公式进行推算： $BCM(g) = K_e \times 8.33$ ，其中 K_e 为可交换钾，单位为mmol，指的是24小时内可以与注入的 ^{42}K 取得平衡的体内钾池。我们已经知道，细胞的水含量约为70%，因此细胞内液量可用 $ICW = 0.7 \times BCM$ 算出，一般约占体重的40%左右。正常情况下，细胞内液在总体水中占有比例大，而在慢性疾病中，如肿瘤、慢性感染、肝脏疾病等，细胞内液

与总体水比例下降，这往往是由于细胞内液减少及细胞外液大量增加所致。

二、体液的组成成分

体液有细胞内液和细胞外液两大部分，细胞外液又是由血浆和组织间液组成。不同部位的体液成分差异很大。血浆、脑脊液的成分可以直接测定，而细胞内液及组织间液的成分则不易测定。根据道南氏平衡，组织间液的成分可认为在电解质方面与血浆相近，但蛋白质等大分子物质(不易透过毛细血管膜)成分比血浆要低得多。细胞内液的成分通常需组织活检测定等方法测得。

(一) 细胞外液的主要成分 细胞外液中主要阳离子成分是 Na^+ ，含量最多，平均为 140mmol/L ；其次是 K^+ ，含量平均为 4.5mmol/L ； Ca^{2+} ，平均含量 2.5mmol/L ； Mg^{2+} ，平均含量 1mmol/L 。阴离子成分以 Cl^- 为主，平均含量为 100mmol/L ；其次为碳酸氢根，平均含量 26mmol/L ；有机酸根，平均含量 3mmol/L ；磷酸根，平均含量 1mmol/L ；硫酸根，平均含量 0.5mmol/L 。除上述主要阴阳离子外，细胞外液还含有许多微量元素。因为与水电解质紊乱酸碱失衡关系不大，在此不详细讲述。蛋白质在体液中一般以阴离子形式存在。胃肠液、汗液、尿液等作为细胞外液的特殊部分，在所含成分上与上述体液有很大差异，将在本章第四节中分别介绍。

(二) 细胞内液的成分与含量 目前对细胞内液成分含量的了解还不够准确，如果以 mmol/L 计算，阳离子大约为钾165，镁14，钠12，但不含钙。阴离子的含量顺序为磷酸根60，碳酸根10，有机酸根5，但不含氯离子。不同细胞的细

胞内液成分和含量差异亦较大，蛋白质是细胞内液的重要阴离子。

由上述可见，细胞外液的电解质以钠离子和氯离子为主，细胞内液以钾离子为主。细胞内外液中钾浓度相差悬殊，这主要靠钠泵的作用来维持，钠泵是细胞膜上的一种特殊蛋白质，即 $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATP}$ 酶，通过它的作用将细胞内的 Na^+ 泵出细胞外，而将细胞外的钾离子泵进细胞内。体液处于动态平衡时，阴阳离子数相等，两者之和为零，呈电中性：

第二节 有关电解质平衡的基本概念

了解电解质平衡的基本概念，对于正确判断电解质紊乱并给予合理的治疗至关重要。

一、离子

任何电解质在体内都是以离子形式存在的，为了说明离子，必须从原子说起。元素的原子是由原子核及核外电子构成的，原子核带正电荷，电子带负电荷。原子核所带的正电荷与电子所带的负电荷量相等，所以整个原子不带电或者说是电中性的。当原子的最外层轨道上得或失去电子时，原子就由电中性变成带有正电荷的阳离子或带有负电荷的阴离子。如体液中 Na^+ 、 K^+ 是阳离子， Cl^- 、 HCO_3^- 是阴离子。

二、化合价

元素原子化合价取决于原子可能得到或失去的电子数，而离子的化合价是指离子所带的电荷量。带有一个电荷的离子称为单价离子，如 Na^+ 、 Cl^- ，它们的化合价分别是+1或

-1；带有两个电荷的离子是二价离子，如 Mg^{2+} 、 HPO_4^{2-} ，它们的化合价分别是+2和-2。

三、电解质和非电解质

电解质是指在水溶液中能够电离成带电荷离子的物质。根据其在水中的电离程度又可分为强电解质和弱电解质。强电解质在水溶液中完全以离子形式存在，如强酸、强碱或盐类都属于这一类，可表示为 $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ ； $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ， $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ 。弱电解质是指在水溶液中仅部分电离的物质，有机酸、碳酸属于这一类，可表示为 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ 。非电解质是指一些在溶液中完全不能电离成离子的物质，如临床上常用的葡萄糖、低分子右旋糖酐等属于此类。

四、摩尔 (mol) 和毫摩尔 (mmol)

电解质在生理上的意义并非在于它们的质量，而在于它们在单位容量中所具有的微粒数即所谓摩尔或毫摩尔。根据Avogadro定律，1摩尔任何物质所含的微粒数都约是 6.02×10^{23} 个，这么多微粒的质量，如果以g为单位表示即为该物质的原子量或分子量。如NaCl的分子量 $= 23 (\text{Na}) + 35.5 (\text{Cl}) = 58.5$ ，记成1摩尔NaCl=58.5g，余类推。尽管1摩尔各种物质重量不同，但所含微粒数都是相等的。在人的体液中，非电解质与电解质均以分子微粒或离子微粒形式存在而起作用。因为在研究电解质时，使用摩尔或毫摩尔能反映各种物质的化学结合能力和它们之间的关系，能反映它们在体液中所起的作用和生理意义，所以在本书中一律采用摩尔或毫摩尔这一国际单位。

五、渗透压

为了了解渗透压，必须弄清扩散和渗透这两个概念。所谓扩散，是指溶质分子或离子在溶液中通过布朗运动由不均匀状态变成均匀状态的过程。如将一滴蓝墨水滴入一杯清水中，待一会儿整杯水就会变成均匀的淡蓝色，这种现象就是发生了扩散。而渗透是扩散的特殊现象，即定向扩散。要完成渗透，必须具备两个基本条件，一是要有半透膜存在；二是半透膜两侧要有浓度差。所谓半透膜是指只允许溶剂分子通过而不允许溶质分子或离子通过的隔膜，人体的半透膜有细胞膜、毛细血管壁、肠系膜等。当用半透膜将溶剂与溶液隔开，就会发生溶剂分子进出半透膜的定向扩散现象，即渗透。在溶液中，溶质对其中的水分子有一定的吸引力，这种吸引力即称为渗透压。溶液的渗透压只取决于单位容量中溶质的微粒数，而和溶质的化学性质、微粒大小、是否带电无关。这里所指的微粒可以是分子、离子。在人体细胞内外液之间，渗透压对于调节水的分布起着至关重要的作用。当然细胞膜的半透膜性质是比较复杂和重要的。

人体血液在正常温度下的渗透压可用下列公式计算：

血浆总渗透压 = $[(Na^+ + K^+) \times 2] + \text{血糖} + \text{血尿素氮}$
式中各物质浓度单位以 mmol/L 计

正常渗透压波动范围约为 280~320 mOsm/L 之间，大于 320 mOsm/L 为高渗，低于 280 mOsm/L 为低渗。

六、道南氏平衡

如果胶体溶液中含有电解质成分，那么在测定渗透压时就会遇到某些困难，其原因是在于有道南氏 (Donnan) 平衡存在，因此，了解一下道南氏平衡的规律，对于测定和分