

Shuidianjiezhi Pinghen jichu Yu Linchuang

水电解质平衡基础与临床

СРЖЗРН
ЈСУЛС

王铁丹 编著

人民军医出版社

96171

水电解质平衡 基础与临床

Shui Dianjiezhi Pingheng

Jichu Yu Linchuang

王铁丹 编著

人民军医出版社

1993·北京

21145/24

内 容 提 要

本书着重介绍水电解质和酸碱平衡的理论及其与临床联系。全书共分四个部分：第一部分复习与水电解质平衡理论有关的化学概念；第二部分介绍正常人体内水电解质和酸碱平衡规律；第三部分介绍体液平衡失调，酸、碱中毒以及高、低血钾症的发生和演变规律；第四部分介绍水电解质和酸碱平衡失调的诊断内容和依据，以及纠正上述失调的原则和方法。分设十二章，每章之后附有复习思考题；有的还附有辅导资料作为参考答案，以利自学。附录有血浆二氧化碳结合力换算表，以及纠正代谢性酸中毒和碱中毒的补碱性和酸性药物的便查表等，便于临床应用。

本书可作为学习水电解质平衡理论的基本参考书，主要读者对象是临床医护人员、医学生和基础、临床检验人员等。

责任编辑 黄翔兵 姚 磊

水电解质平衡基础与临床

王铁丹 编著

*

人民军医出版社出版

(北京复兴路22号甲3号)

(邮政编码: 100842)

北京孙中印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

*

开本: 787×1092mm 1/32 · 印张: 11.5 插页: 12 开1个 8开1个 · 字数: 228千字

1993年10月第1版 1993年10月(北京)第1次印刷

印数: 1-6,000 定价: 9.50元

ISBN 7-80020-371-9/R · 313

[科技新书目: 294—200⑦]

前 言

水、电解质和酸碱平衡与临床医学有着广泛而密切的联系。许多疾病在其发生、发展的过程中，常伴发水、电解质和酸碱平衡失调。反过来，它又可使原发病进一步加重，往往形成恶性循环，严重时甚至可成为死亡的主要原因。液体疗法是打断上述恶性循环，增强机体的抗病能力，使疾病向正常转化的一种重要的治疗手段。能否正确地运用液体疗法，会给病人带来迥然不同的后果，尤其对急重症病人的抢救更为明显，若运用得当，往往可获得“起死回生”的效果。只有准确而深刻地掌握水、电解质平衡的基础理论，才能得心应手地运用液体疗法，增加治疗中的预见性，从而提高临床救治率。不仅如此，对水、电解质和酸碱平衡失调的早期预防、正确诊断、某些疾病的发生、发展规律的认识和预后判断，也都需要水、电解质平衡的基础理论作为指导。为适应上述需要，本书对水、电解质和酸碱平衡的基础理论作了系统介绍。在编写中，力求文字通俗、内容适用，重点在于阐明原理和规律，使读者易于得到要领，利于临床工作

者和医学生自学。本书曾作为授课的讲稿，在教学中几经修改和增补，但仍难免存在不足之处，恳望得到读者的指正，以便改进。

在本书的编写过程中，得到第一军医大学临床管理处的热情鼓励。陈振庄同志在应用电子计算机编制数据表格方面给予帮助，陈淑祥教授参与校对工作，长春北华制药厂为出版本书给予了大力支持，提供了方便条件。在出版工作中，人民军医出版社给予了热情帮助。在此，一并表示衷心感谢！

作 者

1992年5月于第一军医大学

目 录

绪论	(1)
第一章 有关化学概念	(4)
一、元素与元素符号	(4)
二、原子量	(6)
三、分子式与分子量	(7)
四、克子分量	(8)
五、气体的克分子体积	(9)
六、电解质、电离和离子	(9)
七、离子的当量	(10)
八、离子的克当量	(11)
九、离子的毫克当量	(12)
十、毫渗量与渗透克分子	(13)
十一、溶液的浓度	(14)
十二、mg %与mEq/L的换算	(15)
十三、渗透压	(16)
十四、各种浓度的特点及其相互关系	(19)
复习思考题	(21)
复习思考题辅导资料	(21)
第二章 水平衡	(23)
一、水对生命的重要性	(23)
二、水在人体内的分布及其意义	(24)
三、体内总体液量的平衡	(26)
四、体内各部分体液之间的交换	(42)
复习思考题	(44)

第三章 电解质平衡	(46)
一、电解质的生理功用.....	(46)
二、体液中电解质浓度的表示方法.....	(49)
三、血浆渗透压及其判断方法.....	(56)
四、电解质在体液中的分布.....	(62)
五、体内几种主要电解质的代谢.....	(67)
六、消化液和汗液中的电解质.....	(77)
复习思考题.....	(80)
第四章 体液平衡失调	(82)
一、体液平衡失调的类型.....	(82)
二、怎样判断细胞外液的渗透压和容量的变化?	(83)
三、体液平衡失调的原因、举例及调节.....	(85)
四、脱水.....	(87)
五、水肿.....	(99)
六、小结.....	(106)
复习思考题.....	(107)
复习思考题辅导资料.....	(108)
第五章 酸碱平衡化学基础	(113)
一、广义的酸碱概念.....	(113)
二、酸碱度 (pH值)	(115)
三、缓冲溶液.....	(121)
复习思考题.....	(127)
第六章 正常酸碱平衡	(129)
一、正常酸碱平衡.....	(129)
二、体内酸性和碱性物质的来源.....	(131)
三、血液的缓冲作用.....	(132)
四、肺在维持酸碱平衡中的作用.....	(136)
五、肾在维持酸碱平衡中的作用.....	(138)
复习思考题.....	(144)

第七章 酸中毒和碱中毒	(145)
一、概述.....	(145)
二、酸中毒.....	(147)
三、碱中毒.....	(152)
四、酸、碱中毒的并发与相互转化.....	(157)
五、酸碱平衡失调发生原理的临床举例.....	(158)
复习思考题.....	(158)
第八章 血液酸碱平衡指标及其诊断意义	(163)
一、血液酸碱平衡指标及其临床意义.....	(163)
二、血液酸碱平衡指标的测定.....	(175)
三、血液酸碱平衡指标在诊断酸碱平衡 失调中的应用.....	(183)
复习思考题.....	(188)
第九章 低血钾症和高血钾症	(192)
一、概述.....	(192)
二、低血钾症.....	(195)
三、高血钾症.....	(199)
复习思考题.....	(201)
第十章 血浆中电解质浓度的变化规律及其临床应用	(203)
一、血浆中电解质浓度的变化规律.....	(203)
二、血浆中阴、阳离子浓度平衡规律在临床中的应用...	(206)
复习思考题.....	(217)
第十一章 水、电解质及酸碱平衡失调的诊断	(219)
一、诊断内容.....	(219)
二、诊断依据.....	(221)
复习思考题.....	(233)
第十二章 水、电解质及酸碱平衡失调的纠正	(234)
一、脱水的纠正.....	(234)
二、高血钠和低血钠的纠正.....	(245)

三、酸、碱中毒的纠正·····	(246)
四、低血钾症和高血钾症的防治·····	(259)
五、输液治疗过程中能量的补充问题·····	(262)
六、常用液体及其用途·····	(264)
复习思考题·····	(274)
附录 ·····	(276)
一、关于水、电解质和酸碱平衡失调的病案讨论·····	(276)
二、血浆CO ₂ 结合力体积%与mmol/L换算表·····	(288)
三、血浆CO ₂ 结合力mmol/L与体积%换算表·····	(290)
四、纠正代谢性酸中毒补碱量便查表·····	(292)
五、纠正代谢性碱中毒补氯化铵量便查表·····	(310)
六、某些药物所含主要电解质毫摩尔的对照值·····	(322)
七、水、电解质和酸碱平衡总结·····	(324)
八、人体内酸碱平衡的调节·····	(325)

绪 论

人体每天由外界吸收大量机体所需要的物质，又由排泄器官排出大量的废物，这是新陈代谢必然的规律。为了保证这种新陈代谢的正常进行，就必需有一个相对恒定的内环境——细胞外液的正常理化性质，亦即需要保持正常的外液容量、分布、渗透压及酸碱性，以及各种离子的正常浓度及其相互之间的一定比值。

（一）水和无机盐是人体不可缺少的两种营养素

水和电解质是体液的重要组成部分。电解质包括酸、碱、盐；而盐又包括有机盐 and 无机盐两类。体液，特别是细胞外液中的电解质主要为无机盐类。除蛋白质、糖、脂类、维生素和氧气之外，水和无机盐也是人体维持其生命所不可缺少的两种营养素。

（二）水和无机盐的代谢特点

无机盐（例如NaCl、KCl等）的代谢，虽与其他有机物质代谢有着密切联系，但无机盐的代谢又与其他有机物质的代谢不同。物质代谢包括同化作用和异化作用两个方面。糖、脂肪、蛋白质的同化作用是指它们的合成，这三种营养素的异化作用是指它们的分解。而无机盐的同化作用不是合成而是吸收；无机盐的异化作用不是分解而是排泄。绝大多数的无机盐和绝大部分的水在体内只是“周游”而不是转变，因此研究水和无机盐的代谢主要是研究它们的吸收、分布和排泄。由于酸和碱也属于电解质的一部分，故研究电解质的代

谢也就包括了酸和碱的代谢。

（三）正常人体中的水和电解质的量是保持相对恒定的

一个正常人，虽然每天水和电解质的摄入量可有相当大的变化，但水和电解质的摄入量与排泄量总是保持着大致相等的。这是由于机体有着较为完善的调节功能，进行着精确的调整，从而使机体的总体液量以及体液的渗透压、酸碱性及某些离子浓度保持着相对稳定的状态。例如，人们在体力劳动或剧烈运动以后，出汗较多，引起体内水分丧失，电解质浓度增高。此时，一方面，肾脏进行调节使水分排泄减少；另一方面，人会感到口渴，在喝水以后，体内水量与电解质浓度又恢复到相对平衡状态。

（四）、水、电解质及酸碱平衡失调

对立统一是有条件的，机体的调节功能不是无限的。若水和电解质的进出量变动过大而超出（绝对的或相对的）机体的调节限度时，就可发生水和电解质（包括酸、碱）平衡的失调。从根本上讲，水和电解质平衡失调，不外如下两方面原因：

1. 水和电解质进出量超出了机体的调节限度

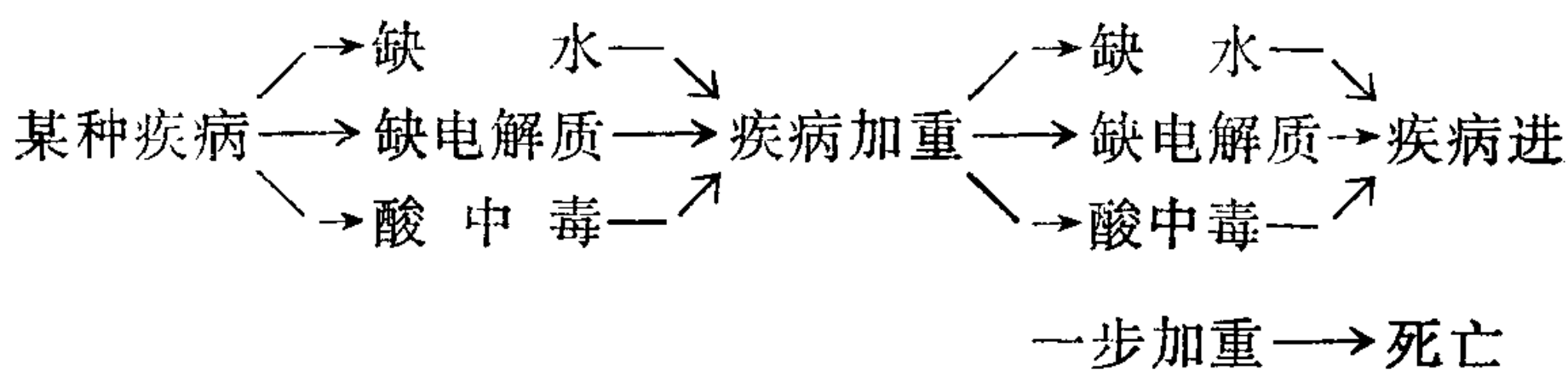
若水和电解质进出量超出了机体的调节限度，尽管此时机体的调节能力是正常的，甚至由于代偿的结果，机体的调节作用比正常时还增强些，但由于水和电解质的进出量过多或过少，仍可导致水与电解质平衡的失调。

2. 机体对水和电解质代谢的调节功能障碍

若由于调节水和电解质代谢的脏器如肺、肾、胃肠道以及皮肤功能的障碍而引起机体调节功能的下降，尽管此时水和电解质在量的供应上是正常的，仍会发生水与电解质平衡的失调。

(五) 掌握水、电解质平衡理论的重要意义

水、电解质及酸碱平衡的失调，虽是临床上常见的现象，但不是独立存在的疾病，而是某些疾病发展过程中机体所产生的一系列代谢紊乱的结果；反过来，水、电解质及酸碱平衡的失调又可加重病理过程，而使疾病严重化，甚至引起死亡。例如：



可见，掌握水、电解质平衡理论有助于认识疾病发生、发展过程，从而打断恶性循环，进行正确而有效的液体疗法，对增强机体的抗病能力，促使疾病向正常转化，特别是对某些急重症患者的抢救，具有重要意义。此外，掌握水、电解质平衡理论也有助于对水、电解质及酸碱平衡失调的早期预防和正确诊断，以及增加治疗中的预见性。为此，本书将着重讨论有关水、电解质（包括酸、碱）正常平衡，体液平衡失调，酸中毒和碱中毒，低血钾症和高血钾症，血浆中电解质浓度的变化规律，水、电解质及酸碱平衡失调的诊断与纠正。

第一章 有关化学概念

为更好地掌握水、电解质平衡基础理论，下面简要复习有关化学概念。

一、元素与元素符号

(一) 元素

化学元素是包括所有生物在内的整个物质世界的基本物质。自然界的物质种类繁多，但是组成这些物质的化学元素却是有限的，目前人类已发现的元素尚不足110种。

元素就是同种原子的总称。同种元素原子的化学性质相同。

人体由各种元素组成。凡含量占体重的1/10000以上者，称为常量元素，如氧、碳、氢、氮、钙、磷、钾、硫、钠、氯和镁，这11种元素构成体重的99.95%以上（表1-1）。凡含量占体重的1/10000以下者，则称为微量元素。

(二) 元素符号

在化学上，各种元素的名称都用一种符号来表示，叫做元素符号。元素符号是它的拉丁名的第一个字母，或再附加一个字母。例如，碳元素的拉丁名为Carbonium，用“C”表示碳；钙元素的拉丁名为Calcium，用“Ca”来表示钙。元素符号用一个字母表示，必须大写。如果用两个字母表示的元素符号，第一个字母大写，第二个字母必须小写，否则要

发生错误。例如，Co表示钴元素，如果写成CO，那就表示一氧化碳了。

元素的中文名称是按照通常情况下元素的状态和性质而定的。例如，“气”字头表示气体元素；“金”字旁的表示金属元素；“石”字旁的表示固体的非金属元素；“氵”字旁的表示液体的非金属元素，汞为液体的金属元素。

元素符号包含着下面三种意义：

- (1) 表示一种元素；
- (2) 表示这种元素的一个原子；
- (3) 表示这种元素的原子量。

表1-1 人体的元素组成与原子量

元素 名称	元素 符号	%	相当70kg时的重量 (g)	原子量	
				近似值	精确值*
氧	O	65.0	45,500	16	15.9994
碳	C	18.0	12,600	12	12.011
氢	H	10.0	7,000	1	1.0080
氮	N	3.0	2,100	14	14.0067
钙	Ca	1.9	1,300	40	40.08
磷	P	1.0	700	31	30.9738
钾	K	0.35	245	39	39.098
硫	S	0.25	175	32	32.06
钠	Na	0.15	105	23	22.9898
氯	Cl	0.15	105	35.5	35.453
镁	Mg	0.04	27	24	24.305

*本表所用化学元素的原子量精确值，转引自1971年国际原子量表，以¹²C=12为基准。

例如，“O”这个符号，既表示氧元素，又表示一个氧

原子，还表示氧元素的原子量为16。“H”表示氢元素的一个原子，原子量为1。

元素可分为金属和非金属两大类。如钾、钠、钙、镁、铁等为金属元素。而氧、氯、硫、碳等为非金属元素。

二、原子量

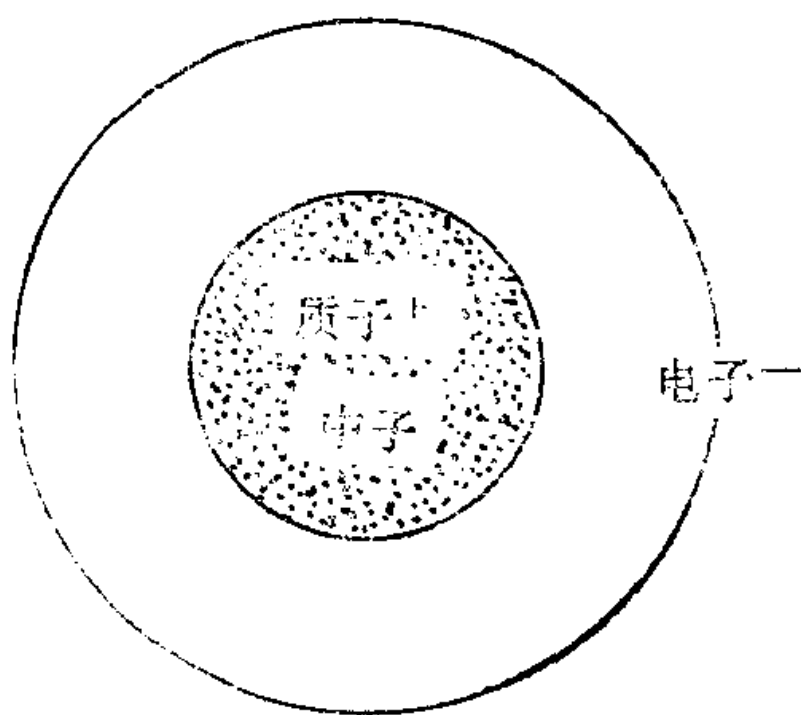
一个原子重于氢原子的倍数，就是该原子的原子量*。

1. 一个原子的重量基本上就是原子核的重量（电子很轻，从计算重量上可忽视）。

2. 原子量可从原子量表中查得。

3. 原子内部

论电性，质子⁺（带正电），电子⁻（带负电），中子不带电。



论重量，质子 $\approx$ 中子 $=$
1840个电子

整个原子不带电，这是因为原子核内质子带正电荷的个数恰与核外电子所带负电荷的个数相等的缘故。

O的原子量为16； $16\text{H} = \text{O}$ （论重量），O为H的16倍重。

图1-1 原子结构示意图

*1971年国际原子量表，以 $^{12}\text{C}=12$ 为基准的，亦即以 ^{12}C 的原子量的 $1/12$ 作为标准，称为“碳单位”。原子量就是用“碳单位”来表示的一个原子的重量。将各种原子的重量与“碳单位”进行比较，各种原子重于“碳单位”的倍数，即为各原子的原子量。氢原子的一种同位素 ^1H 的原子量恰等于一个“碳单位”，故 ^1H 的原子量为1，因而也可将原子量认为是“一个原子重于氢原子的倍数”，这样，对于理解原子量似乎更为简明。

Na的原子量为23; $23\text{H} = \text{Na}$ (论重量), Na为H的23倍重。

三、分子式与分子量

(一) 分子式

物质是由分子构成的, 分子又是由原子构成的。各种物质的分子都有固定的组成, 且分子中原子的种类和数目都是一定的。不同物质的分子组成不同。为了便于对物质的研究, 我们用元素符号和数字来表示物质分子里含有哪些元素, 每种元素各有多少个原子。这样写成的式子叫分子式。所以分子式就是用元素符号和数字表示物质的分子组成的式子。例如, 用“ O_2 ”表示一个氧分子, 元素符号右下角的数字2, 表示氧分子由两个氧原子组成。用“ H_2O ”表示一个水分子, 它表示水分子由两个氢原子和一个氧原子组成。

分子的个数可以在分子式前面以数字表示。例如 $2\text{H}_2\text{O}$, 是表示2个水分子。倘若是1个分子, 分子式前面的1字可省略不写。

物质的分子式包含下列几种意义:

1. 代表某物质的一个分子;
2. 表明组成该物质的各种元素;
3. 表明该物质一个分子里各种元素的原子个数;
4. 根据分子式可以算出物质的分子量;
5. 根据分子式可以知道其中各元素的重量比。

例如, 水的分子式是 H_2O , 它的意义是:

1. 代表一个水分子;
2. 水是由氢元素和氧元素组成的;
3. 水分子中有两个氢原子和1个氧原子;

4. 水的分子量是18;

5. 水分子中氢元素和氧元素的重量比是1 : 8。

(二) 分子量

一个分子重于氢原子的倍数，就是那个分子的分子量。把构成一个分子的所有原子的重量相加在一起，就是该分子的分子量。

例如：

NaCl分子量58.5（一个NaCl分子为H重量的58.5倍）；

KCl分子量74.5（一个KCl分子为H重量的74.5倍）；

NaHCO₃分子量84.0（一个NaHCO₃分子为H重量的84.0倍）。

四、克分子量

在分子量的数值后面加一个“克”字，那个重量即为克分子量。1克分子量即是 6.023×10^{23} 个该种分子的总重量。从而找出“重量与个数”的关系。今后我们常会遇到的“个数”问题，通常就是通过重量来推算。任何物质1克分子量中的分子个数均为 6.023×10^{23} 个，这个常数称为“阿佛加特罗常数”。

例如：

58.5gNaCl为1克分子量含 6.023×10^{23} 个分子

74.5gKCl为1克分子量含 6.023×10^{23} 个分子

84.0NaHCO₃为1克分子量含 6.023×10^{23} 个分子