



主编：党酉胜 丁富臣 齐顺贞

审校：兆 坡

外科病人的 体液和电解质

人民军医出版社

R306.5
245

8X01/02

外科病人的体液和电解质

WAIKEBINGREN DE TIYE HE DIANJIEZHI



编者 (以姓氏笔画为序)

丁富臣	刘冬发	齐顺贞
郑洪远	金恒启	胡金弟
倪卫东	党百胜	惠乃玲

人民军医出版社

1991·北京



A0050100

内 容 提 要

本书是阐述外科病人的体液和电解质问题的临床实用型参考书,较系统地介绍了有关理论、方法和实践。内容有与体液平衡及电解质有关的基本知识和人体正常值、体液循环、体液量及渗透压、特殊电解质、酸碱平衡、营养学及治疗方案等。书中除详细介绍了体液酸碱度的各种测量范例、方法及治疗原则、外科病人的营养维持及营养补充外,同时将热量平衡作为外科病人体液平衡的一项参数来阐述。有些章末附有公式要点,书末附有实用表格。本书融科学性、系统性、实用性于一体,并配有示意图,可供县或县以上各级医院、部队师、团以上各级医院的外科临床工作者、医学院校师生参考,对从事内科、儿科的临床工作者也具有一定的参考价值。

外科病人的体液和电解质

党西胜 丁富臣 齐顺贞 主编

*

人民军医出版社出版

(北京复兴路 22 号甲 3 号)

(邮政编码:100842)

石家庄市红旗印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

*

开本:787×1092mm/32·印张:7.5 字数:160 千字

1991 年 12 月第 1 版 1991 年 12 月(石家庄)第 1 次印刷

印数:1~4,000 定价:4.50 元

ISBN 7-80020-287-9/R·243

[科技新书目:257-226⑦]

序

《外科病人的体液和电解质》一书,是寓理论与临床为一体的好书,在理论上深入浅出,使初学者易于理解机理,方便记忆。对于从事水电解质平衡的专业人员与具有较深造诣的学者也不乏有较高的参考价值。在临床方面,对外科医师及其他与水电平衡关系密切的专业医师也有很好的参考价值。本书立论明晰,结合临床密切,应用举例富有代表性、考虑周到,这对于初学者熟悉各种正常指标与变异参数,形成一套合理的治疗方法很有帮助。在我国,许多外科医师的手术技术堪称高明,而相比之下,对于基础理论的掌握却不够扎实。本书的问世可望对提高外科医师的总体学术水平有所教益。

现在,国内的外科水电平衡专著较少,本书可以弥补各种专科手册过于肤浅的不足。本书的第六章又结合当今世界上普遍重视的营养学一起加以论述,将外科病人的要素膳、全胃肠外营养的新经验与水电平衡融为一体,着重外科病人的总体体质改善,是很有价值的。本书第七章,总结概述了本书各章节的知识,特别是与临床丰富经验的结合,形成综合概念,并结合病例制定治疗方案,增加了实用性,这对临床医师在百忙中临时翻阅,也有其重要价值。

兆 坡

1991.6

前 言

水、电解质和酸碱平衡是临床各科经常遇到的问题,而且均需及时诊断和妥善处理。目前,国内已有不少这方面的论文和专著,但是,针对外科病人的水、电解质平衡的著作却极少见,广大外科工作者都渴望有这样一本工作参考书。为此,我们参考了美国 C. Pestana 博士所著的《Fluids and Electrolytes in the Surgical Patient》,并结合我国临床实际情况编辑成本书,奉献给外科临床工作者。

本书扼要介绍了人体体液、电解质与酸碱平衡的基本概念,重点阐述了外科病人的体液变化、体液量、体液渗透压、特殊电解质、酸碱失衡、营养学和治疗方案等方面的理论和经验,既具有系统性又重点突出,既有较强的理论性,又具有显著的实用性,尤其在阐述治疗方案时结合具体临床病例进行分析更为具体实用。本书可供医学院校教师和医学生参考,尤其对县和县以上(军队师、团以上)各级医院的外科临床工作者及从事营养学工作的同志将会有更大的参考价值,对内科、儿科医师也大有裨益。

由于编者水平所限,经验不足,本书中的缺点和错误在所难免,敬请外科同道们批评指正。

编 者

1991. 6

目 录

第一章 基本概念与人体代谢参数正常值

第一节 基本概念.....	(1)
一、离子.....	(1)
二、化合价.....	(2)
三、电解质和非电解质.....	(2)
四、摩尔和毫摩尔.....	(3)
五、渗透压.....	(5)
六、毫渗量.....	(7)
七、等渗、高渗和低渗溶液.....	(7)
第二节 人体代谢的有关正常参数.....	(9)
一、水量.....	(9)
二、体液的渗透压	(15)
三、特殊电解质	(17)
四、酸碱平衡	(19)
五、热量需求与热量摄入	(20)

第二章 体液变化与循环

第一节 体液的组成及变化范围	(22)
----------------------	------

第二节 血容量与出血	(28)
一、血容量	(28)
二、出血	(28)
第三节 休克	(29)
一、出血性休克	(29)
(一) 休克早期	(29)
(二) 休克晚期	(31)
二、其它类型的休克	(33)
第四节 临床输血的有关问题	(34)
一、输血	(34)
二、血液代用品	(39)
三、各种血管活性药物的评价	(42)
附 本章概要	(45)

第三章 体液量和体液渗透压

第一节 概论	(46)
第二节 体液丢失与体液低渗	(50)
一、体液丢失与体液低渗	(50)
二、体液低渗的症状与体征	(56)
三、低渗的预防和治疗	(57)
第三节 体液过量与体液低渗	(62)
一、体液过量与体液低渗	(62)
二、体液低渗的症状与体征	(64)
三、低渗的治疗	(65)
第四节 体液丢失与体液高渗	(69)
一、体液丢失与体液高渗	(69)

二、体液高渗的症状与体征	(72)
(一) 体液丢失引起的症状与体征	(72)
(二) 溶质过载引起的症状与体征	(73)
三、高渗的预防和治疗	(75)
第五节 血清钠对渗透压的影响	(77)
附 本章概要	(80)

第四章 特殊电解质

第一节 钾	(83)
一、钾的代谢	(83)
(一) 血清钾因摄入与排出引起的浓度改变	(87)
1. 高血钾	(89)
2. 低血钾	(90)
(二) 血清钾因进出细胞引起的浓度改变	(91)
1. 血清钾因合成代谢与分解代谢的改变	(92)
(1) 高血钾	(92)
(2) 低血钾	(92)
2. 因肾上腺素能的刺激作用而诱发的低血钾	(93)
(三) 血清钾因酸碱平衡引起的浓度改变	(94)
二、低血钾和高血钾的临床表现	(96)
三、低血钾和高血钾的治疗	(97)
(一) 低血钾的预防和治疗	(97)
(二) 高血钾的治疗	(99)
第二节 氯	(101)

第三节	镁·····	(103)
第四节	其它电解质·····	(105)

第五章 酸碱平衡

第一节	概论·····	(106)
第二节	体液酸碱度的测量方法·····	(121)
	一、测量原理·····	(121)
	二、近代测量范例·····	(126)
	三、传统测量法·····	(139)
	四、测量法的完善·····	(143)
第三节	治疗法·····	(147)
	一、治疗的一般原则·····	(147)
	二、呼吸性酸中毒和呼吸性碱中毒的治疗·····	(148)
	三、代谢性酸中毒的治疗·····	(150)
	(一) 减少酸量 ·····	(150)
	(二) 服缓冲剂 ·····	(152)
	四、代谢性碱中毒的治疗·····	(157)
	本章概要·····	(159)

第六章 营养学

第一节	人体正常的营养需要量·····	(163)
第二节	人体异常的营养需要量·····	(167)
第三节	营养缺乏量的计算·····	(168)
第四节	营养的补给·····	(175)
	一、经胃肠道补给营养·····	(176)
	1. 医院饮食 ·····	(176)

2. 导管喂养	(176)
3. 要素饮食	(179)
二、经中心静脉以糖为基础的静脉高营养.....	(180)
三、经周围静脉以脂类为基础的静脉营养.....	(188)
附 本章主要计算公式.....	(191)

第七章 治疗方案

第一节 概论.....	(192)
一、输液量的估算或计算.....	(192)
(一) 供给病人当日需要量	(192)
(二) 补充病人昨日额外丧失量	(193)
(三) 纠正病人已经丧失量	(193)
二、液体种类的选择.....	(193)
三、补液的程序和速度.....	(195)
(一) 恢复有效循环血量	(195)
(二) 维持胶体渗透压	(195)
(三) 纠正酸碱平衡失调	(196)
(四) 纠正重要离子缺失	(196)
(五) 营养支持疗法	(196)
(六) 输液的速度	(196)
第二节 治疗方案.....	(197)
一、成品药物治疗.....	(197)
二、自配药物治疗.....	(198)

总 附 录

附录 I 不含盐的水溶液.....	(208)
-------------------	-------

附录 I	含盐的水溶液 (1)	(209)
附录 II	含盐的水溶液 (2)	(210)
附录 IV	几种平衡盐溶液	(212)
附录 V	用于酸碱治疗的几种溶液	(212)
附录 VI	符合血浆成分的几种溶液	(213)
附录 VII	具有营养价值的溶液 (1)	(214)
附录 VIII	具有营养价值的溶液 (2)	(215)
附录 IX	成年男、女每日所需热量表	(216)
附录 X	不同年龄和性别的人每平方米体表所需 热量表	(217)
附录 XI	胃肠外营养每日维生素的需要量	(218)
附录 XII	胃肠外营养每日微量元素需要量	(218)
附录 XIII	依体重和性别估算的 24h 尿肌酐排泄量	(219)
附录 XIV	评价血容量补充是否充足的各种参数	(220)
附录 XV	与血容量有关的临床病症	(222)
附录 XVI	评价渗透压的参数	(222)
附录 XVII	评价酸碱平衡的参数	(223)
附录 XVIII	评价营养状态的参数	(225)

第一章 基本概念与人体 代谢参数正常值

人体组成中约有 70% 的水，它对人体的正常生理过程至关重要。这些水分布于细胞内和细胞外，调节控制着人体内的各种电解质浓度、体液容量及渗透压，使之维持在一定的范围内，以保持人体的正常生理代谢功能。

人体内水与电解质平衡是细胞正常代谢所必需的基本条件。一旦因疾病或不正确的治疗引起这种平衡的破坏，而机体又无能力进行调节或超过了机体的可代偿程度，就会发生水与电解质紊乱。当然，人体内水与电解质紊乱只是疾病引起的后果或同时伴随的现象，对其认识和处理不能脱离原发疾病的诊断和治疗。不过，有时水与电解质紊乱可能危及生命。限于篇幅，本书仅讨论外科病人的水与电解质平衡问题。对于每一个外科医生来说，正确理解人体内水与电解质平衡的基本概念和人体代谢参数正常值，对临床处理、救治这类病人都是十分必要的。

第一节 基本概念

一、离子 (ions)

任何电解质在人体内都是以离子形式存在的，只有这样，

才易于为人体吸收和利用。为了说明离子，要先从原子说起。

元素的原子是由原子核和核外电子构成的。原子核带正电荷，电子带负电荷，原子核所带的正电荷量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到或失去电子时，原子就不再是电中性的了，而成为或者带有负电荷或者带有正电荷的离子。得到电子的原子，带有负电荷称为阴离子（anion），而失去电子的原子，带有正电荷称为阳离子（cation）。如体内的钠（Na）、钾（K）都是以阳离子（ Na^+ 、 K^+ ）形式存在的，氯（Cl）等是以阴离子（ Cl^- ）形式存在的。

二、化合价（valence）

元素原子的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。如钠离子（ Na^+ ）、钾离子（ K^+ ）均是带有一个正电荷的离子，都是单价离子，化合价为+1；氯离子（ Cl^- ）、碳酸氢根离子（ HCO_3^- ）均是带有一个负电荷的离子，也是单价离子，其化合价为-1；而镁离子（ Mg^{2+} ）是带有两个正电荷的离子，是二价离子，其化合价为+2。

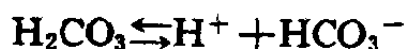
三、电解质（electrolytes）和非电解质（non-electrolytes）

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。所谓强电解质是指在水溶液中能完全电离成离子的物质，亦就是说，这类电解质在溶液中完全以离子形式存在。如盐酸、苛性碱和盐类即属于这一类。它们的电离可表示为：





所谓弱电解质是指在水溶液中仅能部分电离的物质，有机酸（如乳酸 $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3$ ）、碳酸（ H_2CO_3 ）等即属于这一类。如：碳酸溶液中既有未电离的碳酸分子，也有氢离子和碳酸氢根离子，这三者同时并存。它们的电离可表示为：



在人体血浆中 HCO_3^- 与 H_2CO_3 之比约为 20 : 1。

一些在溶液中完全不能电离成离子的物质称为非电解质。如临床上常用的葡萄糖、右旋糖酐等即属此类。

四、摩尔（mole，记为 mol）和毫摩尔（millimole，记为 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，这与摩尔概念有关。

学过化学的人都知道：1mol 任何物质所含的微粒数都约是 6.02×10^{23} 个，对于原子、离子、分子、原子团都是如此。而这么多个微粒的质量究竟是多少呢？它们的质量是以克为单位，数值为该物质的化学式量（原子量、离子式量、分子量，或者说是构成该微粒的各个原子的原子量之和）。如：

$$\text{NaCl 的分子量} = (\text{Na})23 + (\text{Cl})35.5 = 58.5$$

$$\therefore 1\text{molNaCl} = 58.5\text{g}$$

$$\text{NaHCO}_3 \text{ 的分子量} = (\text{Na})23 + (\text{H})1 + (\text{C})12 + (\text{O})16 \times 3 = 84$$

$$\therefore 1\text{molNaHCO}_3 = 84\text{g}$$

$$\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3 \text{ (乳酸钠) 的分子量} = (\text{Na})23 + (\text{C})12 \times 3 + (\text{H})5 \times 1 + (\text{O})16 \times 3 = 112$$

$$\therefore 1\text{molNaC}_3\text{H}_5\text{O}_3 = 112\text{g}$$

葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)的分子量 = (C) 12×6 + (H) 1×12 + (O) $16 \times 6 = 180$

$\therefore 1\text{mol 葡萄糖} = 180\text{g}$

HCO_3^- 的化学式量 = $1 + 12 + 16 \times 3 = 61$

$\therefore 1\text{molHCO}_3^- = 61\text{g}$

同样,对于下面几种离子可以直接给出 1mol 所具有的质量,

$1\text{molNa}^+ = 23\text{g}$

$1\text{molK}^+ = 39.1\text{g}$

$1\text{molMg}^{2+} = 24.3\text{g}$

$1\text{molCa}^{2+} = 40.1\text{g}$

$1\text{molCl}^- = 35.5\text{g}$

上述表达法都是指 1mol 物质所具有的质量,所以,通常可直接用摩尔质量 (1mol 物质所具有的质量) 来表达,记为 g/mol 。如表 1-1。

表 1-1 一些物质的摩尔质量

物 质	摩尔质量 (g/mol)	物 质	摩尔质量 (g/mol)
NaCl	58.5	HCO_3^-	61
NaHCO_3	84	Na^+	23
$\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3$	112	K^+	39.1
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	180	Cl^-	35.5
尿 素	60	Mg^{2+}	24.3
乳 酸	90	Ca^{2+}	40.1

通常,临床上毫摩尔 (mmol) 的概念也常用到,毫摩尔是指 1mol 的 $1/1,000$ 。那么, 1mmol 的上述物质相应地为

mg/mmol。由于在人体的正常生理过程中，体液中的电解质或非电解质都是以离子或分子这样的微粒形式存在并起作用的，所以，仅以克或毫克等质量单位计算和表达体液指标是不合理的。本书一律采用国际单位制 (System International Units, SI units)，即摩尔或毫摩尔为计算表达单位。

五、渗透压 (Osmotic Pressure)

要了解渗透压，有必要先弄清扩散和渗透的概念。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为均匀的淡蓝色。再如往半杯浓糖水中慢慢加入一些开水，开始时，上层水并无甜味，但过一会儿，整杯水的甜度就会一致。所有这些现象都是发生了扩散。而渗透是特殊的扩散现象，即定向扩散。它要求两个条件：一是要有半透膜存在，二是半透膜两侧溶液要有浓度差，缺一不可。这里半透膜是指那种只允许溶剂分子（如水）通过而不允许溶质分子或离子通过的隔膜。人体有许多生物半透膜，如细胞膜、毛细血管壁等，其它的半透膜有羊皮纸、火胶棉膜、玻璃纸等。

当用半透膜将溶剂水（或稀溶液）与溶液（或浓溶液）隔开，就会发生水分子进出半透膜的定向扩散现象——渗透。但总的趋势是溶剂（或稀溶液）中的水分子通过半透膜进入到溶液（或浓溶液）中。为了阻止水分子自溶剂（或稀溶液）通过半透膜进入溶液（或浓溶液）并能保持平衡，就需要在半透膜的溶液（或浓溶液）一侧施加一定的压力，这种压力称为渗透压。如图 1—1 所示。

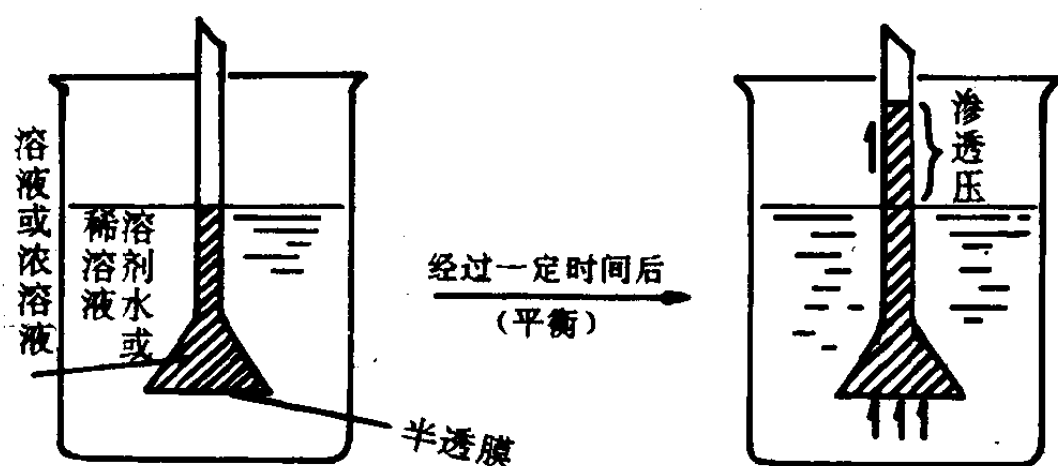


图 1-1 渗透过程和渗透压

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、颗粒大小、是否带电无关。不同的溶液，只要所含的微粒数相同，它们的渗透压就相同。这里的微粒可以是离子，也可以是分子或分子的聚合体。人们在长期的实践中总结出溶液渗透压的计算公式为：

$$P_{\bullet} = iCRT$$

式中 $P_{\bullet}$ ——溶液渗透压 (Pa 或 kPa)

i ——电离因子。对于非电解质， $i=1$ ；对于电解质，等于一分子电解质所能电离成的离子数

C ——溶液浓度 (mol/m^3)

R ——气体常数 ($8.314\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)

T ——开氏温度(K)

如果浓度用摩尔浓度(mol/L)，则上式变为：

$$P_{\bullet} = 1.0 \times 10^3 iCRT$$

其它项意义不变。

人体血液在常温下的渗透压约为 $7.7 \times 10^5 \text{Pa}$ (约