

临床水电解质失调 诊治入门

叶任高 李幼姬 编

陕西医学院图书馆藏书



广东科技出版社

临床水电解质平衡失调 诊 治 入 门

叶任高 李幼姬

广东科技出版社

临床水电解质失调诊治入门

叶任高 李幼姬编

广东科技出版社出版
广东新华书店发行
广州红旗印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 5.375印张 11万字

1987年3月第一版 第一次印刷

印数：1~5,000册

统一书号：14182·213 定价0.95元

内 容 提 要

水、电解质失调，是临床各科医生经常遇到，而且是必须很好掌握的课题。作者综览国内、外文献，结合他们多年的临床实践经验编成此书。内容新颖、实用，特别适合基层临床医生和青年医生阅读。并适合置于案头，临症时随手翻阅，参考之用。

前 言

水、电解质失调、是临床各科医生经常遇到，因而是必须很好掌握的课题。如临床医生对水、电解质失调问题不够熟悉，轻者可使病情加重，重者可导致死亡。目前国内虽有小量有关此类书籍，但适合于基层医生和青年医生阅读的尚缺乏。在临床教学工作中，不少青年医生反映，苦于没有一本临床实用的水、电解质失调诊治入门书。有见及此，作者不揣学识浅薄，参考近年来国内、外有关书刊，结合自己有限的经验和体会，编写成此书。由于作者水平所限，书中欠妥之处，诚恳希望批评指正。本书蒙谭红子同志绘制插图，谨致谢意。

编 者

一九八六年一月于广州中山医科大学

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 导言.....	(1)
第二节 常用名词的基本概念.....	(2)
第二章 水代谢失调	(12)
第一节 一般须知.....	(12)
第二节 失水.....	(17)
单纯性失水.....	(18)
尿崩症.....	(20)
第三节 水过多.....	(23)
附：抗利尿激素分泌过多综合征.....	(26)
第三章 钠代谢失调	(28)
第一节 一般须知.....	(28)
第二节 低钠血症.....	(32)
稀释性低钠血症.....	(32)
缺钠性低钠血症.....	(32)
第三节 高钠血症.....	(43)
浓缩性高钠血症.....	(43)
潴留性高钠血症.....	(43)
第四节 肾素-血管紧张素-醛固酮系统.....	(44)
第五节 水肿.....	(47)
第四章 钾代谢失调	(57)
第一节 一般须知.....	(57)

第二节	低钾血症	(59)
第三节	失钾性肾脏病	(66)
第四节	高血压伴低血钾症群	(67)
第五节	高钾血症	(71)
第五章	钙的代谢失调	(79)
第一节	一般须知	(79)
第二节	高钙血症	(81)
第三节	高钙血症肾脏病	(87)
第四节	高钙尿症	(89)
第五节	低钙血症	(92)
第六节	手足搐搦的鉴别诊断	(99)
第六章	磷代谢失调的临床	(100)
第一节	一般须知	(100)
第二节	低磷血症	(101)
第三节	高磷血症	(103)
第四节	代谢性骨病	(104)
	一般须知	(104)
	骨质疏松症	(105)
	佝偻病或骨软化病	(106)
	尿毒症性骨营养不良症	(110)
第七章	镁代谢失调的临床	(113)
第一节	一般须知	(113)
第二节	低镁血症	(114)
第三节	高镁血症	(116)
第八章	酸碱平行失调	(119)
第一节	维持酸碱平衡的机理	(119)

第二节	酸碱平衡的生化指标	(123)
第三节	酸碱平衡失调的临床分类	(125)
第四节	代谢性酸中毒	(126)
第五节	乳酸性酸中毒	(133)
第六节	肾小管性酸中毒	(133)
第七节	代谢性碱中毒	(135)
第八节	呼吸性酸中毒	(138)
第九节	呼吸性碱中毒	(141)
第十节	混合性酸碱平衡失调	(142)
第九章	补液疗法须知	(145)
第一节	补液途径	(145)
第二节	每日营养需要量	(146)
第三节	临床具体补液方案	(148)
第四节	水、电解质平衡的监护	(149)
第五节	临床常用注射液	(150)
第六节	胃肠外营养	(152)
主要参考文献		(158)
附录 传统单位与国际单位的换算		(159)

第一章 概 论

第一节 导 言

人体进行新陈代谢的过程是复杂的生化反应过程，主要在细胞内进行。人体细胞新陈代谢的正常进行，是维持各脏器生理功能和人体生命所必需。

人体细胞要正常地进行新陈代谢，必须细胞外和细胞内的体液容量、电解质浓度、渗透压等，经常维持于生理的范围内。也就是说，要维持体内的水与电解质平衡。

人体的组织由细胞组成，细胞浸浴于细胞外液之中，故人体有两大体液间隙，即细胞内液间隙和细胞外液间隙。细胞外液成为机体的“内环境”，临床上常用“内环境恒定”这句术语，即指细胞外液的容量和组成的恒定，细胞内液和细胞外液内含电解质的浓度，虽然有明显的不同，但两者之间却有不同程度的交流而维持着相应的平衡。

水与电解质的平衡可因各种疾病（如创伤、感染等）或不正确的治疗措施而遭受破坏。如果人体因疾病而没有足够的能力进行调节；或者其紊乱程度超过了正常机体的最大调节能力，便会发生水、电解质失调，导致人体细胞的新陈代谢不能正常地进行，出现种种临床表现，严重者可以致命。

水、电解质失调常是疾病引起的后果，或同时伴有的现

象，故处理水与电解质失调问题时，不能不涉及原发疾病的诊断和治疗。不过，应该指出，在处理某些疾病的时候，有时水、电解质失调的问题很突出，甚至是威胁生命的主要危险，故不能不特别加以讨论。

临床上不少疾病会发生水电解质失调，如内科的急性和慢性肾功能衰竭，肝硬化腹水，尿崩症等；儿科的急性胃肠炎等；外科的烧伤，胃肠道手术后等；妇产科的妊娠中毒症等。因此，对每个临床医生来说，熟练地掌握水、电解质失调的诊断和治疗，对于提高医疗质量，特别是抢救危重病人，是非常重要的。

第二节 常用名词的基本概念

【原子、离子和分子】

一、原子：原子是由一个带正电荷的原子核和若干绕核旋转的带负电荷的电子所组成，整个原子在电性上是中和的。原子的重量主要由原子核决定，电子的重量是微不足道的。但原子核并无化学活性，因此，重量不能表明某物质的化学活动能力。决定原子的化学活性是电子。

二、离子：原子的外层（电子层）接受了电子，就会带有负电荷；丢失了电子，就会带正电荷。这种带正或负电荷的原子，称为离子。带正电荷的离子（如 Na^+ ），称为阳离子，而带负电荷的离子（如 Cl^- ）称阴离子。

体液中阳离子总量与阴离子总量，以毫当量计算，总是相等的，例如、血浆内 Cl^- 与 HCO_3^- 的总和与 Na^+ 之间保持着恒定的关系。 $\text{Na}^+ = \text{HCO}_3^- + \text{Cl}^- + 10$ （单位均为毫当

量)。

三、分子：原子价是由该离子可能提供或接受的电子数决定的，如 Mg^{++} 可提供 2 个电子， HPO_4^- 可接收 2 个电子，故均为 2 价原子。离子按照其原子价互相结合，而成分子，一个单价阳离子（如 Na^+ ）可以与一个单价阴离子结合（如 Cl^- ），而形成一个分子（如 NaCl ）。一个 2 价阳离子，则需要二个单价阴离子与之结合。例如钙（ Ca^{++} ）是二价的，就需要 2 个单价的阴离子氯（ Cl^- ）和它结合，成为氯化钙（ CaCl_2 ）分子。

【离解作用和电解质】 当阳离子和阴离子结合，而形成分子时，称为离子结合。例如氯离子和钠离子结合成氯化钠分子，就是离子结合。当氯化钠溶于水中，氯化钠分子将重新离解成氯离子和钠离子。氯化钠在溶液中，是以离子形式存在，而非以分子形式存在，这就是离解作用。不同的分子有不同的离解程度，有的离解比较完全，有的只部分离解，有的则完全不离解。

能在溶液中离解成带电荷离子的物质，就是电解质。强电解质指的是能完全离解的物质，如无机酸或碱，例如盐酸（ HCl ）。弱电解质指的是只能部分离解的物质，如有机酸或碱，例如碳酸（ H_2CO_3 ），在其溶液中尚有没有离解的碳酸分子（ H_2CO_3 ），与由碳酸离解出来的氢离子（ H^+ ）和碳酸氢离子（ HCO_3^- ），同时并存。人血浆中 HCO_3^- 与 H_2CO_3 的比例为 20 比 1。

非电解质指的是在溶液中完全不能离解的物质，如葡萄糖、尿素等便是。

【克分子（Mol）或克分子浓度（molality）】 某物质

的1克分子指的是：该物质的分子量以克为单位来表示（见表1—1）。如以毫克为单位来表示，即称毫克分子（milli-mole 或 mmol）临床上常用的原子量和分子量见表1—1。

表1-1 常用的原子量和分子量

Na	23	NaCl	58.5
K	39.1	KCl	74.6
Cl	35.5	CaCl ₂	111
Ca	40	NaHCO ₃	84
Mg	24	Na-Lact	112
C	12	C ₆ H ₁₂ O ₆	180
H	1	尿 素	60
N	14	尿素氮	28
O	16	肌 酐	113

例如葡萄糖（C₆H₁₂O₆）的分子量 = (C₆)12×6 + (H₁₂)1×12 + (O₆)16×6 = 180

故180克的葡萄糖 = 1 克分子葡萄糖

180毫克葡萄糖 = 1 毫克分子葡萄糖

克分子这个概念，同样适用于离子。某离子的1克分子，即该离子的原子量或原子量的总和以克为单位来表示，例如钾（K⁺）的原子量是39.1，故39.1克钾为1克分子钾，钙（Ca⁺⁺）的原子量是40，故40克钙为1克分子钙。碳酸氢离子（HCO₃⁻）的原子量总和为（H）1 + （C）12 + （O₃）16×3 = 61。故61克 HCO₃⁻是1克分子HCO₃⁻。

不管什么物质，每1克分子所含的微粒数是相等的，即 6.02×10^{23} ，这一点一定要记住。23克 Na⁺ 或35.5克 Cl⁻ 虽然重量不同，但都是1.克分子。其所含具有生理活性的微粒

数都是相同的即 (6.02×10^{23})。即在化学反应中, 23克 (1 克分子) Na^+ 与 35.5 克 (1 克分子) Cl^- 能结合形成 1 克分子 NaCl 。在人的体液中, 非电解质与电解质都是以分子微粒或离子微粒形式而起作用的。由此可见, 以往体液中的物质以毫克% 为单位来表示 (即 100 毫升体液中, 所含溶质的毫克数) 是不合理的, 因为, 它不能反映各种物质在体液中的化学结合能力和生理意义。应该以克分子或毫克分子浓度为单位来表示, 克分子浓度是指, 每公升溶液中含该物质的克分子的数目; 毫克分子浓度是指, 每公升溶液中含该物质的毫克分子的数目。这就是国际单位 (Système International Units 或 SI units)。

【当量】 当量 (equivalent 或 Eq) 指的是: 该电解质需要多少重量才能相当于 1 个单价离子的微粒的化学结合力。上文已说过, 各种电解质是按照它的原子价进行化学反应而互相结合的, 所以。

当量 = 原子量 ÷ 原子价

而毫当量 (mEq) 等于 1/1000 当量。

对于单价离子来说, 1 毫克分子等于 1 毫当量。2 价离子则不然, 1 毫克分子量等于 2 毫当量, 因为 2 价离子的结合能力等于单价离子的二倍。例如钙 (Ca^{++}) 的 1 毫克分子为 40 毫克, 但每个 Ca^{++} 离子可以结合 2 个单价阴离子如 (Cl^-), 因此, 1 个毫克分子 Ca^{++} 等于 2 个毫当量, 而 1 个毫当量钙等于 20 毫克。

如果将细胞外液这样一种复合溶液中不同离子的浓度, 以毫当量单位来表示, 则单位容量中所有阳离子 (如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^{++}) 的总和与所有阴离子如 (HCO_3^- 、 Cl^- 、

HPO_4^- 、 SO_4^- 、蛋白质)的总和,一定是相等的。用当量为单位才能把平衡的概念圆满地表示出来(见图1--1)。若以重量(毫克%)为单位,就无法表达。

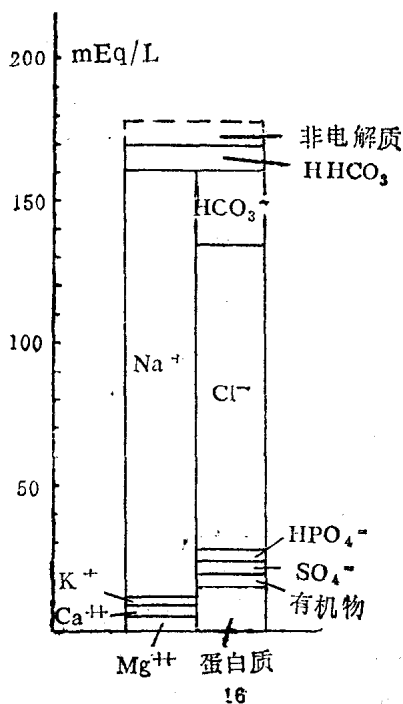


图 1—1 血浆电解质浓度示意图

浓度用毫当量/升表示, 注意图中所示蛋白质亦用毫当量/升表示, 且只有16毫当量/升, 表明电解质在生理上所以重要, 并非在于重量, 而是在于溶液中微粒数以及它们的结合能力

鉴于临床上现仍沿用毫克%单位，从毫克%换算毫当量/升，可用下述方程式：

$$\text{毫当量/升} = \text{毫克}\% \times \text{原子价} \times 10 \div \text{原子量}$$

为了工作上的方便，可查电解质浓度换算因子表（表1—2）和电解质换算表（表1—3）。

【渗透压和渗量】 当水和溶液被半透膜分开时，假如溶液中溶质其分子量太大，不能通过半透膜，则可以见到水通过半透膜进入溶液，这种现象称为渗透作用（osmosis）。这种将水吸引而通过半透膜的力量，称为渗透压（图1—2）。

渗透压的大小，是由溶液的单位容量中溶质的微粒数决

表1-2 常用电解质浓度的换算因子

电解质	原有单位 ×	因子 =	换算后单位
Na	毫克%	0.435	毫当量/升
Na	毫当量/升	2.3	毫克%
Na	毫当量/升	0.0585	克/升(NaCl)
Cl	毫克%	0.282	毫当量/升
Cl	毫当量/升	3.55	毫克%
Cl	毫当量/升	0.0585	克/升(NaCl)
HCO ₃	容积%	0.45	毫当量/升
HCC ₃	毫当量/升	2.226	容积%(CO ₂ 结合力)
Ca	毫克%	0.5	毫当量/升
Ca	毫当量/升	2.0	毫克%
K	毫克%	0.256	毫当量/升
K	毫当量/升	3.91	毫克%
K	毫当量/升	0.0746	克/升(KCl)
Mg	毫克%	0.83	毫当量/升
Mg	毫当量/升	1.2	毫克%

表1-3

电 解 质 换 算 表

Na 1毫当量 = 58.5毫克NaCl = 84毫克NaHCO ₃ = 112毫克Na-Lact	NaCl 1克 = 17.1毫当量Na NaHCO ₃ 1克 = 12毫当量Na和 12毫当量HCO ₃ Na-Lact 1克 = 8.9毫当量Na和 8.9毫当量Lact
K 1毫当量 = 74.6毫克KCl	KCl 1克 = 13.4毫当量K
Ca 1毫当量 = 55.5毫克 CaCl ₂	CaCl ₂ 1克 = 18毫当量Ca和 18毫当量Cl
Mg 1毫当量 = 47.5毫克MgCl ₂	MgCl ₂ 1克 = 21.05毫当Mg

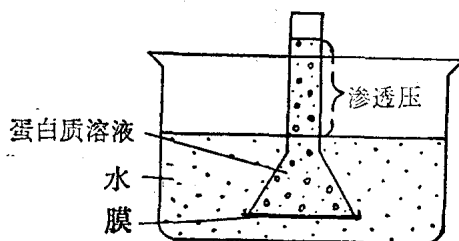


图 1-2 渗透压

定，当不同溶液被半透膜分开时，由于含有不同的溶质微粒数，水就从溶质微粒少的溶液，通过半透膜，进到溶质微粒多的溶液内，直至半透膜两侧的溶液的单位容量中，其溶质微粒数相等为止。

渗透压的功能单位是每升溶液中的渗量数。1克分子的任何溶质，溶于1升水中，均含有 6.06×10^{23} 个微粒，产生17,004毫米汞柱的渗透压，这就是一个渗透克分子量，或简称渗量（osmol 或 Osm）。1毫克分子的溶质，溶于1升水中，就是1个毫渗量，（milliosmol 或 mOsm）。

任何溶质的微粒，不论是离子、分子或者分子聚集体所产生的渗透压都是相等的。例如一个钾离子，一个葡萄糖分子或者一个蛋白分子，尽管重量，大小都不一样，却产生相等的渗透压。 NaCl 可离解为 Na^+ 和 Cl^- 如果离解是完全的，1 克分子 NaCl 可产生 2 渗量的渗透压。 Na_2HPO_4 可离成 2 个 Na^+ 和 1 个 HPO_4^- ，如果离解是完全的，1 克分子 Na_2HPO_4 有 3 个渗量的渗透压。

按理论值推算， NaCl 在 154 毫克分子浓度时，其渗透量应为 $154 \times 2 = 308$ 毫渗量，但用渗透压计测定，则仅为 286 毫渗量，存在着差距的原因，是由于 NaCl 在体液内没有全部都离解的关系。

渗透压由溶质的微粒数决定，而与溶质的原子价无关，凡 1 分子的任何溶质，不论其原子价多少都产生 1 渗量的渗透压。因而，产生 1 渗量的渗透压，单价离子需要一当量，而 2 价离子却需要 2 当量。

【胶体渗透压】 毛细血管壁将血浆和细胞间液分隔开来。毛细血管壁是一个半透膜，水和电解质可以自由弥散，但大分子量的蛋白质则不容易通过。因而，血浆和细胞间液的电解质基本相同，故不能产生明显的渗透压梯度。但血浆蛋白主要在毛细血管内，故能形成有效渗透压，这就是胶体渗透压，它能与毛细血管的静水压相拮抗，将细胞间隙的水分，通过毛细血管壁，吸引入毛细血管内。血浆蛋白浓度为每升 60~70 克，由于蛋白分子量大，只相当于 1~2 毫渗量，对血浆的渗透压的影响甚微，只有在跨毛细血管壁的体液交流中，胶体渗透压才发挥其不可缺少的作用。

血浆蛋白中，以白蛋白分子量最少，与其它蛋白分子比