



水与电解质平衡 基本知识问答



云南科学技术出版社

B464-44

水与电解质平衡

基本知识问答

张修炎 编著

责任编辑：沈 洪

封面设计：李德华

水与电解质平衡基本知识问答

张修炎编著

云南科技出版社出版

(昆明市书林街100号)

云南国防印刷厂印装 云南省新华书店发行

开本：787×1092 1/32 印张：8.5 字数：194,000

1986年2月第一版 1986年2月第一次印刷

印数：1—2,600

统一书号：14466·2 定价：1.35元

序 言

水与电解质平衡是一大组较复杂的、与基础医学和临床医学有着广泛而密切联系的大问题，也是各医学院校的重点教学内容，其中既有正在发展的理论问题，需要不断研讨，又有许多实际应用的问题，需要指导，在国内目前尚无适合初、中级医护人员学习参考这方面专著的情况下，我校病理教研室主任张修炎同志，积三十年来临床和病理工作实践，结合多年专业教学工作体会，编写成《水与电解质平衡基本知识问答》一书，是一件很有价值的工作，对服务于基层的广大初、中级医护人员和在校的中专学生均有较大的帮助，应予肯定和推荐，希望随着科学技术的发展，继续收集这方面的资料，注意研究这方面的问题，以求在再版时对书中的一些内容不断加以充实、更新、进行修订，使之更适合广大读者的需要。

董 芝

84.12.7

目 录

第一章 医用化学基础知识

- 一、什么叫做原子—分子论? (1)
- 二、什么叫做原子量和分子量? (2)
- 三、什么叫做分子式? 每一个分子式表示哪些
内容? (3)
- 四、什么叫做化合价? 怎样决定它的数值? (5)
- 五、什么叫做克原子和克分子? (7)
- 六、什么叫做克分子浓度? (10)
- 七、什么是气体克分子体积? (11)
- 八、什么叫做当量、克当量和毫克当量? (13)
- 九、什么叫做当量溶液及毫克当量溶液? (16)
- 十、什么叫做溶液、饱和溶液和不饱和溶液? (18)
- 十一、什么叫做渗透和渗透压? (19)
- 十二、渗透现象和渗透压在医学上有什么重要
意义? (21)
- 十三、什么叫做酸? 什么叫做碱? 互有何关系? (23)
- 十四、盐的含意是什么? (26)
- 十五、什么叫做压强? 它和压力有何关系? (27)

第二章 人体正常生理生化

- 十六、水和电解质平衡在临床上有什么重要性? (29)
- 十七、水与电解质平衡中的“水”是指什么而

- 言? 它和体液有什么区别? (30)
- 十八、什么叫做“机体的内环境”? 它有哪些
特征和怎样组成? (30)
- 十九、人体中水份的总含量有多少? 它们是怎
样分布的? (31)
- 二十、正常人体水分的需要量是多少? 怎样才
能维持平衡? (34)
- 二十一、什么叫做“无感觉失水”? 怎样计算
失水量? (39)
- 二十二、水在人体中有哪些重要功能? (40)
- 二十三、血浆、组织间液及细胞内液三者是怎
样保持平衡状态的? (41)
- 二十四、什么叫做晶体溶液和胶体溶液? (46)
- 二十五、什么叫做胶体渗透压和晶体渗透压?
它们和体液交换有什么关系? (50)
- 二十六、什么叫做电解质? 它和“电离”、“电解”
有什么关系? (53)
- 二十七、人体中的“非电解质”包括哪些? (55)
- 二十八、正常人体内有哪几种电解质? 怎样分布?
..... (56)
- 二十九、正常成人每日电解质的需要量是
多少? (58)
- 三十、怎样解释细胞内外电解质浓度的差异现象?
它们有什么临床意义? (61)
- 三十一、电解质有哪些生理功能? (65)
- 三十二、水和电解质平衡在人体内是怎样进行调节
的? (67)

- 三十三、什么叫做董南氏平衡？它有什么生理学意义？……………(71)
- 三十四、在研究电解质平衡或酸碱平衡时为什么要用毫克当量作单位？……………(76)
- 三十五、毫克%怎样换算成毫当量/升？……………(78)
- 三十六、什么叫做渗透克分子和渗透毫克分子？……(80)
- 三十七、为什么说渗透毫克分子/升是表示体液渗透压的标准单位？……………(81)
- 三十八、怎样根据血浆电解质的成分计算血浆的总渗透压？……………(82)
- 三十九、如何估计血浆胶体渗透压的高低？……………(85)
- 四十、为什么说水、电解质和酸碱平衡之间有密切的联系？……………(87)
- 四十一、人体内的酸性物质和碱性物质是从哪里来的？……………(90)
- 四十二、人体怎样维持酸碱平衡？……………(90)
- 四十三、什么叫做缓冲溶液和缓冲系统？……………(91)
- 四十四、缓冲溶液是怎样组成的？缓冲作用原理何在？……………(92)
- 四十五、血液中有哪几种缓冲系统？其中以何种最为重要？举例说明其作用……………(94)
- 四十六、血红蛋白维持血液酸碱平衡的机理何在？……………(98)
- 四十七、呼吸系统怎样调节酸碱平衡？……………(105)
- 四十八、肾脏是怎样调节酸碱平衡的？……………(108)
- 四十九、“pH”值的含意是什么？它在医学上有何重要意义？……………(114)

- 五十、决定和维持血液pH值为7.4的主要因素是什么？……………(118)
- 五十一、什么叫CO₂结合力？它和血浆碱储量有什么关系？CO₂结合力容积%怎样换算成毫当量/升？……………(119)
- 五十二、什么叫做CO₂张力？它在诊断呼吸性酸中毒时有什么意义？……………(121)
- 五十三、什么叫做CO₂含量和容量？两者有何区别？……………(123)
- 五十四、什么叫做血容量和血浆容量？一般用什么方法计算？……………(124)
- 五十五、什么叫做标准碱(S.B)、剩余碱(B.E)、丢失碱(B.D)和缓冲碱(B.B)？它们各有何生理和临床意义？……………(130)

第三章 临床应用

- 五十六、什么叫脱水？脱水可分成几类？各有什么特点？……………(132)
- 五十七、临床上如何区分脱水程度？……………(135)
- 五十八、怎样测知体液是低渗还是高渗？……………(136)
- 五十九、外科病人水与电解质丧失的主要途径有哪些？……………(138)
- 六十、水与电解质缺乏时有哪些临床症状？……………(140)
- 六十一、怎样诊断水、电解质和酸碱平衡失调？……………(142)
- 六十二、什么叫做第三间隙液体？它在创伤和某些外科疾病时有什么变化及特点？……………(145)
- 六十三、外科病人补液的原则是什么？如何估计脱

- 水病人的补液量?(146)
- 六十四、什么病人需要输液? 怎样判断补液量是否充足?(151)
- 六十五、如何测定和判断中心静脉压?(154)
- 六十六、临床上常用液体有哪几种? 各有何主要用途?(157)
- 六十七、什么叫做“G.I.K”溶液和“平衡液”? 临床上如何使用?(162)
- 六十八、临床上如何控制输液速度?(167)
- 六十九、怎样理解“先快后慢、先盐后糖、见尿补钾、见酮补糖”等原则?(170)
- 七十、外科禁食患者如何补充液体?(171)
- 七十一、烧伤病人抗休克输液如何计算?(172)
- 七十二、烧伤输液的临床指标是什么? 如何根据这些指标来调节输液?(175)
- 七十三、对急性肠梗阻的病人如何补液? 若伴有酸中毒应如何纠正?(176)
- 七十四、急性肾功能衰竭和脱水症如何进行临床鉴别?(180)
- 七十五、全身麻醉对机体水、电解质与酸碱平衡有什么影响?(183)
- 七十六、什么叫做1:1液、2:1液、2:3:1液及4:3:2液? 它们在外科临床如何应用?(186)
- 七十七、为什么说生理盐水并不完全合乎“生理”?(188)
- 七十八、在调整溶液浓度方面有哪些简便的计算方法?(190)

- 七十九、溶液的百分浓度（克／毫升）与克分子浓度怎样换算？〔附〕：常用盐类电解质重量与毫当量的对照表……………(192)
- 八十、使用以溶质毫当量为单位的电解质类溶液时怎样折算成百分浓度毫升数？……………(194)
- 八十一、当暂时缺乏某些常用液体时怎样代替？能否代替？……………(198)
- 八十二、为什么10%氯化钾注射液未经稀释不可直接静脉注射，而10%氯化钠注射液则必须直接静脉注射？……………(199)
- 八十三、50%葡萄糖液在什么情况下使用？它的升压机理是什么？……………(200)
- 八十四、静脉输液引起静脉炎的原因及防治方法如何？为什么输入10%葡萄糖液较输入50%葡萄糖液者易发生？……………(201)
- 八十五、为什么有的病人静脉注射葡萄糖液会引起不良反应？应如何处理？……………(202)
- 八十六、什么叫做热原和热原反应？怎样处理？……………(204)
- 八十七、什么叫做酸中毒和碱中毒？临床上分为几种类型？……………(207)
- 八十八、血浆中氯离子和碳酸氢根与酸碱平衡有什么关系？……………(211)
- 八十九、什么叫做酮体症？它为什么能影响体内的酸碱平衡？……………(212)
- 九十、血浆 CO_2 结合力在酸碱中毒的诊断上有何价值？……………(215)
- 九十一、为什么代谢性酸中毒时 CO_2 结合力降低，而

- 呼吸性酸中毒时 CO_2 结合力反而上升? (217)
- 九十二、为什么说 $R-M$ 值可以用来判断有无代谢性酸中毒? 怎样利用 $R-M$ 与 $\text{CO}_2-C.P.$ 诊断各型酸碱中毒? (218)
- 九十三、临床上纠正酸碱中毒时应注意哪些事项? ... (220)
- 九十四、在应用碱性药物纠正代谢性酸中毒时如何选用补碱公式? (附: 几种常用碱性溶液的药物浓度及其毫当量/升值) (221)
- 九十五、是不是凡按公式计算的补碱液首次量一定为全量的 $1/3 \sim 1/2$? (224)
- 九十六、1个克分子的乳酸钠溶液怎样配成克 $1/6$ 分子溶液? (226)
- 九十七、临床上怎样使用缓冲剂三羟甲基氨基甲烷 (THAM)? (227)
- 九十八、麻醉或手术中输血应注意哪些问题? (229)
- 九十九、异型血输入后病人会出现什么症状? 应如何抢救? (231)
- 一〇〇、大剂量输血的并发症是什么? 如何治疗和预防? (232)
- 一〇一、输血时为什么不能加等渗或高渗葡萄糖液? (234)
- 一〇二、钾代谢的基本理论在临床上有什么实际意义? (235)
- 一〇三、在外科临床上如何预防和诊治低血钾症? ... (242)
- 一〇四、怎样预防和紧急处理高血钾症? (247)
- 附录: 人体有关水、电解质和酸碱平衡的检验正常值 (252)
- 引用与参考资料 (256)

第一章 医用化学基础知识

一、什么叫做原子——分子论？

答：原子——分子论，又叫做原子——分子学说，是化学的重要基本理论。我们知道，世界上一切物质都是由很多肉眼看不见的微粒构成，这种微粒就叫做分子。分子是物质能够独立存在而且保持这种物质化学性质的最小微粒。例如：把蔗糖放入水中就会慢慢溶解，最后看不见蔗糖的颗粒，水里似乎没有蔗糖的踪影，可是尝尝糖水的味道都是甜的。这是因为蔗糖在水中分散成为不断运动的、很小的微粒，这种微粒虽然很小，但仍然保持了蔗糖原有的化学性质。由于构成物质的分子不同，因而各种物质的性质也就不同。例如：水是由水分子组成，蔗糖是由蔗糖分子组成，水分子和蔗糖分子的大小、重要、化学性质是完全不同的。同种物质分子的大小、重量和化学性质都相同。各种物质的分子非常小、非常轻，同时不停地运动着。一杯酒精放在远处就能闻到它的气味，卫生球（萘）有很大的气味，而且会自动变小。这就是酒精分子和萘的分子不断运动离开它们表面所引起的结果。

人们在反复实践中，认识到各种物质的分子又是由更小的微粒——原子组成。例如水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成。二氧化碳分子是由一个碳原子和两个氧原子组成。氧化镁分子是由一个镁原子和一个氧原子组成。原子比分子更轻、更小，也在不停地运动着。原子和分子不同。在化学变化中，物

质的分子发生了变化，旧分子中的原子重新组合，形成了新的分子。而在一般的化学变化中，参与反应的物质分子里的原子不能转变成为另外的其它原子。如化学反应中铁原子不能变成铜原子，碳原子不能变成氧原子。因此，原子是物质参加化学反应的一种最小微粒。上述研究分子和原子的学说，就是原子一分子论。

二、什么叫做原子量和分子量？

答：我们在日常生活中所遇到的各种各样的东西都是由物质组成的，物质具有重量，因此，组成物质的分子和原子也都有一定的重量。在化学中，每一种元素的一个原子的相对重量就叫做原子量，也就是各元素参加化学反应的最小量。原子的重量非常微小，例如一个氢原子的重量是 1.673×10^{-24} 克；一个氧原子的重量是 2.656×10^{-23} 克；这么微小的重量，不可能用直接称量的方法加以测定，而且使用克做单位来表示这么微小的数字也不方便。所以，只能选择一种元素的原子作为标准，而将其他元素的原子和它相比较，求出各元素原子的相对重量。因而，一般所说的原子量既没有单位又不是原子的实际重量，而是原子之间相互比较的重量比值。例如氢原子量是1，碳原子量是12，氧原子量是16。就是表示，一个碳原子是氢原子重量的12倍，一个氧原子是氢原子重量的16倍。反过来说，也就是一个氢原子是碳原子重量的 $1/12$ 或氧原子重量的 $1/16$ 。

从1961年起，国际上决定使用碳的同位素 C^{12} 作为标准，即以 $C^{12} = 12.0000$ 作为原子量的重量单位，这种单位叫做碳单位。因为碳单位比氧单位更接近各种元素的原子的质量，同

时使物理原子量和化学原子量的标准得到了统一。现在所说的原子量就是用碳单位来表示的某元素一个原子的重量。一个碳单位等于碳原子重量的 $\frac{1}{12}$ ，即以1个碳原子重量 1.993×10^{-23} 克除12即可得出 1.66×10^{-24} 克的数字。例如：一个氢原子的重量是一个碳单位的1.008倍。

$$\frac{\text{一个氢原子重 } 1.67 \times 10^{-24}}{\text{一个碳单位重 } 1.66 \times 10^{-24}} = 1.008$$

所以，氢的原子量等于1.008碳单位。同理，一个氧原子的重量是一个碳单位的16倍，所以氧的原子量等于16碳单位。在实际应用中，常把“碳单位”三字省略不写，例如氢的原子量是1.008，氧是16等等。

由于一切物质的分子都是由原子组成的，所以分子的重量（分子量）就是组成这种物质的分子中所有原子量加起来的总和。原子量以碳单位表示，所以分子量同样用碳单位来表示。一般用“M”这个字母代表分子量。例如水的分子量 $= 1.008 \times 2 + 16 = 18.016$ （碳单位）。又如氧分子是由两个氧原子组成的，所以氧的分子量 $= 16 \times 2 = 32$ 。

某些物质，像铜、铁、铝和碳、硫、磷等，因为它们的结构比较复杂，习惯上就用它们的原子量来代表它们的分子量，例如铁的原子量是55.847，而铁的分子量就用55.847（或整数56）来代替。

三、什么叫做分子式？每一个分子式表示哪些内容？

答：用元素化学符号表示物质分子组成的式子，叫做分子

式。在物质分子中，元素的种类和原子的个数都是一定的，每一种物质都有一定的分子式。

单质分子是由同种元素的原子组成的，在写分子式时先写出元素符号，然后把这种分子里所含原子的个数用阿拉伯数字写在元素符号的右下方。例如氢气分子是由两个氢原子组成，分子式就可以写成 H_2 ；氧气分子由两个氧原子组成，分子式就写成 O_2 。一般气态单质（惰性气体除外）的分子都是由两个原子组成，而铜、铁、锡、铝等金属单质分子和碳、硫、磷等固态非金属单质的分子式，由于结构上比较复杂，通常就用元素符号直接表示，分别写成Cu、Fe、Sn、Al、C、S、P等。

化合物的分子式是由几种元素的原子组成的，在写分子式时，首先要知道这种物质含有哪些元素，以及这种物质的一个分子中所含各种元素的原子个数，然后写出元素符号，并在元素符号的右下方用小的数字标明各种元素原子的个数（如果原子数是1时，把1省去不写）。如二氧化碳分子中含有一个碳原子和两个氧原子，所以它的分子式为 CO_2 。

在写金属元素与非金属元素组成的化合物分子式时，通常把金属元素符号写在左方，非金属元素符号写在右方，如氯化钠的分子式写成NaCl；在写非金属元素与氧元素组成的化合物分子式时，通常把氧的元素符号写在右方，非金属元素符号写在左方，如一氧化碳写成CO。化合物里的元素常由两个或多个原子结合成一个原子团，这种原子团在参与化学反应时，实为一整体，特称它们为“根”。如氢氧根OH、硝酸根 NO_3 、硫酸根 SO_4 、磷酸根 PO_4 等。在写分子式时，如果化合物的分子里有两个或两个以上相同的根时，则在根的符号外加一括号，并在括号右下角注明数字。例如氢氧化铝的分子是由一个铝原子和三个氢氧根所组成，其分子式为 $Al(OH)_3$ 。硝酸钙

的分子是由一个钙原子和两个硝酸根所组成，其分子式为 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 。

此外，分子式中的阿拉伯数字形状的大小和位置，表示不同的意义。如数字写在元素符号的左面或右下方，它们所表示的意义是完全不同的。“ H_2 ”中的“2”表示一个氢分子是由两个氢原子组成的；“ 2H ”中的“2”则表示两个单独的氢原子；“ 2H_2 ”则表示两个氢分子，每个氢分子都是由两个氢原子组成的。

分子式所表示的内容有如下几方面：

- (1) 代表物质的一个分子；
- (2) 表明组成物质的各种元素；
- (3) 表明在物质的一个分子里，各元素的原子数；
- (4) 表明物质的一个分子量；
- (5) 表明组成物质的各种元素的重量比。

例如： H_2CO_3 表明：一个碳酸的分子，是由氢、氧、碳三种元素组成的，碳酸分子是由两个氢原子、一个碳原子和三个氧原子组成的，分子量是： $M = 1 \times 2 + 12 + 16 \times 3 = 62$ （碳单位），组成碳酸的各种元素之间的重量的比是： $\text{H} : \text{C} : \text{O} = 2 : 12 : 48 = 1 : 6 : 24$ 。

又如 H_2O 代表水这个化合物，是一个水分子，它的分子量是18.016，它由氢、氧两种元素组成的，分子中氢和氧的重量比是 $1.008 \times 2 : 16 = 1.008 : 8$ 。

四、什么叫化合价？怎样决定它的数值？

答：化合物分子中各种元素的原子是按一定比例化合的。一种元素的一个原子与一定数目的其它元素的原子相化合的能

力，叫做这种元素的化合价。如果进一步用原子结构理论来说明化合价的本质，那么，化合价的实质就是元素的一个原子在一定的化学反应中所能转移出或接受电子的数目，或共用电子对的数目。失去电子而形成的化合价叫正价，获得电子而形成的化合价叫负价。化合价是元素的一种重要的性质，化学上把氢原子的化合价定为化合价的单位，也就是以氢原子的化合价为1作为标准，因为氢在和其他元素生成的化合物里总是1价，1个氢原子不跟其他元素1个以上的原子化合。例如：



氢是1价，氧是2价。一些不能与氢形成化合物的元素，可以氧为2价推算其化合价。如从氧化钾（ K_2O ）、氧化钙（ CaO ）、三氧化二铝（ Al_2O_3 ）、二氧化氮（ NO_2 ）、五氧化二磷（ P_2O_5 ）、三氧化硫（ SO_3 ）等化合物中可以推算出K的化合价是1价，Ca是2价，Al是3价，N是4价，P是5价，S是6价。最高的元素化合价是8价。单质没有和别的元素形成化合物时，它的化合价是零价。

化合价的概念，在不同类型的化合物中所表示的意义是不同的，它不仅适用于原子，也适用于化合物中作为一个整体而参加化学反应的原子团（根）。例如氢氧化钠（ NaOH ）分子中的氢氧根，化合价为1；硫酸（ H_2SO_4 ）分子中的硫酸根（ SO_4 ），化合价为2。酸根的化合价取决于形成该酸根时由酸分子中除掉的氢原子数。同时，某种元素能由酸中置换出来的氢原子数，这个数目也是那种元素的化合价。例如：



（稀硫酸） （硫酸锌）