

中国儿童发展中心
联合国儿童基金会

实用小儿液体疗法

宋广林 编著

海洋出版社

责任编辑：黄明鲁

实用小儿液体疗法

宋广林 编著

*

海洋出版社出版（北京市复兴门外大街1号）
新华书店北京发行所发行 海洋出版社印刷厂印刷

开本：850×1168 1/32 印张：5.5625 字数：138千字

1990年11月第一版 1990年11月第一次印刷

印数：1—4000

*

ISBN 7-5027-0677-1/R·3 定价：3.50元

前 言

液体疗法是儿科最常用的治疗方法之一，应用范围极广。小儿液体疗法有其独特之处，如果应用得当，常可使患儿起死回生，反之甚至可断送患者生命。国内有关小儿液体疗法的专著甚少，本书力求对儿科临床及儿童保健工作具有实用价值。

全书共五章，以液体疗法的基础知识与小儿腹泻的液体疗法为主要内容，兼顾其他。近年来，口服补液疗法在世界各地广泛开展，国内缺乏有关专著，本书对这一疗法的理论与方法，做了详细介绍。

由于水平所限，缺点错误在所难免，欢迎同行们批评指正。

目 录

第一章 电解质溶液与体液平衡

第一节 电解质溶液

- 一、电解质溶液的基本概念····· (1)
- 二、电解质溶液浓度及计算····· (2)
 - (一)百分浓度····· (2)
 - (二)比例浓度····· (3)
 - (三)克分子浓度····· (4)
 - (四)当量浓度····· (6)
 - (五)渗透分子浓度····· (10)
- 三、液体疗法中常用的溶液····· (13)
 - 附: 常用溶液电解质含量及张力表····· (17)
- 四、电解质溶液的配制····· (18)

第二节 体液与体液平衡····· (21)

- 一、体液的组成····· (21)
 - (一)体液含量与分布····· (21)
 - (二)体液的成分····· (23)
- 二、人体内的体液平衡····· (27)
 - (一)血浆与细胞间液的交换与平衡····· (27)
 - (二)细胞间液与细胞内液的平衡····· (31)

第三节 体液的生理消耗及其补充····· (35)

- 一、体液的生理消耗····· (35)
 - (一)能量代谢····· (35)
 - (二)人体正常水消耗····· (39)
- 二、体液平衡的调节····· (42)
 - (一)肾脏的调节作用····· (42)

(二) 抗利尿激素	(43)
(三) 醛固酮	(43)
(四) 酸碱平衡	(44)
三、生理维持液的配制	(46)
四、生理消耗的补充	(48)
第二章 小儿水与电解质失衡	
第一节 脱水	(50)
一、等张性脱水	(52)
二、低张性脱水	(53)
三、高张性脱水	(55)
四、脱水的诊断	(56)
(一) 临床资料的获取	(56)
(二) 不同性质脱水的诊断	(59)
(三) 不同程度脱水的诊断	(62)
第二节 低钠血症	(66)
一、低钠血症发生原因	(66)
二、水中毒	(67)
(一) 水中毒的病理生理	(67)
(二) 水中毒的症状	(68)
(三) 水中毒的临床诊断	(69)
第三节 盐中毒	(72)
一、盐中毒的病理生理	(72)
二、盐中毒的诊断	(74)
第四节 低钾血症与高钾血症	(75)
一、低钾血症	(75)
(一) 低钾血症发生原因	(75)
(二) 低钾血症的症状	(76)
(三) 低钾血症的诊断	(76)
二、高钾血症	(77)

(一) 高钾血症发生原因	(77)
(二) 高钾血症的症状	(77)
(三) 高钾血症的诊断	(77)

第三章 小儿腹泻的口服补液疗法

第一节 小儿腹泻概述	(79)
一、小儿腹泻的发病与死亡	(79)
二、小儿腹泻诊断与治疗进展	(82)
(一) 小儿腹泻诊断名称	(82)
(二) 小儿腹泻治疗进展	(84)
三、小儿病毒性腹泻研究进展	(86)
(一) 小儿病毒性腹泻流行情况	(86)
(二) 传播途径	(89)
(三) 病理改变	(89)
(四) 病程和预后	(90)
(五) 病毒性腹泻病因学概况	(91)
四、细菌性腹泻研究进展	(99)
(一) 腹泻原性大肠杆菌(埃希氏大肠杆菌)	(99)
(二) 空肠弯曲菌	(102)
(三) 耶氏菌	(103)
(四) 细菌肠毒素	(104)
第二节 口服补液疗法	(107)
一、口服补液疗法的历史	(107)
二、口服补液的理论依据	(109)
(一) 正常小肠吸收功能	(109)
(二) 肠道感染与口服补液	(112)
三、口服补液盐(ORS)处方	(116)
(一) ORS配方	(117)
(二) 枸橼酸ORS	(118)
(三) 蔗糖ORS	(118)

四、口服补液方法	(119)
(一) ORS液的配制	(119)
(二) 应用范围	(119)
(三) 口服补液量	(120)
(四) 口服补液方法	(120)
五、口服补液疗法的效果	(121)
(一) 急性细菌性腹泻	(121)
(二) 病毒性腹泻	(121)
六、急性腹泻及口服补液几个有关问题	(121)
(一) 对口服补液失败病例的分析	(121)
(二) 关于稀释口服补液盐的使用	(122)
(三) 关于“新型口服补液盐”	(125)
(四) 关于胃管输液	(126)
(五) 急性腹泻患者饮食	(127)
附件 口服补液盐 (ORS) 治疗急性小儿 腹泻脱水试行方案	(128)

第四章 小儿腹泻的静脉液体疗法

第一节 概述	(131)
一、历史与现状	(131)
二、静脉液体治疗计划	(132)
第二节 累积丢失的补充	(135)
一、等张性脱水	(135)
二、低张性脱水	(139)
三、水中毒	(141)
四、高张性脱水	(145)
五、盐中毒	(146)
六、脱水引起的代谢性酸中毒	(147)
第三节 继续丢失的补充	(149)
第四节 腹泻脱水患儿第一日补液方案举例	(150)

一、累积丢失的补充·····	(151)
二、生理消耗的补充·····	(151)
三、继续丢失的补充·····	(151)
第五节 低钾及高钾血症的处理·····	(152)
一、低钾血症的处理·····	(152)
二、高钾血症的处理·····	(153)
(一) 应急措施·····	(153)
(二) 减少体内钾离子措施 ·····	(155)
第六节 小儿腹泻液体疗法国内主要流派·····	(155)
一、4 : 3 : 2液方案·····	(155)
二、5 : 6 : 7液与4 : 5 : 6 : 7液方案·····	(157)
三、3 : 2 : 1液方案·····	(158)
第五章 腹泻之外小儿某些疾病的液体疗法	
一、新生儿疾病的液体疗法·····	(160)
(一) 新生儿体液平衡特点 ·····	(160)
(二) 新生儿水与电解质的生理需要 ·····	(161)
(三) 新生儿脱水 ·····	(161)
二、营养不良液体疗法·····	(162)
三、小儿肺炎的液体疗法·····	(163)
四、肾脏疾病的液体疗法·····	(164)
(一) 肾病综合征的液体疗法 ·····	(164)
(二) 急性肾功能衰竭的液体疗法 ·····	(164)
五、小儿急性脑水肿的液体疗法·····	(166)
(一) 脱水、利尿剂的使用 ·····	(166)
(二) 脱水治疗后的液体疗法·····	(167)

第一章 电解质溶液与体液平衡

第一节 电解质溶液

一、电解质溶液的基本概念

物质是由分子组成的，而分子又由原子组成。原子中心为一个原子核，其周缘为若干绕核旋转的电子。原子的重量主要由原子核中的中子提供，而电子的重量却是微不足道的。但是，在化学反应中原子核并不发生变化，变化的只是电子。可见，决定原子重量的是原子核，而决定化学活性的却是周缘电子层。

原子核中的质子带有正电荷，而核外电子却带有负电荷。一般情况下核内质子所带的正电量等于核外电子所带的负电量，使整个原子呈中和电性。

如果原子最外层轨道上接受了电子或者失去了电子，则使原子核内外带电量失去平衡，使整个原子或者呈阳性电性，或者呈阴性电性。这种原子被称做离子。当原子丢失最外层轨道上的电子时，原子核内质子所带正电量超过核外电子所带负电量，这种离子即为阳离子。反之，当原子在最外层轨道上接受电子时，核

外电子所带负电量超过核内质子所带正电量，这种离子即为阴离子。例如，钠原子质子数为11，其电子数亦与之相等，当失去1个外周电子时，电子数减少为10，质子数超过电子数，呈正电性，即为阳离子，用 Na^+ 表示。氯原子的质子数为17，当接受1个外周电子时，电子数增为18，电子数超过质子数，呈负电性，即为阴离子，用 Cl^- 表示。

原子价（化合价）是由原子所能接受或失去的电子数决定的。如果仅能接受或失去1个电子的，则为一价物质，如 Na^+ 、 K^+ 、 H^+ 和 Cl^- 等。能够接受或失去2个电子的，为二价物质，如 Ca^{++} 和 Mg^{++} 等。离子之间的结合是由原子价决定的，如 $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{NaCl}$ ， $\text{Ca}^{++} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{CaCl}_2$ 。

可以离解成带电荷离子的物质称为电解质，如氯化钠、氯化钙、碳酸氢钠等。而不能离解成带电荷离子的物质称为非电解质，如葡萄糖和尿素等。在本书的内容中将主要讨论电解质和电解质溶液。

二、电解质溶液浓度及计算

（一）百分浓度

百分浓度是药物及液体疗法中常用的浓度，其定义为每100份溶液中所含有的溶质份数。既然是溶液与溶质份数之百分比，那么便可以有重量与重量之比、重量与体积之比以及体积与体积之比。

1. 重量—体积百分浓度

这是较常用的一种百分浓度，是指每100毫升溶液中所含的溶质克数，代表符号为 $\%$ （ g/ml ）。如5%葡萄糖溶液，是指每100毫升溶液中含有葡萄糖5克，这里将“克”字省略。0.9%氯化钠溶液（生理盐水）是指每100毫升溶液中含有氯化钠0.9克。

需要指出的是重量—体积百分浓度中的溶质一定要用“克”作单位，如果溶质含量较少则可用小数表示，如0.01%，表示

0.01克%，亦即10mg%。当然有时亦用毫克表示，如血钙10mg%，即表示100毫升血清中含钙10mg。这时一定要写明单位，且不可省略，否则与10%（10克%）无法区别。

还需指出的是，重量一体积百分浓度指的是每100毫升溶液，而不是溶剂。如50%葡萄糖溶液指的是每100毫升溶液中含葡萄糖50克，而不是100毫升蒸馏水加50克葡萄糖所配制成的溶液。配制溶液时应该用50克葡萄糖加蒸馏水到100毫升。

2. 重量—重量百分浓度

是以每100克溶液中所含有的溶质克数来表示的溶液浓度，代表符号为%（g/g）。这里同样需要注意不要用溶剂代替溶液进行计算。如以重量百分浓度表示的10%氯化钠，指的是每100克溶液中含有氯化钠10克，而不是100克水加入10克氯化钠配制成的溶液。

3. 体积—体积百分浓度

表示每100毫升溶液中所含有的溶质毫升数，代表符号为%（ml/ml）。如75%酒精指的是每100毫升溶液中含纯酒精75毫升，而不是100毫升水加入纯酒精75毫升。

（二）比例浓度

以1克或1毫升溶质加入适当的溶剂配成一定比例的溶液。如1：5000高锰酸钾溶液，就是将1克高锰酸钾加水溶解后，配制成5000毫升溶液。

在液体疗法中经常遇到一些复杂溶液，有的就是以一种或几种常用溶液按一定比例配制的。例如M/6乳酸钠溶液，就是以1份克分子（11.2%）乳酸钠溶液加5份蒸馏水配制而成。2：1液是以2份生理盐水加1份M/6乳酸钠溶液配制而成。4：3：2液是以4份生理盐水加3份5%葡萄糖溶液，再加2份M/6乳酸钠溶液配制而成。还有3：1液（生理盐水：0.15%氯化钾）、3：2：1液（5%葡萄糖：生理盐水：M/6乳酸钠）、6：2：1液（5%葡萄糖：生理盐水：M/6乳酸钠）等。在使用这些液体名称时，不仅要说明

比例，而且一定要注明是哪几种溶液的相应比例。

(三) 克分子浓度

1. 克分子 (M) 与毫克分子 (mM)

前面已经讲过，物质的化学活性不是由决定原子重量的原子核决定的，而是由周边电子层决定的。也就是说各物质间的化合并不按照单位重量比例。例如：



即1个原子Na与1个原子Cl化合成为1个NaCl分子。也就是23克Na与35.5克Cl化合成为58.5克NaCl，而不是1克Na与1克Cl化合成为2克NaCl。我们把58.5克NaCl称为1克分子。所谓克分子量就是加上以“克”作单位来表示的分子量。如1M的NaCl为58.5克，1M的NaHCO₃为84克，1M的乳酸钠 (CH₃CHOHCOONa) 为112克，1M的葡萄糖 (C₆H₁₂O₆) 为180克。

克分子的概念同样适用于原子或离子，即将某物质的原子量加上“克”做单位，亦称克分子量，通常不称克原子量。

如1M钠 (Na⁺) 为23克，1M氯 (Cl⁻) 为35.5克，1M钾 (K⁺) 为39.1克，1M钙 (Ca⁺⁺) 为40克。

毫克分子 (mM) 量为克分子量的1‰，即分子量加上“毫克”为单位。

计算时可采用下列公式：

$$M = \frac{\text{物质的克数}}{\text{该物质的克分子量}}$$

$$\text{mM} = \frac{\text{物质的毫克数}}{\text{该物质的毫克分子量}}$$

例如：某药每包内含氯化钠3.5克，计算其毫克分子含量。

首先将3.5克变为3500mg，已知氯化钠的毫克分子量为58.5mg，用上述公式计算，

$$\text{mM} = \frac{3500\text{mg}}{58.5\text{mg}} \approx 60 (\text{mM})$$

即该药每包含氯化钠60mM。

2. 克分子浓度

每升溶液中所含溶质的克分子数，即为克分子浓度，用符号M/L表示。而每升溶液中所含溶质的毫克分子数，则为毫克分子浓度，用符号mM/L表示。

在应用过程中经常需要将百分浓度换算为毫克分子浓度。

例1 正常人血钙值约为10mg%，将其换算为毫克分子浓度。毫克分子浓度为每升溶液中溶质的含量，因此应当首先将百分浓度换算成每升溶液中溶质含量。10mg%即为100mg/L。

已知Ca⁺⁺的毫克分子量为40mg，用公式计算

$$mM = \frac{100mg}{40\text{ mg}} = 2.5\text{ (mM/L)}$$

即正常人血钙值约2.5mM/L。

例2 将5%葡萄糖溶液换算成毫克分子浓度。

首先将百分浓度换算成每升溶液中溶质含量，即5%为50g/L。

再将重量单位折算为毫克，即为50000mg/L。已知葡萄糖毫克分子量为180mg，用公式计算：

$$mM = \frac{50,000mg}{180mg} \approx 278\text{ (mM/L)}$$

即5%葡萄糖溶液每升含葡萄糖278mM。它是非电解质溶液，不会离解成阴阳离子。

例3 将15%氯化钾换算成毫克分子浓度。

首先将15%折算为150000mg/L，已知KCl毫克分子量为75mg，用公式计算：

$$mM = \frac{150,000mg}{75mg} = 2,000\text{ (mM/L)}$$

即15%氯化钾溶液每升含K⁺离子2,000mM，同时含Cl⁻离子2000mM。也就是每毫克含2mM。

3. 克分子溶液

每升溶液中含有溶质1克分子，即为克分子溶液。如每升含有氯化钠58.5克的溶液，即为氯化钠的M溶液。每升含有180克葡萄糖的溶液，即为葡萄糖的M溶液。

M溶液每升含有溶质1M，即每1,000毫升含有1M，也就是每1000毫升含有1000mM，那么每1毫升溶液即含溶质1mM。对于1价电解质溶液，每毫升则含阴、阳离子各1mM。

液体疗法中经常使用的11.2%乳酸钠溶液为M溶液，因为11.2%浓度即为每升含有112克，乳酸钠的克分子量恰好为112克。该溶液每毫升含有乳酸钠1mM。M/6溶液为1.87%浓度。碳酸氢钠的分子量为84，其M溶液为8.4%浓度。M/6溶液应为1.4%。但现成溶液没有这一浓度。一般药厂提供的多为5%浓度，应用时可稀释3.5倍，即与M/6溶液浓度相近。

4. 溶解在溶液中的气体常常用容积% (Vol%) 为单位表示，如果要将其换算为毫克分子浓度时，则需依据阿弗加特罗定律。根据这一定律，理想气体在温度0℃和大气压力760毫米汞柱的标准状态下，1M之容积为22.4升，即1mM容积为22.4毫升。当然，各种实际气体与理想气体有一定差距，但我们仍可按理想气体进行计算。计算时可用下面公式。

$$\text{mM/L} = \frac{\text{容积\%数} \times 10}{22.4} = \frac{\text{容积\%数}}{2.24}$$

例如正常人血浆二氧化碳结合力约为60容积%，计算其mM/L含量。

$$\text{mM/L} = \frac{60}{2.24} \approx 27 (\text{mM/L})$$

即正常人血浆二氧化碳结合力约为27mM/L。

(四) 当量浓度

1. 克当量 (Eq) 与毫克当量 (mEq)

物质的化合不是永远1个原子(离子)对1个原子(离子)，

有时一个原子（离子）与另一种物质2个、3个或更多个原子（离子）相结合。结合的原子个数由原子所能接受或失去的电子数决定，即与物质的原子价有关。

如HCl是1个原子H与1个原子Cl相结合。

CaCl₂是1个原子Ca与2个原子Cl相结合。即1/2M的Ca与1M的Cl相结合。

FeCl₃是1个原子Fe与3个Cl原子相结合，也就是1/3M的Fe与1个M的Cl相结合。

为了应用方便，找出一个便于表达的单位，则把某种离子能与一个1价的阳离子或一个1价阴离子相结合的重量，称为该离子的当量。以克为单位则称克当量，以符号Eq代表，以毫克为单位称毫克当量，以符号mEq代表。

如H₂O，1/2M的O与1M的H相结合，1/2M的O就是1个克当量。同理3价物质1/3M为1个Eq。因此，克当量 = $\frac{\text{克分子量}}{\text{原子价}}$ 。对于1价物质M与Eq是相等的。

如1Eq的Cl为35.5g，1Eq的O为16g/2=8g。mEq就是Eq的1%，也就是mM/原子价。如1mEq的Cl为35.5mg，1mEq的O为16mg/2=8mg，等等。

如果欲求克当量个数，应该先以克数÷原子量，即折算成克分子数，再乘以原子价就是克当量数了。即Eq（个数）=M×原子价。其道理是，

$$\text{克当量个数} = \frac{\text{克数}}{\text{克当量}}$$

$$\text{克当量} = \frac{\text{克分子量}}{\text{原子价}}$$

$$\text{则 克当量个数} = \frac{\frac{\text{克数}}{\frac{\text{克分子量}}{\text{原子价}}}}{\text{原子价}} = \frac{\text{克数}}{\text{克分子量}} \times \text{原子价} = M \times \text{原子价}。$$

例如：钙的毫克分子量值为40mg，求其毫克当量值。

$$\text{应以} \frac{\text{mM量值}}{\text{原子价}} = \frac{40\text{mg}}{2} = 20\text{mg}。$$

即钙的mEq量值为20mg。

又如：前面已计算过，正常人血钙约为2.5mM/L，计算其mEq数。

这里2.5mM/L，指的是mM的个数，而需要换算的mEq亦为个数。

则应以 $2.5 \times 2 = 5$ (mEq/L)

即正常人血钙约5mEq/L。

2. 当量浓度

每升溶液中所含溶质的克当量数，即为当量浓度，用符号N表示。在液体疗法计算中，多用离子的毫克当量浓度，即每升溶液中所含溶质的毫克当量数。

平时我们在液体治疗时应用的现成溶液，常以百分浓度表示，计算时经常需要换算成毫克当量浓度，因此事先应该了解各种电解质溶液的毫克当量浓度，应用时才能进行正确计算。举例如下。

例1 生理盐水为0.9%氯化钠溶液，将其换算成毫克当量浓度。

先把百分浓度换算成每升溶液中溶质含量，0.9%即为9g/L。在计算毫克当量浓度时，溶质一律应用毫克为重量单位，9g/L即为9000mg/L。

再计算其mM/L数。

$$\text{mM} = \frac{\text{物质的毫克数}}{\text{该物质的毫克分子量}}，\text{氯化钠的毫克分子量}$$

$$\text{为} 58.5\text{mg}，\text{则用} \frac{9000\text{mg}}{58.5\text{mg}} = 154 \text{ (mM/L)}$$

已知mM数(个数)，求mEq数(个数)应以mM×原子价，

而 Na^+ 为1价物质，则得数仍为154 (mEq/L)。即生理盐水含 Na^+ 154mEq/L，同时含 Cl^- 154mEq/L。

对于1价离子，只要计算出mM/L数，也就等于计算出mEq/L数字了。

例2 将10%氯化钾换算成毫克当量浓度。

首先将10%折算成100000mg/L，已知氯化钾的毫克分子量为75mg，计算mM/L数字

$$\text{mM} = \frac{100000\text{mg}}{75\text{mg}} = 1333 (\text{mM/L})$$

K^+ 为1价物质，也就是每升含 K^+ 1333mEq，同时含 Cl^- 1333mEq。亦即每毫升含 K^+ 和 Cl^- 各1.3mEq。

例3 计算M/6乳酸钠溶液的毫克量浓度。

有两种计算方法，一种用上述方法。

M乳酸钠每升含溶质112克，M/6溶液则每升含溶质 $112\text{g} \div 6 = 18.7\text{g}$ ，即18,700mg/L。计算mM/L数字。

$$\text{mM} = \frac{18,700\text{mg}}{112\text{mg}} \approx 167 (\text{mM/L})$$

Na^+ 为1价电解质，即M/6乳酸钠含 Na^+ 167mEq/L，同时含乳酸根167mEq/L。乳酸根经代谢后很快即转化为 HCO_3^- 。因此可以认为M/6乳酸钠溶液含 Na^+ 167mEq/L，同时含 HCO_3^- 167mEq/L。

第二种计算方法较为简便：M溶液每升含溶质1M，即1000mM，对于1价物质即为1000mEq。

M/6溶液，每升应含溶质

$$1000\text{mEq} \div 6 \approx 167\text{mEq}$$

即含 Na^+ 和 HCO_3^- 各167mEq/L。

两种计算方法所得结果是一致的。通过第二种计算方法还可得知，任何1价电解质溶液，其M/6浓度，所含阴阳离子均各为167mEq。因此，1.4% (M/6) 碳酸氢钠溶液与1.87% (M/6)