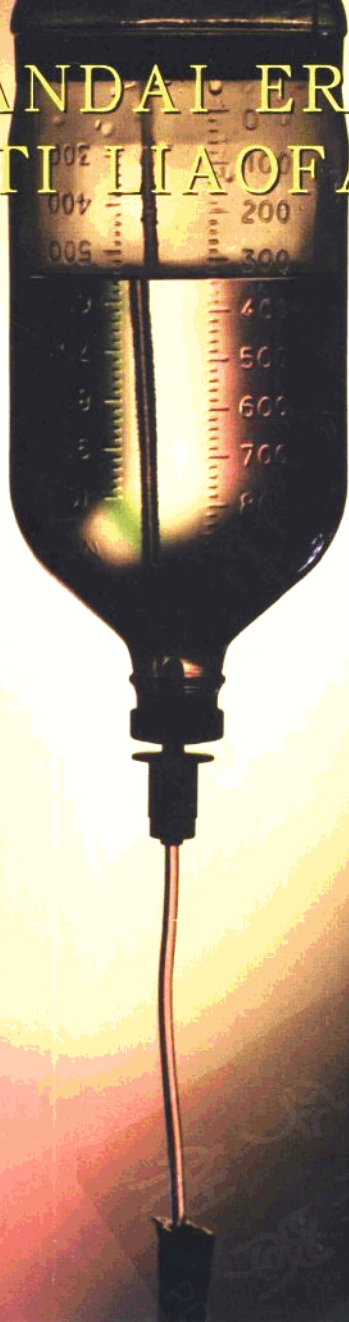


XIANDAI ERKE
YETI LIAOFA



现代儿科液体疗法

邓静

主编

福建科学技术出版社

前 言

液体疗法在儿科临床上的应用范围很广，在很多情况下（如严重脱水、感染性休克、烧伤休克、失血性休克、急性脑水肿、糖尿病酮症酸中毒等）成为挽救病儿生命最重要甚至是惟一的抢救措施。近年来，国内外有关危重病儿体液代谢紊乱和液体疗法的研究进展报道较多，且各具特色，均有较高的实用价值。为了向儿科医生和基层医务人员系统地提供一些这方面的信息，我们从体液平衡基础理论入手，以实用为主，联系临床实践，编写了这本《现代儿科液体疗法》，供儿科医生和基层医务人员参考。

在本书编写过程中，《国外医学·儿科学分册》常务副主编程晓秋教授对本书内容的广泛性、先进性和实用性方面曾提出很多宝贵意见；首都医科大学北京友谊医院鲁泽清教授、复旦大学华山医院张廷龄教授、复旦大学儿科医院沈惟堂教授、第三军医大学附属大坪医院葛衡江教授和成都军区昆明总医院许太武医师等为本书提供了部分临床研究资料。南京军区福州总医院儿科主任、南京军区儿科研究所所长陈新民教授对书稿进行了全面审阅和推荐。对教授专家们的大力支持，在此表示衷心的感谢。

本书内容涉及面广，由于水平有限，书中的缺点和错误在所难免，恳切希望同行批评指正。

目 录

第一章 体液平衡

一、体液和内环境.....	(1)
二、体液平衡的基本内容.....	(3)
(一) 水的平衡.....	(3)
(二) 电解质浓度及阴阳离子平衡.....	(4)
(三) 渗透压平衡.....	(4)
(四) 酸碱平衡.....	(6)
三、体液平衡的调节.....	(7)
(一) 水与电解质平衡的调节.....	(7)
(二) 酸碱平衡的调节	(11)

第二章 体内主要电解质的正常代谢

一、钠的正常代谢	(17)
(一) 钠的含量和分布	(17)
(二) 钠的生理功能	(19)
(三) 钠的代谢调节	(20)
(四) 钠的摄入和排出	(21)
二、钾的正常代谢	(21)
(一) 钾的含量和分布	(21)

(二) 钾的生理功能	(22)
(三) 钾的代谢调节	(22)
(四) 钾的摄入和排出	(23)
三、钙的正常代谢	(23)
(一) 钙的含量和分布	(23)
(二) 钙的生理功能	(24)
(三) 钙的代谢调节	(25)
(四) 钙的摄入和排出	(28)
四、镁的正常代谢	(29)
(一) 镁的含量和分布	(29)
(二) 镁的生理功能	(29)
(三) 镁的代谢调节	(30)
(四) 镁的摄入和排出	(30)

第三章 体液代谢紊乱和液体疗法

一、水、电解质代谢紊乱和液体疗法	(31)
(一) 脱水	(31)
(二) 水中毒	(42)
(三) 低钠血症	(44)
(四) 高钠血症	(45)
(五) 低钾血症	(47)
(六) 高钾血症	(52)
(七) 低钙血症	(55)
(八) 高钙血症	(58)
(九) 低镁血症	(59)
(十) 高镁血症	(61)

二、酸碱平衡紊乱和液体疗法	(62)
(一) 代谢性酸中毒	(64)
(二) 代谢性碱中毒	(68)
(三) 呼吸性酸中毒	(71)
(四) 呼吸性碱中毒	(73)

第四章 儿科危重病症的液体疗法

一、小儿感染性休克	(75)
(一) 体液代谢变化	(77)
(二) 临床表现	(80)
(三) 液体疗法	(81)
(四) 注意事项	(84)
附：休克病人的监测	(90)
二、小儿失血性休克	(93)
(一) 体液代谢变化	(93)
(二) 临床表现	(94)
(三) 液体疗法	(95)
(四) 注意事项	(97)
附 1：血液成分在外科输血治疗中的应用	(100)
附 2：自体输血在急救时的应用	(103)
三、小儿烧伤休克	(108)
(一) 体液代谢变化	(112)
(二) 临床表现	(112)
(三) 液体疗法	(112)
(四) 注意事项	(113)

四、小儿急性脑水肿	(116)
(一) 临床表现和诊断标准.....	(117)
(二) 液体疗法.....	(118)
(三) 注意事项.....	(121)
附：20%甘露醇的药理作用.....	(122)
五、小儿糖尿病酮症酸中毒	(124)
(一) 体液代谢变化.....	(124)
(二) 临床表现和实验室检查.....	(126)
(三) 液体疗法.....	(126)
(四) 注意事项.....	(127)
六、婴幼儿肺炎	(128)
(一) 临床表现和诊断标准.....	(129)
(二) 液体疗法.....	(129)
(三) 注意事项.....	(130)
七、小儿急性肾功能衰竭	(136)
(一) 体液代谢变化.....	(137)
(二) 临床表现和实验室检查.....	(138)
(三) 诊断标准.....	(140)
(四) 液体疗法.....	(140)
(五) 注意事项.....	(142)
附1：危重病儿的静脉内营养疗法	(143)
附2：腹膜透析法	(153)
附3：连续动静脉血液滤过	(156)

第五章 液体疗法常用液体

一、营养液.....	(164)
(一) 5%葡萄糖溶液	(164)
(二) 脂肪乳剂 (乳化脂肪)	(165)
(三) 复合氨基酸液	(166)
二、电解质液.....	(168)
(一) 3%氯化钠液 (3%盐水)	(168)
(二) 0.9%氯化钠液 (生理盐水)	(168)
(三) 11.2%乳酸钠液	(168)
(四) 1.7%乳酸钠液	(169)
(五) 5%碳酸氢钠液	(169)
(六) 1.25%碳酸氢钠液	(169)
(七) 15%氯化钾液	(170)
(八) 0.9%氯化铵液	(170)
三、混合液.....	(171)
(一) 5%葡萄糖氯化钠液	(171)
(二) 1:1 液	(171)
(三) 2:1 液 (改良的生理盐水)	(171)
(四) 3:2:1 液	(172)
(五) 6:2:1 液	(172)
(六) 平衡盐液	(173)
(七) 维持液 (含钾维持液)	(173)
(八) 口服补液盐	(174)
四、胶体液.....	(176)
(一) 右旋糖酐	(177)

(二) 羟乙基淀粉液 (706 代血浆)	(178)
(三) 改良明胶液 (液态明胶)	(179)
附: 常用抗生素在输液中的稳定性	(180)

第六章 常用输液部位及方法

一、静脉输液	(185)
(一) 头部浅静脉	(185)
(二) 手背静脉和正中静脉	(186)
(三) 颈外静脉	(188)
(四) 股静脉	(193)
(五) 大隐静脉	(194)
二、骨髓腔输液部位和方法	(197)

第七章 输液的不良反应

一、发热反应	(200)
(一) 原因	(200)
(二) 临床表现	(201)
(三) 处理	(201)
(四) 预防	(202)
二、过敏反应与过敏样反应	(202)
(一) 原因	(202)
(二) 临床表现	(204)
(三) 处理	(205)
(四) 预防	(206)

三、急性心衰和肺水肿.....	(207)
(一) 原因.....	(207)
(二) 临床表现.....	(207)
(三) 处理.....	(207)
(四) 预防.....	(208)
附：输血的不良反应.....	(208)

附 录

附录一 中国腹泻病诊断治疗方案.....	(216)
附录二 与医学有关的法定计量单位.....	(225)

第一章 体液平衡

一、体液和内环境

我们知道，构成人体的基本单位是细胞，而体内各种细胞都必须含有适量的液体才能通过细胞膜与外界进行物质交换，摄取营养物质，排出代谢产物。存在于细胞内的液体，称为细胞内液。同样，细胞也必须在适当的液体环境中才能保持其形态完整，进行正常的代谢。细胞外的这些液体称为细胞间液或组织间液，简称间质液。间质液通过毛细血管壁与血浆不断进行物质交换，二者统称为细胞外液。细胞内液和细胞外液总称为体液。

体液是人体很重要的组成部分。测量人体液量的方法很多，其中比较准确的是干燥法和水的核素稀释法。用这些方法测定：成年男性体液约占体重的 60%、女性约占 55%，儿童约占 65%，婴儿约占 70%，新生儿约占 80%。体液容量在性别和年龄上的差别，主要取决于人体脂肪含量的多少。因脂肪含水极少，故脂肪愈多，水分愈少。婴儿体内脂肪约占体重的 1/8，以后随年龄增长而逐渐增加。年龄愈小，脂肪含量愈少，加上新陈代谢旺盛，需水量和水的交换亦相对地增多，故体内水分愈多。体液的分布见表 1-1。

血浆是血液的液体部分，它和血细胞一道在心血管系统内不停地流动，通过肺、肾、胃、肠和皮肤等处与体外环境不断进行物质交换，以维持体液在体内的动态平衡（图 1-1）。这就是说，体液在体内能维持动态平衡，必须与体外环境不断进行物质交换，在

表 1-1 人体体液分布

	成人	儿 童 (2~14 岁)	1 岁婴儿	足 月 新生儿
体液总量	55~60	65	70	80
细胞内液	40~45	40	40	35
细胞外液总量	15~20	25	30	45
间质液	10~15	20	25	40
血浆	5	5	5	5

注：表中数字表示相应成分占体重的百分数。

与体外环境进行物质交换过程中摄取的营养物质，必须先通过细胞外液才能进入细胞，而细胞产生的代谢产物也必须通过细胞外液才能最后排出体外。据测算，在离毛细血管 $1\mu\text{m}$ 内的组织间隙里，血管内的液体和间质液的交换每分钟约进行 50~100 次；通过毛细血管壁进入人体的物质，30 分钟内便可在整个细胞外液中达到平衡。因此，细胞外液在人体与外界环境进行的物质交换中起重要作用，所以生理学把细胞外液称为人体的内环境。

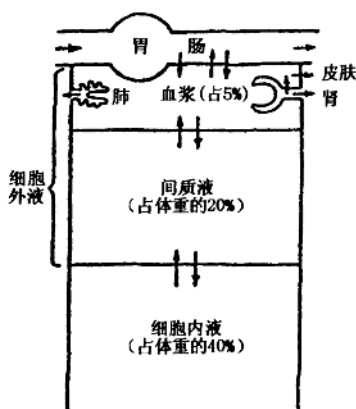


图 1-1 体液在体内的动态平衡

二、体液平衡的基本内容

正常情况下，体液在体内的容量和分布是比较恒定的，其恒定性主要包括水的平衡、电解质浓度及阴阳离子平衡、渗透压平衡与酸碱平衡。

（一）水的平衡

体液中绝大部分是水，以血浆为例，水约占血浆的 90%~92%。水在人体生理活动中起重要作用。如食物的吸收和新陈代谢的各种化学反应、物质的输送和排泄、体温的调节和维持体液渗透压平衡等，都必须在水的参与下进行。所以，水对人来说是必不可少的物质。据研究，成年男性每日最低需水量约 30ml/kg，女性约 25ml/kg，小儿每日最低需水量要比成人多些（表 1-2）。因为人体每日需水量与热量消耗成正比，小儿所需热量相对较多，同时由于小儿发育旺盛，换水率比成人高，体表面积和体重的比例大，无形失水多，加之小儿肾浓缩功能差，较多的代谢产物需要排出，所以小儿需水量多。

表 1-2 小儿每日最低需水量

年 龄	每日最低需水量 (ml/kg)
1 岁以内婴儿	110
1~3 岁	100
4~6 岁	90
7~12 岁	70
13~14 岁	50

小儿每日通过饮食进入体内的水分，加上食物氧化和组织分解代谢所产生的水（每 1g 蛋白质氧化约产水 0.4ml，每 1g 脂肪氧化约产水 1.07ml，每 1g 葡萄糖氧化约产水 0.6ml）主要由肾、肺、皮肤及消化道排出，其中 40%~50% 从肾脏排出，40%~50% 从肺和皮肤蒸发，3%~10% 从粪便中丢失，仅 0.5%~3% 留在体内满足生长发育需要。例如：婴儿每日体重增加 25g，其中水分约占 18g，蛋白质和脂肪约各占 3g，矿物质约占 1g，还含有微量的糖原。所以，在正常情况下，水的摄入和排出基本上是相等的，称为水的内外平衡。如果入水量减少，排出量也会减少，这样才能使水在体内保持动态平衡。

（二）电解质浓度及阴阳离子平衡

电解质是指可以离解成带电荷离子的物质，也就是在体液中以离子状态存在的物质，其中包括钠（ Na^+ ）、钾（ K^+ ）、钙（ Ca^{2+} ）、镁（ Mg^{2+} ）、氯（ Cl^- ）、碳酸氢根（ HCO_3^- ）、磷酸氢根（ HPO_4^{2-} ）和硫酸根（ SO_4^{2-} ）等。在正常状态下，细胞内液、间质液和血浆中的电解质浓度始终维持在一定范围，经常保持着相对的恒定，而且阴阳离子的浓度也是相等的，即电解质浓度及阴阳离子平衡。阴阳离子平衡和细胞内外液中电解质的相对恒定，对维持体液的渗透压平衡和酸碱平衡以及神经肌肉的正常兴奋性起重要作用。

（三）渗透压平衡

体液的渗透压也叫体液的张力。细胞内外液中水的交换就是通过渗透压来实现的。人的细胞膜是一种半透性薄膜，在正常情况下只有水能自由通过，这种使水移动的现象便称为渗透，引起这种渗透作用的是细胞内外液中的溶质微粒，包括电解质阴阳离

子和不离解的分子。带电荷的离子对水的吸引力就是渗透压，常用毫渗量/升 (mOsm/L) 表示。溶质的分子量越小，每单位容积中所含的微粒数越多，溶液的渗透压越大。人体血浆的渗透压根据每升血浆中所含溶质 (电解质和蛋白质) 的毫摩尔量计算，为 287.8mmol/L 即 287.8mOsm/L (表 1-3)。

因蛋白质在血浆中产生的渗透压是微不足道的 (每 1 000ml 血浆中约含 70g 蛋白质)，所以若以 930ml 血浆水所含的溶质计算，浓度为 305.4mmol/L，渗透压便为 305mOsm/L (表 1-4)，一般按 300mOsm/L 计算。间质液及细胞内液的渗透压也各为 300mOsm/L。因此，体液有渗透压平衡现象。

表 1-3 血浆的渗透压

血浆电解质含量 (mEq/L)			血浆渗透压 (mmol/L) ^①		
阳离子	Na ⁺	142	142	150.5	287.8
	K ⁺	5	5		
	Ca ²⁺	5	2.5		
	Mg ²⁺	2	1		
阴离子	HCO ₃ ⁻	27	27	137.3	
	Cl ⁻	103	103		
	HPO ₄ ²⁻	2	1		
	SO ₄ ²⁻	1	0.5		
有机酸		5	5	0.8	
蛋白质		16	0.8		

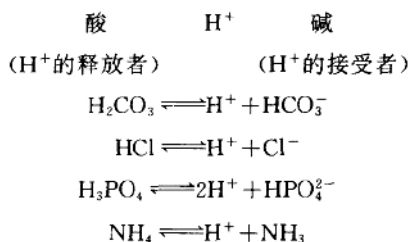
①Ca²⁺、Mg²⁺、HPO₄²⁻、SO₄²⁻ 均为二价离子，故由 mEq 转换为 mmol 时均得原值的一半。正常血浆含白蛋白 (分子量为 7 万) 42g/L，相当于 0.6mmol/L；血浆含球蛋白 (分子量为 14 万) 28g/L，相当于 0.2mmol/L。因此蛋白质含量共计 0.8mmol/L。

表 1-4 血浆水的渗透压

电解质		渗透压 (mmol/L)
阳离子	Na ⁺	150.5
	K ⁺	5.3
	Ca ²⁺	2.6
	Mg ²⁺	1
阴离子	Cl ⁻	109.2
	HCO ₃ ⁻	28.6
	HPO ₄ ²⁻	1.0
	SO ₄ ²⁻	0.5
有机酸		5.3
蛋白质		1.4

(四) 酸碱平衡

物质在溶液中能释放氢离子 (H⁺) 者是酸, 能接受 H⁺ 者为碱。例如:



由此可知, H₂CO₃ 之所以是酸, 是因为它可释放 H⁺; NaHCO₃ 之所以是碱, 并不是因为它含 Na⁺, 而是因其含有 HCO₃⁻。

体液的酸碱度主要决定于所含氢离子的浓度。人体从食物中摄取的酸性物质和在代谢过程中产生的酸性物质较多, 如碳酸

(H_2CO_3)、磷酸(H_3PO_4)、硫酸(H_2SO_4)、乳酸和酮体(主要成分为乙酰乙酸和 β -羟丁酸)等都可释放氢离子,而碱性物质较少,主要是碳酸氢根(HCO_3^-),还有微量的氨(NH_3),所以临床上见到的酸中毒比碱中毒多。但在正常状态下,这种酸多碱少的现象通过人体缓冲系统的调节,体液的酸碱度却始终维持在正常范围,用pH值表示:细胞内液为7.0,细胞外液为7.4,经常稳定在7.35~7.45,保持着体液的酸碱平衡。体液的酸碱平衡,对维持人体内环境的稳定,使细胞能进行正常代谢起重要作用。

三、体液平衡的调节

(一) 水与电解质平衡的调节

人体主要依靠肾脏对水和电解质进行调节。肾脏根据身体的需要保留或排出水与电解质,所以尽管每日进入体内的水和电解质变动很大,但体液却始终维持在正常范围,保持着内环境的相对恒定。肾脏对水和电解质的调节主要受下丘脑-垂体后叶-抗利尿激素和肾素-血管紧张素-醛固酮系统的控制。

1. 抗利尿激素(ADH)的调节

ADH是在下丘脑的视上核和室旁核的神经细胞内合成的,沿着丘脑下部-垂体末梢神经纤维的轴浆到达垂体后叶血管周围的神经末梢储存起来。它的作用主要是增加远端肾小管和集合管对水的通透性,促进水的重吸收。其作用机制是:ADH与肾小管上皮细胞(靶细胞)膜上的受体(R)相结合,形成ADH-R复合物而使细胞膜上的腺苷酸环化酶(AC)被激活,被激活的AC可使三磷酸腺苷(ATP)分解产生环磷酸腺苷(cAMP),后者再激活细胞膜上的蛋白激酶(PK)使和通透性有关的膜蛋白(X)磷

酸化(磷酸化的膜蛋白用 $X-P$ 表示), 从而引起 X 的构型发生变化, 于是细胞膜对水的通透性增加, 水的重吸收便增加。(图1-2)

受蛋白激酶的作用而磷酸化的膜蛋白, 可在磷蛋白磷酸酶(Pase)的催化下水解出无机磷, 使膜蛋白恢复脱磷酸的形式, 从而减弱或停止 cAMP 的作用。

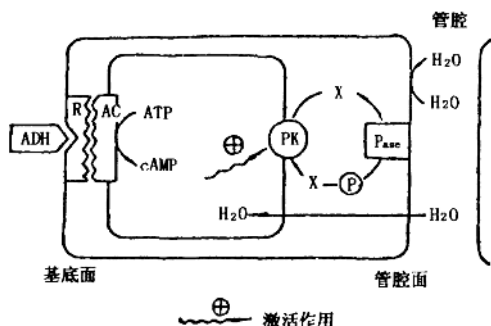


图 1-2 抗利尿激素的作用机制

ADH: 抗利尿激素 R: 细胞膜受体

AC: 腺苷酸环化酶 X: 和通透性有关的膜蛋白

Ⓟ: 磷酸基团 PK: 蛋白激酶 Pase: 磷蛋白磷酸酶

能引起 ADH 分泌的刺激主要是细胞外液的渗透压。渗透压增高, ADH 分泌增加, 反之则分泌减少或停止。所以, ADH 的作用实际上是通过肾脏对水的排泄和重吸收来调节细胞外液的渗透压。当水分丢失过多, 使细胞外液渗透压增高时, 便刺激下丘脑的视上核和室旁核渗透压感受器, 以增加 ADH 的分泌, 并使垂体后叶的 ADH 释放入血, 然后通过上述机制使远端肾小管对水的重吸收增加, 尿量减少; 与此同时, 位于下丘脑的口渴中枢受刺激引起口渴, 促使饮水以增加入水量, 从而使渗透压得以恢复。反