

莫耶氏体液平衡 临床手册

J·C·梵纳他等著

李向坤 编译

秦文瀚 校

人民军医出版社

莫耶氏体液平衡 临床手册

J. C. Vanatta

M. J. Fogelman 著

李向坤 编译

秦文瀚 校

人民军医出版社

1988·北京

212064

内 容 提 要

本书是根据美国生理学教授John C. Vanatta 博士和临床外科教授Morris J. Fogelman 博士编写的“MOYER'S FLUID BALANCE, A Clinical Manual”（第三版），并参考国内外有关文献，增删调整了一些内容编译而成。全书8万余字，分10章，较系统地介绍了体液平衡的理论与实践。其特点：论述简明扼要，科学性较强，示意图博采众长，对机理的理解、诊断的确立、治疗方案的决定，都有独到之处。可供医学院学生、临床医师、生理实验人员参考。

John C. Vanatta
Morris J. Fogelman
MOYER'S FLUID BALANCE,
A Clinical Manual
Chicago London
Yearbook Medical Pub

莫耶氏体液平衡临床手册

J. C. 梵纳他等著

李向坤 编译

人民军医出版社出版
(北京市复兴路22号甲3号)
新华书店北京发行所发行
北京市孙中印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米1/32 · 印张: 3.75 · 字数: 81千字
1988年8月第1版 1988年8月(北京)第1次印刷
印数: 1-5000 定价: 1.35元
ISBN 7-80020-036-1/R · 35
〔科技新书目: 169-144⑨〕

目 录

第一章 体液平衡学说的发展史.....	(1)
第二章 体液化学.....	(5)
一、测量单位.....	(7)
二、血清或血浆浓度.....	(8)
第三章 诊断分类	(9)
一、体液区分.....	(9)
二、各成分的特征.....	(9)
三、举例.....	(12)
第四章 毫渗克分子浓度紊乱	(13)
一、水平衡.....	(13)
二、血浆[Na ⁺]与克分子浓度对比	(16)
三、正常的Yannet-Darrow示意图.....	(23)
四、毫渗克分子稀释	(24)
五、毫渗克分子浓度增高	(28)
第五章 细胞外液容积紊乱	(34)
一、ECF容积短缺	(34)
二、ECF容积过多	(41)
第六章 酸-硷平衡紊乱	(43)
一、酸-硷平衡紊乱的诊断.....	(43)
二、缓冲剂	(44)
三、异常酸-硷平衡状态	(46)
四、代谢性酸中毒	(48)
五、代谢性硷中毒	(59)
六、呼吸性硷中毒	(53)
七、呼吸性酸中毒	(55)
八、体内外缓冲斜率对比	(59)

九、阴离子差额	(60)
十、乳酸酸中毒	(61)
十一、酸硷状态的95%可信限	(64)
十二、酸-硷平衡紊乱的治疗	(66)
第七章 K^+ 、 Mg^{++} 、 PO_4 平衡紊乱.....	(72)
一、 K^+ 的基本生理	(72)
二、血 K^+ 过多	(73)
三、血 K^+ 过低	(76)
四、 Mg^{++} 的基本生理.....	(80)
五、血 Mg^{++} 过低.....	(81)
六、血 Mg^{++} 过高.....	(84)
七、磷酸盐	(85)
八、临床血磷酸盐过少.....	(86)
第八章 复合性体液、电解质平衡紊乱的诊断与治疗.....	(88)
一、ECF容积减少与脱水、代谢性硷中毒和低钾	(89)
二、ECF容积减少与代偿性呼吸性酸中毒.....	(91)
三、慢性脱水.....	(93)
第九章 维持液治疗	(94)
一、常规处理原则.....	(94)
二、短期治疗.....	(95)
三、长期治疗.....	(95)
四、术前、术中、术后的液体治疗.....	(96)
五、特殊的进行性体液电解质丢失的纠正.....	(98)
第十章 典型病例的诊断与治疗.....	(99)
附录一 临床描述中的同义词.....	(112)
附录二 常用溶液.....	(115)

第一章 体液平衡学说的发展史

体液理论的发展,起源于对霍乱、糖尿病酸中毒和婴儿腹泻的研究与治疗。霍乱患者的血液化学分析和有关的临床体征,至今仍然是体液各种紊乱治疗的依据。由于篇幅所限,对体液电解质平衡的发展历史,仅以表格的形式介绍其要点。

1667年Denys首次采用输血法。

Denys第一次将动物的血液,通过静脉输给一名男性患者。其后果虽然不佳,但却创了静脉输液法。

1831年O'Shaughnessy分析了霍乱患者的血液。

英国W.B.O'Shaughnessy描述了霍乱患者血液中的水、硷及盐的缺乏。我们引用他的报告中的有关部分。

他在给《柳叶刀》杂志编辑部的信中叙述了他所获得的研究结果:

(1) 在严重的霍乱病人中,取血检查血液形态和细胞结构,未发现异常改变。

(2) 血中水分大量丢失,平均为14%。

(3) 中性盐成分也大量丢失。

(4) 健康人血清中所含的游离硷,在有些霍乱病人血清中消失,有些人则含量甚微。

(5) 在以无尿为主要体征的病人,血中有尿素存在。

(6) 血中各种盐分均有缺乏,特别是苏打的碳酸盐在特有的白色粪便中可大量存在。

1832年Latta描述了老年女性钠容量缺乏的治疗。

苏格兰的Thomas Latta首次描述并治疗了患有细胞外液容积不足的病例。他对一名已濒于死亡的女性患者,十分谨慎地将一根管子插入肘静脉,慢慢地将液体注入,最初

未见到有何变化，但在继续注入液体后，发现患者原有的呼吸费力、眼球下陷、张嘴呼吸、颜色苍白、出冷汗、呼吸运动受抑制等死亡征象，随着病人兴奋性的恢复而消失，已经长时间消失的腕部脉搏也重新可以触到，起初快而弱，逐渐变慢且强有力。经过半小时，注入6品脱（约3410ml）液体后，患者原有的说话不清的衰竭状态也解除了，声调基本恢复正常。随后，四肢转暖，感觉也比较舒适。这是他治疗的第一例，他认为病人已安全，交给了医院医生，不久病人又吐泻未通知他，五个半小时后死亡。他坚信如用同法治疗可以得到同样反应。

1883年Stadelman用碳酸盐溶液治疗酸中毒。

Stadelman建议，糖尿病昏迷最好的治疗办法是注射硷性溶液（2~3% NaHCO_3 ）。他在糖尿病患者体内发现了 β -羟丁酸。

1882年Sydney Ringer发现平衡盐溶液是补充组织液缺乏的最好液体。

1882~1895年Sydney Ringer用青蛙心脏做实验时，发现平衡盐溶液可代替血液作为生理媒介补充给组织。

1892年Cantani用大量碳酸盐溶液治疗霍乱及有体液丢失的患者。

意大利那不勒斯的Cantani用大量的0.4%氯化钠溶液+0.3%碳酸钠溶液进行皮下输入，效果非常明显。他描述道：“病人发冷、青紫、脱水、昏迷，在脉搏消失、生命垂危的情况下，自皮下输入温盐水，可使病情好转。最明显的是，数分钟后脉搏及说话恢复，甚致可自行在床上坐起。很多患者转危为安的时间更短，副作用比预想的要轻。但是，也有一患者死于严重的‘伤寒样’反应。这些观察使人们可

以说虽然皮下输液不是任何情况下都能挽救生命，但至少对注入乙醚有一种较所有家用和药用兴奋剂诸如茶叶、香槟酒和葡萄酒更为确实和更为迅速的症状效应。”

1912年Hartwell和Houget开始用体液补充法治疗外科患者。

在研究患有肠梗阻但未出现绞窄的狗的死因时，这些研究者认识到肠梗阻中液体的丢失量是以立升计，而不是以毫升计。通过皮下输入大量生理盐水以补充体液的丢失，可使生命延长数周。

从这些结果中很清楚，机体丢失液是体液平衡紊乱的根源，是解释症状和引起未合并高位肠梗阻狗死亡的重要原因。死亡是由于组织中的水随大量呕吐物丢失而引起的，故可用皮下输入生理盐水溶液以代替丢失的水，而防止死亡。

1922年Leonard Rowntree造成了实验性水中毒，并描述了人发生水中毒的情况。

1924年Rudolph Matas实现了静脉滴注输液法。

新奥尔良的外科医生Rudolph Matas认为采用直肠或皮下输液在许多患者中是无益的，他设计了为静脉内输液法用的玻璃套管。此法在以后的二十年期间被作为非肠道输入液体最有效的方法而广泛采用。

1932年Alexis Hartman用乳酸钠溶液治疗代谢性酸中毒。

圣路易的儿科医生Alexis Hartman认识到患有严重腹泻的婴儿需要持续地大量输入液体。他认为静脉输入的液体钠含量应多于氯含量，从而产生乳酸林格氏(Hartman's)-溶液。

1935年Darrow和Yannet报导了细胞内液与细胞外液

的交换。

Darrow和Yannet报导了狗和猴的实验结果。他们认为液体在细胞内和细胞外可以互相交换。他们通过人为地使动物细胞外液浓度的增加或减低,产生细胞内外液体的交换。他们用测量容积改变得出了正确的结论,而不是用放射性同位素,当时同位素标记法尚未建立。这一结论可参见Yannet-Darrow图解(图4-3)。此图对理解细胞外液与细胞内液容积和浓度的关系是非常有用的。

1942年Gamble提供了细胞外液的实验和临床数据。

细胞外液的解剖学、生理学和病理学被J.L. Gamble推进了一步,他不仅描述了细胞外液的移动,而且对人体细胞外液的丢失进行了定量。

1949年Darrow用钾盐溶液治疗婴儿腹泻。

Danil C. Darrow在耶鲁大学医学院专门从事婴儿水和电解质平衡的研究,他用含40mEq/L的KCl平衡盐溶液,对250例年龄小于1岁患有严重腹泻的婴儿进行了治疗,使死亡率低于50%。 $[K^+]$ 的分析是在火焰光度计未诞生前用比色法测定的。

1960年Fogelman和Wilson首次提出用盐溶液治疗创伤性血容量减少。

在狗和人的研究过程中,Fogelman和Wilson测出创伤致使功能性细胞外液减少,并提出用盐溶液纠正病人的休克,无论这种休克是否合并有血液丢失。

70年代以后体液平衡的研究又有了许多新的进展,无论在理论上还是在实践上,都有许多新的学说和观点,尤其是在血液生化检测手段和血气分析仪不断完善并普及于临床后,对体液平衡失调的诊断和治疗起了积极的促进作用。

第二章 体液化学

体液的成分主要是水，人体水的含量存在着个体差异。非肥胖型的个体，水的含量约占体重的70%。人体脂肪含水量较少。每个人脂肪与体重的比不全相等，波动在10~40%。当以人体总重量来衡量时，大约波动在40~70的范围。17~40岁的男性平均水含量约为60%，同龄女性约为51%。故体重的60%作为身体含水量是合理的。

血浆、细胞间液、细胞内液的成分如图2-1所示。图中显示的数据的要点是：

(1) 血浆的值最为可靠，可以提出纯血浆作直接分析。

(2) 细胞间液的值最好是通过计算血浆成分的方法来获得。这种计算方法认为细胞间液是血浆的超滤液。在超滤中，蛋白质已被清除并且成分也遵循Donnon平衡发生改变。

(3) 判定细胞的成分是困难的，因为细胞自身不可能以提纯形式被获得。将在第二章中解释。关于骨骼肌的分析问题，因分析骨骼肌细胞时，其间的红细胞将有一部分液体逸出于肌细胞之间。红细胞因其细胞膜对氯有通透性，故而非典型的体细胞。

(4) 事实上，细胞内液并非是一种单纯的液体，而是在细胞核、胞质和其它细胞成分中，液体组成中所称得的平均值。

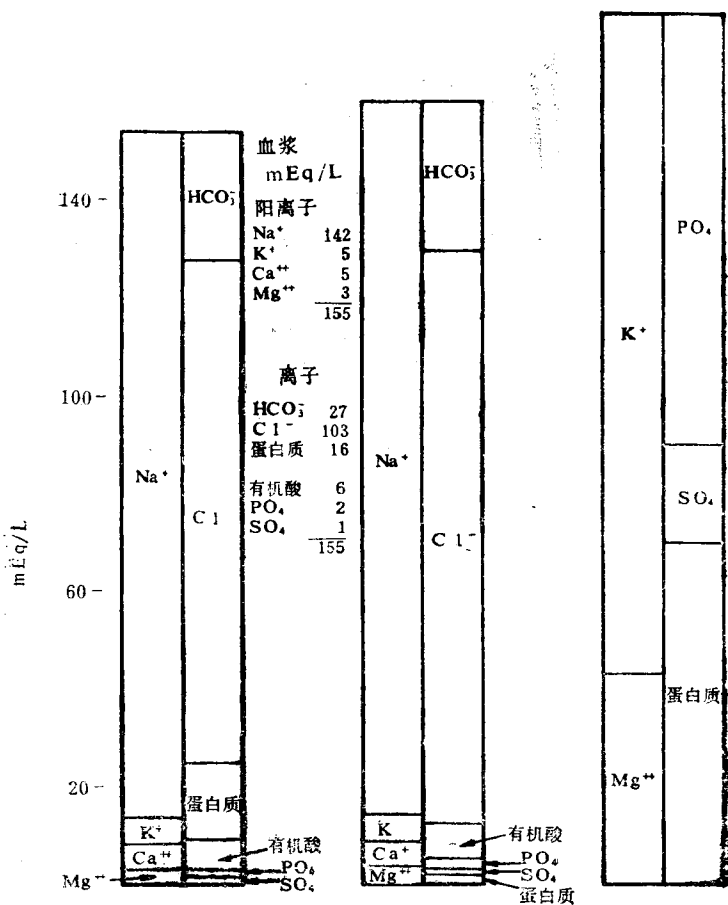


图2-1 血浆、细胞间液、细胞内液的成分

血浆值由分析而得。细胞间液值是根据血浆在水容量中校正二者的差异，和 Donnan 平衡推算出来的。有些图仅作 Donnan 平衡校正。细胞内液值是根据分析准确推算而得 (选自 Gamble)

一、测量单位

毫克当量 (mEq) 是元素或化合物的1克当量重量的千分之一。毫渗克分子 (mOsm) 是1 渗克分子的千分之一。

物质的1克当量重量是元素或化合物的具有与1克原子重量的 H^+ 进行等价化学结合能力的重量。例如, 1克原子重的 Cl^- (35.5g) 与1克原子重的 H^+ (1g) 发生等价结合, 则HCl的1克当量重量为35.5g, 而 Cl^- 的1克当量重量为35.5g。同样, 1克原子重的 K^+ (39g) 与1克原子重的 Cl^- 发生结合, 则 K^+ 的1克当量重量为39g, KCl的1克当量重量为74.5g。上述的例子是1个原子与另一个原子结合而成的化合物。但有时是1个原子与2个或更多的原子结合而成新的化合物, 例如 $CaCl_2$ 是1个钙原子和2个氯原子结合而成的, 钙的原子量是40, 但化合价为2, 故当量为20, 即 Ca^{2+} 的1克当量重量为20g, $CaCl_2$ 的1克当量重量为55.5g。总之, 当量用克来表示时, 就叫做化合物的克当量。一个当量任何物质是等于该物质的原子量或分子量被它本身的化合价来除。

溶液中的物质所产生的渗透压力有赖于每单位容积内颗粒的数量, 并不取决于这种物质的化学结合能力。1渗透克分子的阳离子或阴离子 (盐类化合物完全电离的一个部分) 就是自身的1克原子重量, 而与它的化合价无关。因此, 23克的 Na^+ 或40克的 Ca^{2+} 都能形成1渗透克分子。在溶液中, 阳离子势必与阴离子相等, 故而, 溶液总的克分子是阴阳离子渗透克分子的总和。

非电离性化合物的渗透克分子, 如葡萄糖, 就是本身的分子重量。如果象NaCl这样的一价化合物完全发生电离, 每一个NaCl分子就有两个颗粒, 1克分子重的NaCl可形成2渗透克分子。如果单价化合物部分发生电离, 1渗透克分子就

是该化合物克分子重量的分数，通常波动于 $1/2 \sim 1$ 之间，这依赖于该物质的电离度。

当所测物质的浓度以毫克百分数 (mg%) 或容积百分数 (Vol%) 表示时，通常变换成 mEq/L，其计算方法见表 2-1。

表 2-1 单位百分数换算成 mEq/L

成 分		化 合 价		原 子 量	
N ⁺	mg%	×10	×1	÷23	=
K ⁺	mg%	×10	×1	÷39	=
Ca ⁺⁺	mg%	×10	×2	÷40	=
SO ₄ --	mg%	×10	×2	÷32	=
HPO ₄ --	mg%	×10	×1.8	÷31	=
Cl ^{-*}	mg%	×10	×1	÷35.5	=
CO ₂	Vol%	÷2.23	= mEq HCO ₃ /L 血浆		
蛋白质	g %	×2.43	= mEq 血浆		

* 如实验报告以 mg% 表示 NaCl 的浓度时，可按下式计算：

$$\text{NaCl mg\%} \times 10 \times 1 \div 58.5 = \text{mEq/L}$$

二、血清或血浆浓度

鉴于采用血清或血浆分析只是一个技术问题，故而不予以详细讨论。一般情况下，除钾以外的电解质，血清分析和血浆分析的意义没有明显差异。因为钾在凝血过程中，容易从有形成份中释放出来，因此，在这种情况下，多采用血浆分析。

即使这种分析可以用血清，仍然用右下角的 P 表示为血浆浓度。

第三章 诊断分类

本章的目的是介绍水电平衡紊乱诊断的综合分类。应用这种分类可以对下列每一项作出定性改变的诊断：（1）细胞外液容量，（2）细胞外液浓度，（3）细胞外液成分。细胞外液成分诊断至少又可分成酸碱度、体 K^+ 、体 Mg^{++} 三部分。此外，还可以考虑其它一些离子成分，如钙离子和磷离子。

每一大类均可单独作出诊断。但治疗则应建立在综合诊断的基础上。

一、体液的区分

人体全部体液可以分为细胞外液（ECF）和细胞内液（ICF）两部分，ECF又可分为血浆（P）和细胞间液（ISCF）。除此之外，细胞外液还可再细分，这些是脑脊液、眼内液、胃肠液、肾小管液。这些体液的变化，对于水电平衡紊乱的诊断与治疗通常是很重要的。当应用到它们时再叙述，但不详细讨论。

二、各成分的特征

ECF有如上主要特征：具有一定的容积、浓度、成分。

ECF特征的定性改变，在很多疾病中已做了细致的研究。水电平衡紊乱的体征和症状与实验室检查结果的改变有关。ECF的容积、浓度和成分可从实验室检查中定量。然而，容积的测定并非一件容易的事，需要临床研究实验室来

完成。

ICF亦有相同的3个特征，即容积、浓度和成分。ICF的容积和成分可不依赖于ECF的容积和成分而发生变化。

ICF浓度的变化很容易测定。测量ECF的浓度可能同ICF浓度相同。这是因为，水可自由穿过细胞膜。也就是说，ICF和ECF总的离子浓度的差异不能存在有任何明显值得重视的时期。

ICF容积的改变，临床上不能立即测定。为了测定ICF的容积，首先要测量总体水，这是一项很困难的手续。同时亦要测量ECF容积。ICF容积可根据总体水和ECF容积测量的差额推算出来。然而所推算的ICF容积含有上述两种测量过程中产生的综合误差。

测量ICF成分变化已做了很少的一点工作。理由很明显，如果考虑测定骨骼肌ICF成分的问题，首先，必须获得肌肉活体检查。其次，肌肉的总电解质含量必须测定。这个总电解质含量不仅包括活检标本组织的ICF，而且也包括ECF。因此，活体标本中ECF的容积和成分必须被确定，并从总量减去，这样就可计算出ICF的容积。

再者，客观上缺乏与ICF成分改变有关的直接证据，又因这些改变在疾病的进展中作用重要，所以这是一件很遗憾的事。假若这些改变能很容易地进行测定，那么，临床医生就能较好地治疗患有水电平衡紊乱的患者。

1. ECF的容积

正常ECF的容积为体重的20%。如一个70kg重的人，ECF为14L，在疾病情况下，这一数值既可以增加，也可以减少。容积数增加或减少都会表现出特有的症状和体征来。这些症状和体征，以及病史，使得临床医生可单独诊断容积

改变，鉴别可能同时并存的浓度或成分改变。容积改变的治疗通常是特异性的。

2. ECF的浓度

ECF浓度的定义是ECF溶质与ECF容积之比。最简便的测定方法是用渗透压力计 (osmometer)。渗透压力计可以显示出每公斤水中所含毫渗克分子数 (mOsm/kg)。血浆浓度的正常值为275~290mOsm/kg。从总的电解质浓度可估算出血浆浓度。因盐类电解质要发生电离，故每升估算的mEq值应 $\times 2$ 。血浆大约300~310mOsm/L。物理化学家可用离子运动的原理对这两个值的差异作出解释。由于某种原因，在用渗透压力计测量时，就产生渗透压或冰点 (freezing point) 下降而论，离子不能充分发挥作用。

ECF浓度的改变可以由于溶质量的增加，或由于水量的减少。最常见的发病机理是，体液水量的改变是体液浓度改变的反应，仅有水的丢失而无溶质丧失就可引起浓度增高，只有水的增多而无溶质相应增加就会引起浓度降低。

体液浓度的诊断与ECF容积的诊断应有区分。浓度改变可引起ICF容积改变，这一内容见第四章。

3. ECF成分

本书重点讨论的成分改变是酸碱状态、 K^+ 、 Mg^{++} 、和磷酸盐的异常变化。除此之外，有机酸特别是乳酸的异常改变也将重点加以讨论。

正常的ECF成分已在图2-1中用柱状图标出在血浆浓度没有发生改变条件下，其成分的改变如图3-1所示。在这个图解中，碳酸氢根 (HCO_3^-) 由27mEq/L增加到36mEq/L，与之对应的氯离子 (Cl^-) 从103mEq/L下降到94mEq/L。总的ECF浓度没有发生改变，即仍为155mEq/L。

可能发生变化的成分很多，从技术上讲，改变钙、硫酸盐或蛋白质，是成分的改变。但一般教科书只着重讨论已提及的几种。

虽然ECF成分的改变常常与ECF容积和(或)浓度改变同时并存，但在作出初步诊断时，最好是单独地将这些变化区分开来。

三、利用这种分类诊断的例子是：

(1) ECF容积轻度减少。

(2) ECF浓度明显降低。

(3) ECF成分
酸-碱状态：代偿性
呼吸性碱中毒；
钾：降低；镁：正常；
磷酸盐：正常。

诊断的分类已作了介绍。关于正确诊断的方法和治疗原则将在本书其它篇幅中讨论。

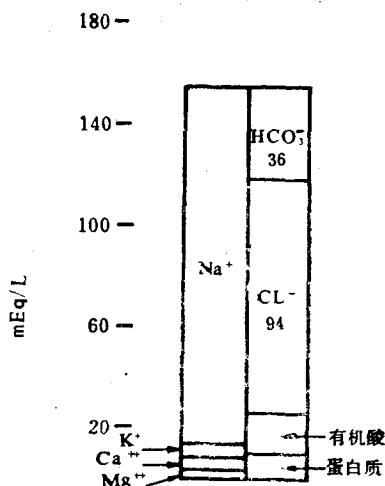


图3-1 血浆总浓度没有变化时血浆成分的变化，碳酸氢钠浓度随着Cl⁻浓度的代偿性降低而增加