

水、電解質和酸鹼平衡 講義 休克 急性腎功能衰竭

(試用本)

湖南中醫學院革命委員會教育革命組編

一九七一年七月

救死扶傷寧死
革命的人道主義

吳東

團結新老中西各部分
醫藥衛生工作者，組成
鞏固統一戰線，為開展
偉大的人民衛生工作

而奮鬥

毛澤東

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

备战、备荒、为人民。

应当积极地预防和医治人民的疾病，推广人民的医药卫生事业。

把医疗卫生工作的重点放到农村去。

中国医药学是一个伟大的宝库，应当努力发掘，加以提高。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。看问题要从各方面去看，不能只从单方面看。

要认真总结经验。

我们需要的是热烈而镇定的情绪，紧张而有秩序的工作。

我们应该谦虚，谨慎，戒骄，戒躁，全心全意地为人民服务，……

目 录

第一章 水、电解质和酸碱平衡

第一节 水和电解质的正常平衡.....	(2)
水的正常分布与调节.....	(2)
几种主要电解质的正常分布.....	(3)
人体对水、电解质平衡的调节.....	(5)
肾脏的调节作用.....	(5)
内分泌的调节作用.....	(6)
中枢神经系统的调节作用.....	(6)
第二节 体液酸碱平衡.....	(6)
人体对体液酸碱平衡的调节作用.....	(7)
血液的调节作用.....	(7)
全身体液的稀释及缓冲作用.....	(8)
肾脏的调节作用.....	(8)
呼吸系统的调节作用.....	(8)
第三节 几种常见水、电解质平衡紊乱和防治原则...	(8)
临床类型和表现.....	(8)
缺水(脱水)和缺钠.....	(8)
水过多(“水中毒”).....	(10)

钠过多(高血钠症).....	(10)
缺钾(低血钾症).....	(11)
高血钾症.....	(12)
预防.....	(12)
治疗原则.....	(12)
缺水的治疗.....	(13)
水过多的治疗.....	(14)
钠过多的治疗.....	(14)
高血钾症的治疗.....	(15)
低血钾症的治疗.....	(15)

第四节 几种常见的体液酸碱平衡紊乱及防治原则... (17)

临床类型和表现.....	(17)
代谢性酸中毒.....	(17)
代谢性碱中毒.....	(18)
预防.....	(18)
治疗原则.....	(18)
代谢性酸中毒的治疗.....	(19)
代谢性碱中毒的治疗.....	(20)

第二章 休 克

病因及分类.....	(21)
病理变化.....	(22)
休克的分度.....	(24)

临床表现.....	(25)
诊断和鉴别诊断.....	(26)
治疗.....	(27)

第 三 章 急性肾功能衰竭

病因.....	(41)
病理变化.....	(42)
临床表现.....	(42)
诊断.....	(44)
鉴别诊断.....	(45)
防治.....	(46)
编后的话.....	(53)

第一章 水、电解质和酸碱平衡

水和电解质是人体体液(内环境)的主要组成成分之一。人体组织细胞内都含一定量的水和不同浓度的电解质(细胞内液),各种细胞也是在含有适量电解质的液体(细胞外液)环境里进行正常代谢活动的。“一切过程的常住性是相对的,但是一种过程转化为他种过程的这种变动性则是绝对的。”人体内环境在正常情况下,维持着相对的稳定状态,处于一种运动过程;在人的整个生命过程中,每时都有水、电解质的排出或摄入,因而内环境不断地变动着,只是通过人体内在的调节功能而维持着相对的稳定和平衡。但在某些情况下(如高温、损伤、手术、疾病等),或人体调节机能发生障碍,体液中水、电解质的含量和浓度的改变,超过人体的调节能力,就会产生水、电解质或酸碱平衡紊乱,经过治疗(通过人体的调节功能起作用),又可达到新的平衡;若治疗不当或不及时,水、电解质或酸碱平衡紊乱就有可能激化,继续发展就会由量变到质变,影响人体重要脏器(脑、心、肺、肾等)的正常生理功能和人体的正常生理代谢活动,这些又可进一步加重水、电解质或酸碱平衡的紊乱,形成恶性循环;严重者,甚至可危及人的生命。因此,正确认识和处理水、电解质和酸碱平衡的问题,实有重要的临床实践意义。

水、电解质和酸碱平衡的紊乱,无论在战时或平时都较常见,是我们能够经常遇到的一个问题。治疗及时和恰当与

否，直接关系到阶级兄弟的生命健康。因此，我们必须牢记伟大领袖毛主席“提高警惕，保卫祖国”，“备战、备荒、为人民。”的伟大教导，立足本职，放眼世界，为广大工农兵的健康，为中国革命和世界革命刻苦钻研，练好过硬本领。

第一节 水和电解质的正常平衡

【水的正常分布与调节】

正常成人体内组织所含水分总量约占体重的60%，因性别、胖瘦略有不同。儿童体内水分比例较高，初生儿约为80%，婴儿约为75%，年龄越大越接近成人。人体内的水分分为细胞内液（约占40%）和细胞外液（包括血管内液、组织间液和淋巴液，约占20%）。

一、水的正常代谢调节：

1. 摄入水分的基本需要量：正常成人每天约需要水2000~2500毫升。包括水和饮料1000~1500毫升，食物中含水700~1200毫升，氧化产生的水（内生水）300毫升。

2. 排出水分的基本量：正常成人每天排出水分约2000~2500毫升。包括尿液1000~1500毫升，经粪便排出150毫升，皮肤排泄500毫升，呼吸道蒸发300~350毫升。

3. 正常情况消化道的分泌与重吸收作用：消化道每天分泌大量含有电解质的消化液，总量约为8000~12500毫升（其中唾液1500毫升，胃液2500~3000毫升，胆汁800~1000毫升，胰液700~3000毫升，小肠液3000毫升），这些消化液多在下肠道被重新吸收到体内，只有极少量随粪便排出体外。

二、几种常见的水排出功能紊乱：

1. 下列情况时，人体水分排出增加，补充水分时应考虑加量：

(1) 体温升高时，皮肤排泄水分增加。体温较正常每升高 1.5°C ，皮肤蒸发的水量就增加约500毫升。出汗湿透一身衣服时，失水约为1000毫升。

(2) 消化道疾病从消化道丧失水分，如腹泻呕吐、肠痿等。

(3) 尿液排出量增多，如糖尿病、溶质性利尿等。

2. 下列情况水的排出受限，故补充水分时应考虑减量：

(1) 手术后24~48小时，机体抗利尿素分泌增加，尿量排出减少。

(2) 急性肾功能不全的少尿期或无尿期。

【几种主要电解质的正常分布】

体液含有不同浓度的电解质，形成了一定的渗透压，借以调节和维持细胞内外之间，以及组织内液与血管内液之间的体液平衡；同时，电解质也是调节和维持体液酸碱平衡的重要物质。电解质随人体各部分体液的不断流动、交换而不断地变化着，经机体的调节而保持着相对的平衡。

电解质根据带电性质的不同分为：阳离子，主要有钠(Na^{+})，钾(K^{+})，钙(Ca^{++})，镁(Mg^{++})等；阴离子，主要有氯(Cl^{-})，碳酸氢根(HCO_3^{-})，磷酸氢根($\text{HPO}_4^{=}$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$)，蛋白盐(Pr^{-})等。在正常情况下，阳离子的总和等于阴离子的总和；钠、氯和碳酸根主要在细胞外，钾和磷酸根主要在细胞内。

钠：是细胞外液的主要阳离子，是调节和维持细胞外液渗透压和酸碱平衡的重要物质之一。正常血清钠浓度为326

毫克% (142毫当量/升)。钠在机体内每天的交换量为1.5~3克,一般每天从普通饮食中摄入的钠量足以维持其需要量。钠离子大部分从小便排出,只有少量从汗和粪便中排出。但是人体的各种分泌物和排泄物都含有钠离子,故有大量体液丧失时,就会引起钠的缺乏。

钾:是细胞内阳离子的主要成分,是维持细胞内渗透压的主要物质。细胞的正常代谢(糖元、肌蛋白的合成等),神经、肌肉细胞的兴奋(应激能力)都需要钾的参与;但钾对心肌活动却是抑制作用,能使心肌舒张。正常血清钾浓度为16~22毫克%(4~5.5毫当量/升)。成人每天需钾量为1.5~3克。钾大部分从肾排泄,少量从粪便中排出,汗液中排出更少。各种消化液中都含有不同浓度的钾,大量消化液丧失就会造成钾缺乏(低血钾症)。各种细胞内都含有钾,故在外伤(特别是挤压伤)时,组织破坏,大量细胞内钾释放到细胞外;或人体排尿机能减低(急性肾功能衰竭、休克等),血清钾都会增高(高血钾症)。

钙:是骨骼细胞的主要组成成分之一,人体的钙99.2%在骨骼中。钙离子能抑制神经肌肉的应激能力,当机体缺钙时,可产生手足抽搐症。正常血清钙含量为9~10毫克%(5毫当量/升),成人每天需钙量0.7~0.8克。钙离子大部分经大便排出,小部分从小便排出。

氯化物:是细胞外液的主要阴离子之一。对调节酸碱平衡和血液中氧与二氧化碳的交换有重要作用。正常血清氯化物含量为600毫克%(103毫当量/升),成人每天需要量为1.5~5克。氯化物主要经肾脏排泄。

碳酸氢根:也是细胞外液的一种主要阴离子,它与 Cl^-

和其他阴离子互有代偿作用，以维持体液内阴阳离子的平衡。正常血清碳酸根浓度为60.5毫克%（27毫当量/升），通常用二氧化碳结合力（ $\text{CO}_2\text{C.P.}$ ）表示，正常为50~60毫升%。它的来源主要是体内代谢产生的二氧化碳。它大都经肾排泄，一部分随粪便排出。

【人体对水、电解质平衡的调节】

一、肾脏的调节作用：在调节和维持水、电解质的平衡方面，肾脏起着十分重要的作用。肾脏的调节作用是受神经系统和内分泌系统支配的。

1.对水代谢的调节：正常情况下，水分排出的多少，主要靠肾脏调节。肾功能正常时，水分摄入多，尿量就多，如果限制了入水量（如禁止饮食、吞咽困难等），或有额外的体液丧失（如大量出汗、过多的消化液丧失等）而液体补充不足时，机体就通过减少尿量以减少水分的排泄并提高尿比重来排泄体内的代谢产物。成人每24小时产生的需要经过肾脏排泄的分解代谢产物（废物）约30~40克，而每克废物需溶在15毫升水中才能由肾脏排出体外，这时尿比重已达1.020以上，故成人每24小时尿量应在500毫升左右，才能完成代谢产物的排出。

2.对电解质代谢的调节：主要通过肾小管的分泌与重吸收功能。肾功能正常时，近端肾小管能吸收经肾小球滤过的液体中的全部 K^+ 和85%的 Na^+ 、 Cl^- 及其他离子的大部分，远端小管分泌部分 K^+ 并再吸收部分 Na^+ 及 Cl^- （离子交换作用）；机体根据体内电解质的余缺，通过肾脏进行调节，以维持正常水平。肾对钠的调节能力强，在钠盐摄入过多时，肾可将多余的钠排出；若钠盐摄入不足，肾则限制钠的排

出；即使是在没有钠摄入的情况下，只要没有异常的体液丧失，短时间内机体还不致缺钠。肾对钾的调节能力较差，就是在没有钾摄入的情况下，人体每天仍然不断地从尿中排出一定量的钾（每天约800~1600毫克），要到两周以后，尿中钾排出量才逐步降低。但此时人体已有严重缺钾。

二、内分泌的调节作用：是受中枢神经系统支配的，主要有两种：

1. 抗利尿素（A.D.H.）：有保留水的作用，能使远端肾小管重吸收水的作用加强，而使尿的形成和排出减少。血液中抗利尿素的量决定于细胞外液的有效渗透压。当细胞外液钠离子浓度增高时，高渗的刺激使血内抗利尿素量增加，以保留水分，使细胞外液维持等渗；当大量饮水后，细胞外液的渗透压下降，抗利尿素进入血内的量减少，尿量增多。

2. 肾上腺皮质激素及醛固酮：能加强远端肾小管中钾和钠离子的交换，而有保钠排钾的作用（因而也有保水的作用）。

三、中枢神经系统的调节作用：当体液主要是血液的水、电解质的含量和浓度发生改变时通过血管壁的压力和化学感受器传达到中枢神经系统，中枢神经系统根据体液变化情况，“命令”内分泌系统和肾、肺等脏器进行调节。

第二节 体液酸碱平衡

人体体液维持一定的酸碱度（即PH值，正常=7.35—7.45），以保证组织细胞的正常生理活动和代谢。虽然人的食物中有各种偏酸或偏碱的物质和各种电解质，正常代谢过

程中也不断产生酸，但由于人体的不断调节，体液酸硷度始终保持在正常水平。甚至在水、电解质紊乱的情况下，人仍能充分发挥体内的调节功能，使体液酸硷度尽可能不发生变化或变化不大；只是到了水、电解质的紊乱超过了人体的调节能力，体液酸硷度才高于或低于正常范围。PH值低于正常范围的叫酸中毒；高于正常范围的叫硷中毒。无论酸中素或硷中素，都可使人体的代谢和生理机能发生紊乱。

【人体对体液酸硷平衡的调节作用】

人体对体液酸硷平衡的调节作用，受中枢神经系统和内分泌支配。主要通过下列四种方式。

1. 血液的调节作用：血浆中有三对缓冲剂，血球中有两对。缓冲剂又名缓冲系统。缓冲剂是一些物质，具有调节溶液酸硷度的能力。在一定范围内，无论是向溶液内加酸或加硷，它都能使溶液的酸硷度维持相对的恒定。缓冲剂一般是由一种弱酸或该弱酸的盐组成。其中以碳酸氢盐——碳酸组为最重要，两者间的比例 ($B \cdot HCO_3^- / H_2CO_3$) 是决定血清PH值的主要因素，直接影响着血液的PH值。正常情况下， $B \cdot HCO_3^- / H_2CO_3 = 20/1$ ，血液PH值恰好是7.40，当血液酸度增高时， $B \cdot HCO_3^-$ 中的 (B^+) 和产生的酸中的阴离子结合成盐， HCO_3^- 与带酸性的阳离子 (H^+) 结合成 H_2CO_3 (弱酸)， $B \cdot HCO_3^-$ 便减少，而血中 H_2CO_3 就相对的增加，多出来的 H_2CO_3 以 CO_2 的形式通过肺排出体外，一部分的 H_2CO_3 离解为 H^+ 和 HCO_3^- ， H^+ 进入肾小管腔内与 Na^+ 交换，使 Na^+ 重被吸收，而 H^+ 被排出，从而以维持 $B \cdot HCO_3^- / H_2CO_3 = 20/1$ 而达到缓冲的作用。所以，肺和肾脏与血液中各种缓冲系统联合掌握着体液的酸硷平衡。

2. 全身体液的稀释及缓冲作用：人体体液的总量是血液的九倍多，化学缓冲能量是血液缓冲能量的六倍，当人体酸碱平衡紊乱时，也通过体液的稀释作用和缓冲作用进行调节。

3. 肾脏的调节作用：主要是调节体内碳酸氢盐($B \cdot HCO_3$ ，通常称为碱储备)的浓度。如在呼吸性酸中毒时，由于二氧化碳积聚，血中碳酸浓度增高，碳酸氢盐的浓度相对降低，肾就把 H_2CO_3 分解为 H^+ 和 HCO_3^- ，并将 H^+ 排出体外，将 HCO_3^- 与 Na^+ 结合成盐回收入体内，以维持 $B \cdot HCO_3/H_2CO_3 = 20/1$ 。

4. 呼吸系统的调节作用：主要调节血中 H_2CO_3 的浓度。大脑呼吸中枢通过对肺的换气功能的控制，而控制着 CO_2 的排出量，并以此调节 H_2CO_3 的浓度。如代谢性酸中毒时，血中非挥发性的酸性的阳离子增加， HCO_3^- 即与之合成盐，血中 HCO_3^- 浓度降低，碳酸浓度相对增高，此时，呼吸调节系统，能使肺部余气空间增大，肺泡内 CO_2 张力降低，血中 H_2CO_3 进入肺泡排出体外，维持 $B \cdot HCO_3/H_2CO_3 = 20/1$ 。

第三节 几种常见水、电解质平衡紊乱和防治原则

【临床类型和表现】

一、缺水(脱水)和缺钠：是指组织内缺乏水分和电解质(钠)。这是临床上最常见的体液失调类型。

(一)“单纯性”缺水：指人体缺乏水分或水分的缺乏比电解质(钠)缺乏严重，即高渗性失水。主要原因是水摄入不足或排出过多。由于缺水细胞外液的电解质就相对地增高，渗

透压因而增高，如未及时纠正，细胞内水分就会外移，企以维持体内渗透压的平衡，以致产生细胞内脱水。血清钠浓度增高，同时引起醛固酮分泌减少，A.D.H.分泌增加。

临床表现：口渴是最早和最明显的症状，表示有细胞内脱水。

轻度脱水（缺水达到体重的2%）：主要表现为口渴。

中度脱水（缺水达到体重的6%）：除严重口渴外，还有急性病容，面色灰黯、软弱、唇舌干燥、唾液极度减少，尿少、尿比重增高等。

重度脱水（缺水达到体重的7~14%）：除上述症状更加严重外，还有体温升高，神志不清、燥动、昏迷。

（二）“单纯性”缺钠：指人体钠的缺乏较水的缺乏严重，即低渗性缺水。原因多是水和钠同时缺乏的情况下，补液时只补充了水而没有补充电解质（钠），如在大量出汗、烧伤或消化液丧失过多时，仅给单纯补充水分，另外长期被限制摄入钠盐（如肝硬变、心脏病合并水肿者），也能发生单纯性缺钠。由于缺钠较重，细胞外液进入细胞内，引起细胞内水肿，特别是肾功能障碍时更为明显。如果肾功能正常，人体就能把细胞外液中的部分水分从肾脏排出体外，以保持细胞内、外液渗透压的平衡，故细胞内液很少发生变化，但细胞外液量就会明显减少，很快就会出现血液浓缩，引起循环衰竭。

临床表现：轻度缺钠（相当于每公斤体重缺盐0.5克）表现为倦怠、嗜睡、头昏、尿多、比重低。

中度缺钠（相当于每公斤体重缺盐0.5~0.75克）除上述症状外，还有纳差、恶心、呕吐、皮肤弹性减退、眼眶下凹，周围循环不足，血压下降等。

重度缺钠(相当于每公斤体重缺盐0.75~1.25克)休克加重,并出现尿少,甚至无尿,神志淡漠,昏迷。

(三)混合性脱水:同时缺水和缺钠,临床上以此型常见。多为体液丧失过多所致,如消化液的丧失,严重创伤或感染时大量体液渗出体外或组织腔内(烧伤、挤压伤、胸水、腹水等)。由于缺水缺钠,细胞外液量减少,血容量降低,但是皮肤和呼吸道蒸发水分仍在进行,水分不断丢失,故缺水渐比缺钠严重,而渐变为高渗性脱水。

临床表现:兼有单纯性缺水和单纯性缺钠两者的症状,但缺水症状更为显著。

二、水过多:是指细胞内水分过多,引起严重的细胞内水肿,故又名水中毒。多为摄入(静脉或口服)不含盐的水分过多所致,特别是在手术后或肾功能不良时更易发生。由于过多的水分摄入,不能从肾脏及时排出体外,而蓄积在细胞外液中,细胞外液变为低渗,水分进入细胞内,致细胞内水肿。同时还有血容量扩大,血液稀释,组织间隙水肿等改变。

临床表现:主要为脑水肿(颅内压增高,表现为头痛、视物不清、记忆力减退、神志不清、抽搐,甚致昏迷),肺水肿(两肺湿罗音、呼吸迫切、发绀、吐粉红色泡沫痰),血液稀释(血红蛋白和红血球压积降低,血清电解质浓度降低等),尿量多,尿比重低,流涎、呕吐、腹泻、腹胀等。由于“水过多”常发生于脱水治疗过程中,因此,细胞外液量的增加并不明显,所以一般不发生皮下水肿,如有,也只是眼睑的轻度浮肿。

三、钠过多(高血钠症):主要原因是摄入(静脉或口服)过多的钠盐。肾功能障碍时(如外伤、感染、手术或肾排钠