



现 代 医 学 研 修 系 列

水、电解质与 酸碱平衡紊乱

主 编 朱 蕾 于润江

上海科学技术出版社

水、电解质与酸碱平衡紊乱

主 编 朱 蕾 于润江

上海科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

水、电解质与酸碱平衡紊乱 / 朱蕾, 于润江著. —上海: 上海科学技术出版社, 2003. 1

(现代医学研修系列)

ISBN 7-5323-6710-X

I. 水... II. ①朱... ②于... III. ①水—电解质代谢紊乱②酸碱代谢紊乱 IV. R589

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 061401 号

上海科学技术出版社出版发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

上海书刊印刷有限公司印刷 新华书店上海发行所经销

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

开本 787×1092 1/16 印张 13.5 插页 4 字数 307 000

印数 1—4 000 定价: 32.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向本社出版科联系调换

出版说明

科学技术是第一生产力。21 世纪,科学技术和生产力必将发生新的革命性突破。

为贯彻落实“科教兴国”和“科教兴市”战略,上海市科学技术委员会和上海市新闻出版局于 2000 年设立“上海科技专著出版资金”,资助优秀科技著作在上海出版。

本书出版受“上海科技专著出版资金”资助。

上海科技专著出版资金管理委员会

推动科技出版事业
提高学术水平

为「上海科技专著出版资金」题

徐匡迪

二〇〇〇年十月十一日

内 容 提 要

全书共 14 章,内容包括水代谢的平衡与紊乱,钠离子、钾离子、氯离子、镁离子,以及钙、磷代谢平衡与紊乱,酸碱平衡与紊乱,电解质紊乱与酸碱紊乱的关系,利尿剂与水、电解质紊乱,老年人、心功能不全患者、创伤后以及与机械通气相关的水、电解质与酸碱平衡紊乱。注重理论和临床实践的结合,强调实用性。对临床上容易忽视或争论较大的问题进行了更合理的分析和评价。

主 编 简 介

朱 蕾 1988年毕业于青岛医学院,1995年毕业于上海医科大学,获博士学位,现为复旦大学附属中山医院肺科副教授,硕士生导师,复旦大学呼吸病研究所临床呼吸生理研究室副主任,主要负责PICU和肺功能室工作。现担任中华呼吸学会ICU和临床呼吸生理学组委员、上海呼吸学会ICU学组副组长、上海中西医结合呼吸专业委员会和呼吸康复专业委员会委员、《中国呼吸与危重监护杂志》编委、《中国临床杂志》特约青年编委。是国家“八五”攻关课题“发展无创性机械通气预防和治疗肺心病呼吸衰竭技术”和“九五”卫生部重点课题“呼吸衰竭治疗新技术”的主要完成者。并于1998年、1999年和2000年分别获得上海市临床医疗成果奖三等奖、卫生部科技进步奖三等奖、上海市优秀研究生成果奖。1998年和1999年分别被评为上海医科大学“我心目中的好老师”和上海市优秀青年教师。主编完成专著《机械通气》,参与10余部专著的编写。

于润江 中国医科大学呼吸病研究所(国家重点学科)名誉所长,博士生导师,博士后流动站衔头指导,教授。兼任中华医学会呼吸学会顾问、《中华结核和呼吸杂志》编委会顾问、《中国医科大学学报》副主编、《中国实用内科杂志》编委会顾问等职。近5年来主编《中国内科专家论文集》(1997年)。参编《现代呼吸病学》和《肺部感染》(1997年)等著作。近5年获奖有:1998年“肺间质纤维化基础与临床研究”获辽宁省科技进步二等奖。1998年“粉防己甲素改善肺循环血流动力学及抑制肺血管构形重建作用的研究”获卫生部科技进步三等奖。2001年“阻塞性睡眠呼吸的发生机制及对策研究”获中华医学会科技二等奖。

编者名单

主 编 朱 蕾 于润江

编 委 (按拼音顺序排列)

蔡映云 复旦大学附属中山医院
丁小强 复旦大学附属中山医院
樊 嘉 复旦大学肝癌研究所
方智野 深圳市红十字会医院
何礼贤 复旦大学附属中山医院
李光新 山东省千佛山医院
李燕芹 上海第二医科大学附属仁济医院
刘志诚 《中国实用内科杂志》编辑部
钮善福 复旦大学附属中山医院
盛 华 上海市华东医院
王燕英 复旦大学上海医学院
王齐冰 复旦大学附属中山医院
于润江 中国医科大学呼吸病研究所
朱 蕾 复旦大学附属中山医院

前 言

水、电解质、酸碱平衡是维持生命活动的基本条件,一旦发生紊乱,将产生多种代谢异常、器官功能障碍,甚至死亡。该方面的专著既往在我国不同时期都有数本专著出版,对指导临床预防和治疗发挥了非常重要的作用。但近年来,水、电解质和酸碱紊乱发生呈上升趋势,且“意想不到”的严重、复杂、顽固的紊乱现象也屡见不鲜。分析其主要原因可能与疾病谱和临床情况的变化有关,如老年人疾病和手术增加,多脏器功能不全增加,机械通气技术提高使得呼吸衰竭患者的生存时间延长,发生复杂性紊乱的机会增多;另一方面则是基础理论和临床实践严重脱节,临床医生对如何预防和处理严重水、电解质、酸碱紊乱的知识缺乏,因此有必要进一步丰富、修正。本书写作过程中,不仅参考了有关文献、专著,特别注意检测结果和临床经验总结,强调实用性。

本书内容主要包括水、电解质的正常代谢;水、电解质、酸碱平衡紊乱的一般知识和进展;在老年人和特定病理或病理生理状态下的紊乱特点,如心功能不全、创伤、应用利尿剂、机械通气等。重点阐述理论和实践脱节的部分,提出新观点。对临床上容易忽视或争议比较大的问题进行更合理的分析和评价,如提出细胞内代偿是急性呼吸性酸中毒最主要的代偿方式;慢性中、重度低钠血症的治疗应改变常规补钠量的多倍等;关于多重酸碱紊乱的问题,认为从理论上划分是存在的,但从病因和病理生理学角度讲并未解决紊乱的根本问题,从临床角度讲则无必要如此划分,并提出了比较合理的诊治原则。在写作方式上,也试图避免单纯“罗列”离子紊乱为主的经典写作方法,强调离子紊乱的病因和病理生理,强调离子与不同的疾病和病理生理综合征之间的内在联系,强调合理预防和治疗。

研究体液的化学组成时,常使用毫摩/升、毫当量/升和毫渗量/升等化学单位。尽管各单位之间有一定的关系,但不同单位所表示的物质的理化特性并不相同,如毫摩/升表示体液中粒子的组成及每一成分的相对比例,毫当量/升表示溶液中电解质离子进行化学反应的活力、维持电中性方面的等效性,毫渗量/升用来表示粒子产生渗透压的大小,这些概念在临床医生的思维中已经形成比较固定的概念,故本书未单纯使用毫摩/升,而是结合习惯用法,同时使用上述概念,并在第一章第二节对上述概念及其关系进行了详细描述。

由于作者水平有限,定有缺点错误,敬请各位同道批评指正。

朱 蕾 于润江
2002年4月14日

目 录

第一章 水与电解质平衡概论	1
第一节 体液的进化.....	1
第二节 体液化学物质的功能单位.....	2
第三节 体液的几种基本特性.....	4
第四节 体液的含量和分布.....	6
第五节 体液的电解质含量和分布.....	8
第六节 人体的电解质含量和需要量.....	12
第七节 体液的动态平衡.....	15
第二章 水代谢紊乱	24
第一节 水的正常代谢.....	24
第二节 脱水.....	27
第三节 水中毒.....	32
第四节 水肿.....	32
第三章 钠离子平衡与紊乱	33
第一节 钠离子的正常代谢.....	33
第二节 与电解质紊乱有关的规律.....	41
第三节 低钠血症.....	42
第四节 高钠血症.....	54
第四章 钾离子平衡与紊乱	62
第一节 钾离子的正常代谢.....	62
第二节 低钾血症.....	69
第三节 高钾血症.....	76
第五章 氯离子紊乱	82
第六章 镁代谢紊乱	84
第一节 镁的正常代谢.....	84
第二节 低镁血症.....	87
第三节 高镁血症.....	91
第七章 钙、磷代谢平衡与紊乱	95
第一节 钙、磷的正常代谢.....	95
第二节 高钙血症.....	100
第三节 低钙血症.....	104
第四节 低磷血症.....	106
第五节 高磷血症.....	109

第八章 酸碱平衡与紊乱	111
第一节 酸碱的概念	111
第二节 体内的酸碱	112
第三节 酸碱平衡	118
第四节 酸碱紊乱	132
第五节 酸碱紊乱的判定	145
第九章 电解质紊乱与酸碱紊乱	149
第一节 酸碱紊乱与电解质紊乱的一般关系	149
第二节 电解质紊乱导致酸碱紊乱	151
第三节 酸碱紊乱导致电解质紊乱	153
第十章 利尿剂与水、电解质紊乱	159
第十一章 老年人水、电解质代谢及酸碱紊乱	165
第十二章 心功能不全患者的水、电解质代谢紊乱	173
第十三章 创伤患者的水、电解质与酸碱平衡紊乱	181
第一节 创伤后与水、电解质、酸碱平衡紊乱有关的病理生理	181
第二节 创伤后水、电解质与酸碱平衡紊乱的病理生理与处理	186
第十四章 机械通气相关性水、电解质与酸碱平衡紊乱	190
第一节 机械通气与心功能和肺水肿	190
第二节 机械通气相关性酸碱紊乱	193
第三节 与机械通气有关的电解质紊乱	195
索引	198

水与电解质平衡概论

本章提要 ①简述体液的进化。②介绍几种常用的表示体液粒子的功能单位[毫摩/升(mmol/L)、毫当量/升(mEq/L)、毫渗量/升(mOsm/L)]的特点、临床意义及相互关系。③介绍体液的分布,不同部位体液的含量、影响因素及临床意义。④介绍不同部位体液的电解质含量、特点及临床意义。⑤介绍体内主要阴、阳离子的含量、分布、特点及临床意义。⑥介绍不同部位之间体液的交换,神经-内分泌调节,皮肤、肺脏、肾脏等的调节。

体液是机体的重要组成部分,含量约占机体总重量的60%。体液包括细胞外液和细胞内液。一般来说,细胞内液是细胞内各种生物化学反应进行的场所,细胞外液则是每一个细胞生活的具体环境,称为内环境。细胞外液又分为血浆和组织间液。各部分液体之间不断进行物质交换,但液体的含量、成分和酸碱度保持稳定,称为动态平衡或稳态。若各种体内、外因素导致液体量的不稳定,则称为水平衡紊乱;若其中的电解质成分不稳定,则称为电解质紊乱;若酸碱度不稳定,则称为酸碱紊乱。各种紊乱之间多存在一定的关系,互相影响。一般所说的水、电解质、酸碱紊乱是指细胞外液的变化,且主要是血浆的变化。

第一节 体液的进化

生命起源于海洋,海水对生命的维持具有极为微妙的作用:①海水不仅是电解质的溶剂,而且亦为生命所必需的氧气及其代谢产物二氧化碳的溶剂。②海洋面积巨大,它可以吸收或丢失大量热能而不改变温度,所以海水的温度是经常保持稳定的。③海水的成分极为稳定。④海水具有恒定的氢离子浓度和渗透压。以上这些性能都是维持生命所必需的条件。

尽管在亿万年的变化过程中,自然的演变使地球上发生了无数的变化,但推测脊椎动物和人类的细胞外液所含电解质的组成仍近似于有记录以前的海水。但是生命从广阔的海洋移至狭小的体液环境中,使细胞外液从原来的海水成分不得不有所改变。那就是碳酸-碳酸氢缓冲系统较前扩大,蛋白质是新出现的成分,而氯离子相对地减少以适应碳酸氢根离子和蛋白质的增加。

必须指出,现代海水所含的电解质浓度要比细胞外液高出几倍,这是由于亿万年来地球上的陆地被江河冲蚀,把大量无机盐冲洗入海,以致海水的盐性浓度增加,从而增加了海水的电解质浓度。虽然如此,海水的各化学成分的比例仍然与细胞外液相似,而且保持相当稳定。这种简单的盐性溶液对生命的维护具有特别重要的意义。

第二节 体液化学物质的功能单位

内容简介

在研究体液的化学组成时,质量单位(如 mg/L)不能正确估计每一成分的相对比例及相互之间的关系,也不能正确表明物质在体液中所起的化学作用或物理作用,故目前多采用功能单位。

毫摩/升(mmol/L)是表示体液中粒子浓度最常用的方法,既可以表示电解质离子,也可以表示非电解质粒子,1 mol 的任何物质所含的粒子数相等,皆为 6.02×10^{23} 个,故 mmol/L 可以客观地表示体液中粒子的组成及每一成分的相对比例。 $1 \text{ mmol/L} = 1 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{原子量})$ 。

毫当量/升(mEq/L)表示溶液中电解质离子进行化学反应的活力、维持电中性和电解质平衡方面的等效性。mEq 是指液体中离子电荷所含的数量,因此与 mol/L 不同,mEq/L 仅能表示电解质离子,而不能表示非电解质粒子。对单一电解质离子而言, $1 \text{ mEq/L} = 1 \text{ mmol/L} \times \text{电荷数}$ 。

毫渗量/升(mOsm/L)用来表示渗透压的大小,渗透压与溶液中的粒子数目成正比,而与粒子的大小无关。对单个粒子而言, $1 \text{ mOsm/L} = 1 \text{ mmol/L}$ 。

在研究体液的化学组成时,可以用多种单位。早期多用质量单位表示,如 g/L、mg/L 等,但物质的质量不能表明它们在体液中所起的化学作用或物理作用,也不能正确估计每一成分相对的比例及其间的关系,故使用的机会显著减少。功能单位是按照各种化学物质的活力来计算,而不考虑其质量,这样,各种物质在体液中的生理意义才能反映出来。下面分别叙述表示含量的几种功能单位。

一、摩尔和毫摩

摩尔数(mol)用来表示粒子的个数,1 mol 的任何物质所含的粒子数皆为 6.02×10^{23} ,此即为阿伏加德罗常数。摩尔的 1/1000 称为毫摩(mmol)。单位液体容积[一般用升(L)]所含粒子的摩尔数用 mol/L 表示,同样单位液体容积所含粒子的毫摩数用 mmol/L 表示。由于体液电解质和其他非电解质离子的浓度较低,一般用 mmol/L 表示浓度。mmol/L 是表示体液中粒子浓度的最常用的方法,既可以表示电解质离子,也可以表示非电解质粒子。比如 1 mmol/L 的氯化钠表示 1 L 氯化钠溶液中含氯化钠(NaCl)分子 1 mmol,而 1 个氯化钠分子含 1 个氯离子和 1 个钠离子,故氯离子和钠离子的含量皆为 1 mmol/L。再比如 1 mmol/L 的氯化钙(CaCl_2)表示 1 L 氯化钙溶液中含氯化钙分子 1 mmol,而 1 个氯化钙分子含 2 个氯离子和 1 个钙离子,故氯离子和钙离子的含量分别为 2 mmol/L 和 1 mmol/L。

二、当量和毫当量

当量(Eq)是指液体中离子电荷所含的数量。单位液体容积[一般用升(L)]所含离子电

荷的当量用 Eq/L 表示,因此与 mol/L 不同,Eq/L 仅能表示电解质离子,而不能表示非电解质粒子。Eq/L 表示溶液中电解质离子进行化学反应的活力,比如以下三种物质溶液:1 mol 的氢氧化钠(NaOH)、氢氧化钾(KOH)和盐酸(HCl),各溶于 1 L 水中。这三种物质的分子量有很大的差异,其中 NaOH 的分子量为 $23 + 17 = 40$,KOH 的分子量为 $39 + 17 = 56$,HCl 的分子量为 $1 + 35.5 = 36.5$;相应 1 mol 的上述物质的质量亦明显不同,分别为 NaOH 40 g、KOH 56 g、HCl 36.5 g。这样的溶液,当以 1 ml NaOH 和 1 ml HCl 相混合时,两者互相中和;而 1 ml KOH 和 1 ml HCl 相混合时,结果亦完全相同。这表明上述两种碱性溶液的同一容量具有同等的化学活力,也表明这两种物质每一单位容量的质量虽然不同,但所含的活性微粒相等。1 mol 的 NaOH 与 1 mol 的 KOH 具有相同的化学结合力,所以说它们是当量的。若分别按上述三种单位表示化学物质来的含量,则有 1 Eq 的物质就等于 1 mol 的物质,1 Eq 钠 = 23 g 钠,1 Eq 钾 = 39 g 钾,1 Eq 氢 = 1 g 氢。

上述化学物质的离子的化学价皆为 1 价,故化学结合力相等。但不同物质的化学价可以不同,化学结合力也相应不同。如钙为 2 价,其化学结合力为 1 mol 的 2 倍,所以 1 mol 钙是 2 Eq 钙,质量为 40 g,而 1 Eq 钙是 0.5 mmol 钙,而质量为 20 g。这就说明化学反应用当量来表示比用质量或摩尔更为明确。

1 mEq/L = 1/1000 Eq/L。由于血液电解质的含量有限,一般用毫当量表示离子的效能。

三、渗量和毫渗量

渗透压的功能单位是渗透摩尔量(Osmol),简称为渗量。单价元素 1 mol 或 1 Eq,如钠 23 g 具有 1 Osmol 的压力;双价元素 1 mol 或 2 Eq,如钙 40 g 具有 1 Osmol 的压力。1 Osmol 等于 1000 毫渗透摩尔量(mOsm),简称为毫渗量。单位体积(一般为 L)溶液所含溶质的渗量(Osmol/L)或毫渗量(mOsm/L)用来表示渗透压的大小。由于体液中粒子的含量很少,一般用 mOsm/L 表示渗透压的大小。电解质离子或非电解质分子、胶体或晶体都可以产生渗透压。

电解质离子或非电解质分子的 mOsm/L 可用下式计算:

$$1 \text{ mOsm/L} = 1 \text{ mg/L} / \text{原子量(或分子量)}$$

非电解质分子如葡萄糖,它 1 mmol/L 具有 1 mOsm/L 的渗透压;电解质如氯化钠在溶液中解离成两个离子 Na^+ 和 Cl^- ,1 mmol/L 氯化钠能产生 2 mOsm/L 的渗透压;一个比较复杂的分子,例如磷酸氢二钠(Na_2HPO_4)解离成 2 个 Na^+ 和 1 个 HPO_4^{2-} ,则 1 mmol/L 的磷酸氢二钠产生 3 mOsm/L 的渗透压。

血浆或其他体液中所含蛋白质浓度一般仍用克/升(g/L)表示,其所产生的胶体渗透压的大小则习惯用毫米汞柱(mmHg)表示。血浆胶体渗透压的正常值为 25 ~ 27 mmHg。若用毫渗量表示,则不同体液的数值分别约为:血浆 16 mOsm/L、组织间液小于 1 mOsm/L、细胞内液 47 mOsm/L。

对单个离子而言,不同单位的换算公式如下:

$$1 \text{ mmol/L} = 1 \text{ mg} / (\text{L} \cdot \text{原子量})$$

$$1 \text{ mEq/L} = 1 \text{ mmol} / (\text{L} \cdot \text{原子价})$$

$$1 \text{ mOsm/L} = 1 \text{ mmol/L}$$

如:血清钙 $100 \text{ mg/L} = 100/40 = 2.5 \text{ mmol/L}$ 。钙的原子价为 2,故其相当于 5 mEq/L 和 2.5 mOsm/L。而血清钾 $195 \text{ mg/L} = 195 \times /39 = 5 \text{ mmol/L}$ 。钾的原子价为 1,故其相当于

5 mEq/L 和 5 mOsm/L。

血浆中常用电解质的不同表示单位之间的关系如下:

Na^+ : 1 mmol/L = 1 mEq/L = 1 mOsm/L = 23 mg/L

K^+ : 1 mmol/L = 1 mEq/L = 1 mOsm/L = 39 mg/L

Ca^{2+} : 1 mmol/L = 2 mEq/L = 1 mOsm/L = 40 mg/L

Mg^{2+} : 1 mmol/L = 2 mEq/L = 1 mOsm/L = 24 mg/L

Cl^- : 1 mmol/L = 1 mEq/L = 1 mOsm/L = 35.5 mg/L

HCO_3^- : 1 mmol/L = 1 mEq/L = 1 mOsm/L = 61 mg/L

HPO_4^{2-} : 1 mmol/L = 1.8 mEq/L = 1 mOsm/L = 96.2 mg/L*

SO_4^{2-} : 1 mmol/L = 2 mEq/L = 1 mOsm/L = 96 mg/L

其中*表示 HPO_4^{2-} 的离子价按 1.8 计算,这是因为在细胞外液的 pH 正常时,离子中有 20% 以单价的形式 BH_2PO_4 存在,80% 以双价的形式 B_2HPO_4 存在(B 代表单价的碱基)。因此,每单位 HPO_4^{2-} 的离子价应为 $0.2 + 0.8 \times 2 = 1.8$,所以双价的符号并不能真正代表离子价为二价。

这样,根据上述三种功能单位之间比较简单的换算关系,知道一种单位就可准确判断物质的不同效能。其中 mEq/L 可判断两种电解质离子在血清中维持电中性、电荷数和电解质平衡方面是否有相等的效能。mmol/L 可判断在血清中电解质的离子或非电解质的分子数是否相等。mOsm/L 可判断各种粒子在维持渗透平衡方面的效能。但以质量单位(mg/L)来表示时,就很难体会到不同粒子的作用是否具有可比性,如上述钙 100 mg/L 和钾 195 mg/L 在维持电中性和电解质平衡方面的等效性就无法理解。

第三节 体液的几种基本特性

内容简介

体液有两种最基本的特性:电离和产生渗透压。

根据物质电离后的粒子的性质不同,分为阴、阳离子,能够电离的物质称为电解质。不同电解质电离的程度不同,有些可完全电离为离子,有些仅能部分电离为离子。

渗透压是体液中溶质微粒对水的吸引力。渗透压的大小与体液中的微粒数目成正比,而与微粒的大小无关。血浆的渗透压有晶体渗透压、有效晶体渗透压、胶体渗透压等概念。组织间液、细胞内液的晶体渗透压、胶体渗透压与血浆有较大的不同,从而决定体液的分布、血容量的多少和细胞的形态。

一、电 离

当不同电位差的电极进入氯化钠溶液时,钠微粒通过溶液移向阴极,称为阳离子;而氯微粒移向阳极,称为阴离子。“+”号代表阳离子,“-”代表阴离子。某些分子溶解时完全分解为离子,例如 NaCl 溶解时完全分解为 Na^+ 、 Cl^- ;另有某些分子如 H_2CO_3 ,仅部分分解为离子,而大部分仍以分子形式存在;而葡萄糖则完全以分子形式存在。在血液化学方面,一切离解的分子都能称为电解质。

水本身仅微量离解为氢离子(H^+)和羟离子(OH^-)。这两种离子在水中是以相等数目

存在而呈中性状态。当溶液中的 H^+ 多于 OH^- 时呈酸性；反之，则呈碱性。纯水所含氢离子浓度 $[H^+]$ 为 $1/10\ 000\ 000\ mol/L$ ($10^{-7}\ mol/L$)，当然所含羟离子浓度 $[OH^-]$ 也为 $10^{-7}\ mol/L$ 。

由于氢离子浓度太低，习惯上以其负对数 (pH) 表示，即 $pH = -\lg[H^+] = -\lg 10^{-7} = 7$ ，称为中性溶液。若 $[H^+] = 1/100\ 000\ 000$ ($10^{-8}\ mol/L$)，则 $pH = 8$ ，即 $[H^+]$ 比纯水中的浓度低， $[OH^-]$ 相对地增加而超过 $[H^+]$ ，溶液呈碱性；反之，则溶液呈酸性。

二、渗透压

1. 渗透压 渗透压是溶剂中溶质微粒对水的吸引力。简单理解则为当水和溶液用透析膜隔开时，由于溶液含有一定数目的溶质微粒，对水产生一定的吸引力，水即透过透析膜而进入溶液，这种促使水流动的吸引力就叫作渗透压。渗透压与溶液中的微粒数目成正比，而与微粒的大小无关。

2. 血浆的渗透压 1 L 血浆所含的蛋白质，按质量来说比钠高出许多倍，但由于蛋白质的分子量很大，它的渗透压大约仅有 16 mOsm/L，而钠则有 142 mOsm/L 之多，且与钠中和的负离子也具有等量的毫渗量，因此钠的化合物是血浆渗透压的最重要的组成部分。1 L 血浆的总渗透压为 280 ~ 320 mOsm/L，其中绝大部分是由电解质，主要是 NaCl 产生。一般小分子的非电解质如尿素和葡萄糖，在正常血浆浓度时，仅供给大约 10 mOsm/L 的渗透压，可以忽略不计。但当尿素 [用尿素氮 (BUN) 表示] 或葡萄糖 (GL) 在血浆浓度中显著增高时，也可以明显的增加血浆的渗透压。

3. 晶体渗透压与胶体渗透压 在血浆中由晶体物质产生的渗透压称为晶体渗透压。由胶体物质所产生的渗透压称为胶体渗透压。

(1) 晶体渗透压的计算方法：根据血浆电解质、葡萄糖、尿素氮的浓度，可计算出晶体渗透压。因为电解质阴、阳离子的离子数相等，而阳离子中主要以钠、钾离子为主，其他离子的含量极少，故常用钠、钾离子的 2 倍计算电解质的渗透压，即：

$$\text{血浆晶体渗透压 (mOsm/L)} = 2(\text{Na}^+ \text{ mmol/L} + \text{K}^+ \text{ mmol/L}) + \text{GL (mmol/L)} + \text{BUN (mmol/L)}。$$

因葡萄糖含量非常低，尿素氮含量低且可自由通过细胞膜，故可不计算在内，其余的晶体产生的渗透压称为有效晶体渗透压。

(2) 胶体渗透压的计算方法：根据血浆蛋白质的浓度，可计算出胶体渗透压。因血浆蛋白质的浓度以 g/L 表示，且不同蛋白质的分子量不同，故计算稍复杂，计算公式也较多，一般选择 Govaert 于 1927 年提出的下述计算公式，即：

$$\text{血浆胶体渗透压} = \text{白蛋白 (g/L)} \times 0.554 + \text{球蛋白 (g/L)} \times 0.143, \text{正常值为 } 25 \sim 27 \text{ mmHg}。$$

不同性质的渗透压作用不同，相同性质的渗透压其作用强度与大小有关。尽管体液各部位的胶体渗透压水平不高，但由于蛋白质不能透过毛细血管膜和细胞膜，因此对维持局部的液体量有非常重要的作用。胶体渗透压在组织间液非常低 (一般不超过 1 mOsm/L)，在血浆则高得多，而细胞内液中的含量又超过血浆近 2 倍，因此其对维持血浆容量和细胞形态有重要作用。总体上讲，在体内各部分水的转移与渗透压有密切关系。血管对胶体不通透，但水和晶体粒子可自由通透，因此水和粒子在血管内外的转移与胶体渗透压有密切关系；细胞内胶体渗透压更高，水在细胞内外的转移应与胶体渗透压有更密切的关系，但因细胞膜对于晶体粒子是半透膜，且细胞外液的晶体渗透压特别高 (与血浆相似)，因此细胞内、外液体的

转移与晶体渗透压的关系更密切。当然若出现细胞膜的损伤,细胞膜对电解质的通透性显著增强,此时细胞内胶体渗透压将发挥更大的作用。

第四节 体液的含量和分布

内容简介

总液体约占体重的 60%,但与年龄、性别、体重等有关。不同疾病状态下(如肥胖、消瘦)体液的含量也有明显的变化,并影响患者对体液紊乱的耐受性和预后。

体液分为细胞外液和细胞内液,细胞外液又分为血浆和组织间液,一般情况下,细胞外液和血浆含量皆比较恒定,病理状态下,体液紊乱多首先是细胞外液,尤其是血浆的紊乱。

不同器官、组织的含水量有较大差异。

由于细胞膜的半透膜作用和细胞内、外液电解质分布的不同,体液一般分为细胞内液和细胞外液两大部分,细胞外液又分为血浆和组织间液两部分。胃肠消化液、尿液、汗液、渗出液和漏出液也认为是细胞外液的特殊部分,因为这些特殊体液的大量丢失均将降低细胞外液的容量。以上这种划分法是根据体液的特点,且行之有效,早为大多数学者所接受。

也有学者主张把细胞外液分为五个部分:①血浆。②组织间液和淋巴液。③结缔组织和软骨水。④骨质结合水。⑤细胞分泌液。但在临床应用上,此种复杂的划分似无实际意义。

一、总体液

正常成人的体液总量占体重的 50%~60%,但在个体之间的差异是相当大的,主要取决于体内脂肪的含量。因为脂肪含水量很少,据估计肥胖的人体中,脂肪量可占其体重的 35%以上,这在临床上具有一定的意义。比如说某人含有 35%的脂肪,则其体重的 65%为肌肉和其他非脂肪性组织所构成。研究表明,此种非脂肪性组织的成分相当稳定,大致含水 75%,因此在 70 kg 体重的肥胖者,其总体液估计只有 30 L。此人一旦发生呕吐、腹泻或大量出汗,从而丢失体液 3~4 L 时,他的生命就会受到威胁。另一方面,一个非肥胖的成人,体重亦为 70 kg,却有体液 45 L,其能耐受更多的体液丢失而不至于对身体产生显著的影响。

体液的多少也与年龄和性别有很大的关系,新生儿的总体液约占体重的 77%,3~4 岁降至成人的正常水平,即大约占体重的 60%。在青春期以前总体液无性别差异,此后则性别差异比较明显,男性的体液比女性多,在成人时期此种差异一直存在。至中年时期男性和女性的体液都有所下降,此后随着机体的衰老,体液将更降低,因此老年人发生水、电解质紊乱时对机体的影响更大。

综上所述,总体液量的个体差异明显,主要受体质肥胖、性别和年龄的影响,临床工作者在处理水与电解质平衡的问题时应加以注意。

临床上所见慢性消耗性疾病,一般主要是消耗脂肪,而急性失水性疾病如腹泻、肠梗阻等则主要消耗体液。因此一个肥胖的人将对急性失水性疾病难以耐受,而能较好地耐受慢性消耗性疾病;另一方面,一个肌肉发达而非肥胖的人,则比较能耐受失水性疾病,而不容易耐受慢性消耗性疾病;当然,一个瘦削而肌肉也不发达的女人,脂肪和水都缺乏,则既不能耐受脱水,又难耐受慢性消耗,因此她对任何急、慢性疾病和创伤都处于非常不利的地位。一