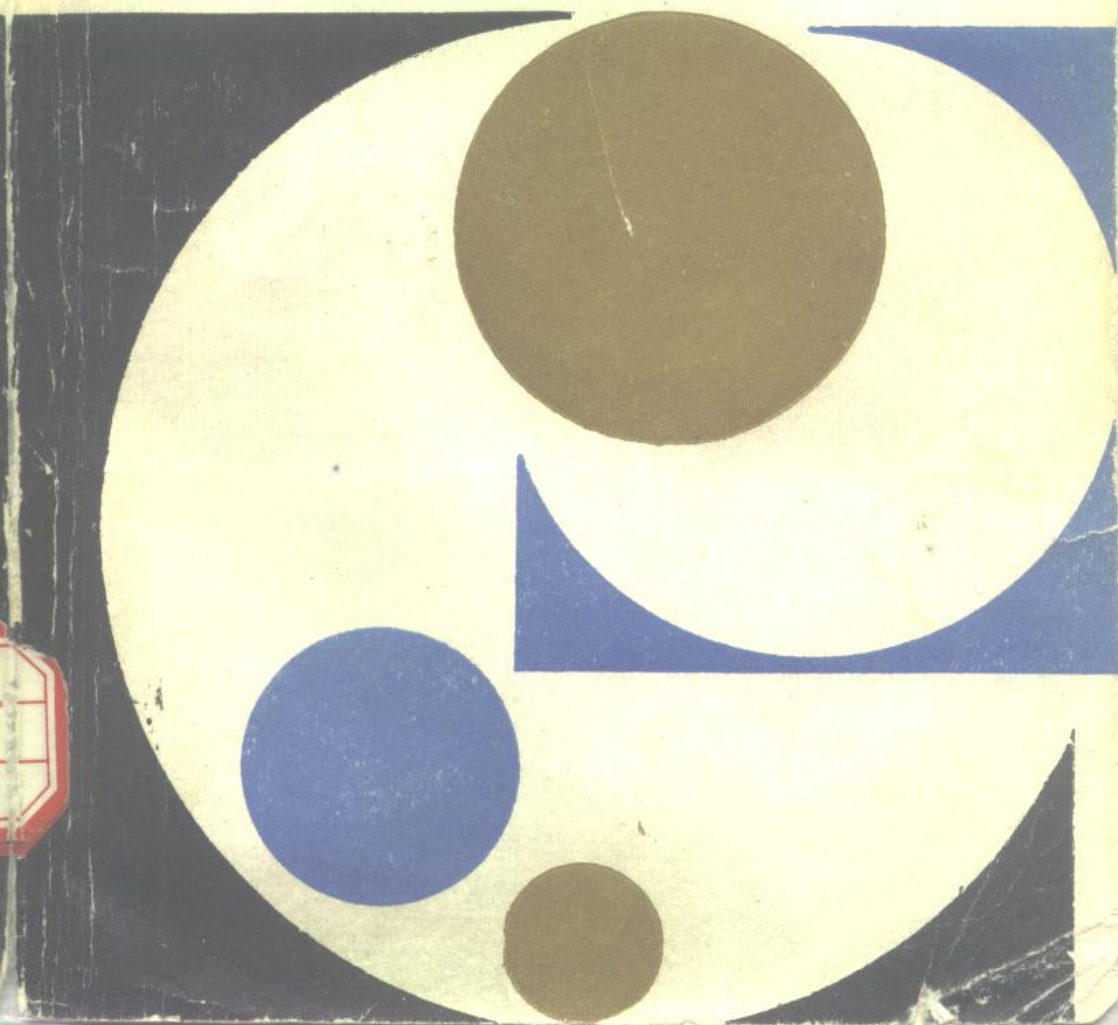


体液渗透压测定 在医学中的应用

梁子钩

戴稼禾等编著

人民卫生出版社



体液渗透压测定在 医学中的应用

梁子钧 戴稼禾 等 编著

人 民 卫 生 出 版 社

体液渗透压测定在医学中的应用

梁子钧 等 编著

人民卫生出版社出版

（北京市崇文区天坛西里10号）

北京市房山区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

850×1168毫米32开本 16 $\frac{1}{2}$ 印张 4插页 436千字

1988年12月第1版 1988年12月第1版第1次印刷

印数：00,001—8,620

ISBN 7-117-00636-6/R·637 定价：8.05元

〔科技新书目 167—135〕

目 录

第一章 概论	1
第二章 体液渗透压的一般概念	4
第一节 体液的量和组成成分	4
一、水是生物和人体的主要组成成分之一	6
二、水的物理化学性质及其生理意义	7
三、水分子的结构特点	11
第二节 体液的物理性质——扩散和渗透	29
一、体液的扩散性质和扩散过程	29
二、体液的渗透过程和渗透压	31
三、渗透压的理论基础	34
第三节 溶液渗透压的单位表示方法	50
一、渗透压与渗摩尔浓度	50
二、渗摩尔浓度的两种表示方法和单位	51
三、体积和重量两种渗透摩尔浓度的相互换算方法	55
第三章 溶液渗透压的测定方法和渗透压计	59
第一节 使用半透膜的直接测定方法和半透膜式渗透压计	59
一、静压平衡法和动压平衡法	59
二、半透膜式渗透压计的设计和制作要求	62
三、半透膜式渗透压计的不同类型及特点	63
第二节 不使用半透膜的间接测定方法和晶体渗透压计	85
一、蒸汽压降低法	86
二、沸点上升和冰点下降法	93
第四章 评价肾脏的尿浓缩和稀释功能	112
第一节 尿液的渗透压测定是评价和测定肾脏的浓缩和稀释 功能的最适宜方法	112
一、尿量和尿比重的测定方法	113
二、尿液的渗透压测定方法	116
三、尿液的渗透压测定法与比重、折光率测定法等 的关系	128
第二节 肾脏的尿浓缩和稀释试验的渗透压测定法	132

0018402/890324/8.052

一、肾脏的尿浓缩试验·····	132
二、肾脏的尿稀释试验·····	145
三、肾脏的尿浓缩和稀释能力的定量指标·····	148
第三节 肾脏的尿浓缩和稀释功能障碍·····	158
一、尿浓缩和稀释功能的共同障碍·····	159
二、单纯性尿浓缩功能障碍·····	171
三、单纯性尿稀释功能障碍·····	175
第五章 脱水和水肿与体液的渗透压紊乱 ·····	179
第一节 脱水症与体液渗透压紊乱·····	179
一、健康人体液的量和组成成分·····	180
二、健康成人的体液平衡·····	182
三、脱水症时体液平衡紊乱的不同类型和产生机理·····	184
第二节 水肿与体液渗透压紊乱·····	189
一、等渗性水肿·····	189
二、低渗性水肿·····	190
三、高渗性水肿·····	193
第三节 脱水和水肿的临床病理变化·····	197
一、细胞外液相的病理变化·····	197
二、细胞内液相的病理变化·····	198
第四节 脱水和水肿的临床表现·····	199
一、等渗性脱水·····	199
二、低渗性脱水·····	200
三、高渗性脱水·····	202
四、水中毒·····	203
第五节 小儿脱水·····	204
一、小儿体液代谢的特点·····	204
二、小儿脱水的类型和发病机理·····	207
三、小儿脱水的临床表现·····	210
第六章 监护人工透析 ·····	214
第一节 渗透压的测定在人工透析中的作用和意义·····	214
第二节 人工透析的基本原理——渗透压平衡·····	215
第三节 渗透压是配制透析液的重要指标之一·····	217
第四节 透析液的变换与渗透压·····	222

第五节 渗透压平衡失调与透析失衡综合征·····	228
一、病人血浆渗透压的变动失调·····	228
二、血浆和透析液之间的渗透压梯度加大而引起的水分变动的失调·····	233
三、血糖含量变动所引起的血浆渗透压的增高·····	234
第六节 “高效透析膜”的开发和高钠透析液的临床应用·····	236
一、低钠透析液·····	236
二、高钠透析液·····	240
第七章 渗透压测定在输液疗法中的作用和意义·····	247
第一节 渗透压是决定输液疗效的重要因素之一·····	248
第二节 渗透压测定是诊断水、电解质和酸硷平衡紊乱，制定输液具体方案和确定输液具体步骤的实验室检查项目之一·····	250
第三节 输液的量及其安全范围与渗透压·····	255
第四节 体液平衡正常和异常时输液的安全范围·····	259
一、体内无水和电解质丢失的情况下·····	260
二、水丢失性脱水·····	261
三、电解质丢失性脱水·····	263
四、混合性脱水·····	264
第五节 输液溶液的正确选择与渗透压·····	265
一、电解质输液溶液·····	267
二、营养输液溶液·····	269
三、血浆增容溶液·····	270
第六节 输液溶液的渗透压特性及其适用范围·····	270
一、低渗输液溶液·····	271
二、等渗输液溶液或细胞外液补充溶液·····	274
三、高渗输液溶液·····	281
第七节 输液的速度和溶液的渗透压·····	289
第八章 鉴定神经内分泌障碍和失调·····	297
第一节 神经内分泌是调节和控制体液渗透压平衡的重要因素·····	297
第二节 体液渗透压测定是鉴定垂体后叶的 ADH 分泌机能间接指标·····	302
一、鉴定 ADH 分泌机能低下及其临床表现——多尿·····	302

二、鉴定 ADH 分泌机能亢进及其临床表现——少尿·····	335
第三节 鉴定垂体前叶的激素分泌功能障碍·····	343
一、生长激素分泌异常·····	343
二、催乳激素分泌异常·····	345
三、ACTH分泌异常·····	348
四、TSH分泌异常·····	349
第四节 体液渗透压测定是鉴定肾上腺皮质机能障碍的间接 指标·····	350
一、鉴定肾上腺皮质机能减退的间接定量指标·····	350
二、鉴定肾上腺皮质机能亢进的间接定量指标·····	364
三、甲状腺机能障碍·····	366
四、甲状旁腺机能障碍·····	369
第九章 胶体渗透压紊乱 ·····	372
第一节 晶体渗透压和胶体渗透压·····	372
第二节 胶体渗透压与毛细血管内外的水分移动和交换·····	375
第三节 血液胶体渗透压的测定和影响因素·····	380
一、测试样品的采集和保存·····	381
二、血液、血清和血浆的胶体渗透压·····	381
三、抗凝剂的选择·····	382
四、生理状态的变化·····	382
五、血红蛋白的含量·····	383
六、pH 的范围·····	383
七、温度的控制·····	383
八、年龄和性别·····	384
九、样品量·····	384
十、其他因素·····	385
第四节 胶体渗透压与血浆或血清蛋白成分之间的关系·····	385
第五节 血浆或血清胶体渗透压的正常值·····	388
第六节 血浆或血清胶体渗透压紊乱·····	389
第七节 肺水肿产生的血流动力学基础·····	389
第八节 不同类型肺水肿的鉴别诊断·····	391
一、肺动脉压和肺动脉楔压 (PAWP) 与肺水肿·····	391
二、血浆胶体渗透压—PAWP梯度与肺水肿·····	392
三、血浆COP测定与心原性肺水肿和非心原性肺水肿的鉴	

别诊断·····	395
第九节 血浆COP和血浆COP-PAWP 梯度的测定与危重病 人的临床预后判断·····	396
第十节 对大输液和血管造影术的监护·····	399
第十一节 烧伤时胶体渗透压的变化及其治疗·····	403
第十二节 在外科临床上胶体渗透压测定的意义·····	408
第十三节 胶体渗透压是反映血浆量变化的指标·····	412
第十章 血液渗透压紊乱综合征 ·····	420
第一节 正常血液渗透压及其影响因素·····	420
第二节 血液渗透压与血液成分的关系及其计算·····	422
第三节 血渗差及其临床意义·····	426
第四节 血液渗透压紊乱综合征及其分类·····	430
一、高血渗综合征·····	433
二、低血渗综合征·····	450
第十一章 慢性肾盂肾炎与渗透压 ·····	464
第一节 序言·····	464
第二节 渗透压测定对肾盂肾炎的尿浓缩功能评价·····	465
第三节 尿沉渣检查与尿渗透压·····	469
第四节 变异细菌和肾髓质的高渗环境·····	471
第十二章 渗透压测定在婴儿人工喂养食物配方和血 液流变学研究等方面的应用 ·····	474
第一节 婴儿人工喂养食物配方的渗透压测定及其临床意 义·····	474
一、牛奶配方的渗透压·····	474
二、乳液的代谢与渗透压平衡·····	477
三、乳方的渗透压、肾负荷与热量标准·····	486
四、高渗乳液的损伤作用·····	491
第二节 渗透压测定在血液流变学研究中的应用·····	493
一、渗透压对红细胞压积的影响·····	494
二、渗透压对血液粘度的影响·····	499
三、渗透压对血液致流值的影响·····	504
四、渗透压对血沉的影响·····	507
五、渗透压对血液流变学影响的临床意义·····	508
第三节 渗透压测定在药物中毒鉴别诊断中的应用·····	510

第四节 渗透压测定在医学其他方面的应用·····	512
一、缺血心肌保护液与停搏液的渗透压测定·····	512
二、电泳固定液与缓冲液的渗透压测定·····	515
三、组织细胞培养液的渗透压测定·····	516
四、渗透压测定在眼科疾病研究中的应用·····	517
五、精液渗透压及其对生育的影响·····	517
六、羊水渗透压与妊娠异常·····	518

第一章 概 论

早在十八世纪的后半期，法国生理学家克劳德·伯尔纳（Claude Bernard）就已指出：机体内环境的相对稳定乃是高等动物生命存在的必需条件。所谓机体内环境主要是指机体的所有细胞和组织浸浴在里面的液体，更具体地讲来，它是由细胞外液、组织间液以及沿血管流动的血液等体液组成的。我们知道，生命机体的特点之一，是与外界环境不断地进行着物质和能量的交换。而物质和能量的这种交换是与体液密切联系着的，是通过体液在生命机体内部之间以及与外界环境之间的不断流动来实现的。生命机体内部所发生的各种物质和能量的代谢和转运过程同样是与体液密切联系着的。它们也都是发生在体液内，并以体液作为物质和能量的代谢过程以及各种化学变化的媒介而进行的。生命机体内的各种体液充当物质和能量的代谢过程和各种化学变化的媒介，其最突出之特点是可以使一些在体外试管内需消耗极大的能量或花费极长的时间才能发生和进行的物质和能量的代谢反应和化学变化，得以在常温、常压的条件下迅速地发生和进行。生命机体内的各种物质和能量代谢过程以及各种化学变化的进行又与生命机体及其器官和组织的机能活动密切相关。各种物质和能量代谢过程以及各种化学变化，实际上，都是应生命机体及其器官和组织执行它们所担负的各种机能活动的需要而进行的。生命机体及其器官和组织的正常机能活动的进行和完成又将进一步促进各种物质和能量代谢过程以及各种化学变化的发生和进行。另外，生命机体在其整个的生命活动过程中，体液川流不息地周循于全身，把各种物质和能量代谢过程以及器官和组织的机能活动所必需的物质，诸如各种营养物质，包括氨基酸、葡萄糖、脂类、维生素、电解质、各种激素、酶及氧等运送至代谢反应和化学变化发生场所，以供应各器官和组织的需要，同时又把许多体内不需要的代谢和化学变化产物，如二氧化碳、尿素、尿酸、肌

酞以及各种酸基等运走，以便经肺和肾排出。这说明体液是动物和人体内的运输媒介，所有气体和溶质都是通过体液来扩散的。因此，在发生疾病时，体液流动的紊乱及其平衡的破坏势必要导致机体内的物质代谢过程和物质转运过程以及器官和组织机能活动的紊乱或障碍。反之，机体内的物质代谢过程和物质转运过程以及器官组织机能活动的紊乱或障碍也可以引起机体的体液平衡的紊乱或破坏。由此可见，维持机体的体液平衡的相对稳定在疾病的发生、发展上，尤其是在疾病的治疗上，都是一个极其重要的问题，因为在临床上所见到的种种疾病中，有不少是与体液平衡紊乱有关，而在死亡的病例中由于体液平衡的紊乱引起的，亦不在少数。另外，在临床上已得到广泛应用的一些疗法，不论是已经应用多年的各种输液疗法，还是近几十年间才发展起来的各种人工透析法以及各种高营养液的长期输入疗法，都是通过维持机体的体液平衡的相对稳定来达到治疗的目的。

机体的体液中主要成分是水，其中溶有许多有机物和无机物，从而构成以水为溶剂和以有机物和无机物为溶质的溶液。在正常状态下，体液中的物质成分相当稳定，它们在细胞内外的分布和交换亦经常处于动态平衡中。体液中的物质成分的稳定也保证了体液作为一种溶液所具有的一系列理化性质，如温度、密度、酸硷度、渗透压、离子强度、电导率、表面张力、介电常数等的相对稳定。而当体液中物质成分发生变化，体液在细胞内外的平衡状态遭到破坏时，体液作为一种溶液所具有的理化性质，如酸硷度、密度、离子强度、表面张力、电导率和渗透压等亦随之发生相应的变化。由此可见，体液的各项理化性质，包括渗透压性质在内，乃是反映体液中的物质成分及其在细胞内外的平衡状态变化的重要指标。

体液维持一定的渗透压，也是构成机体内环境相对稳定的最重要条件之一。人体的所有器官和组织，除肾的髓质部分外，几乎都有着相等的渗透压环境。例如，细胞内外的物质成分虽不尽相同，但细胞内外的渗透压却是相等的。因此，体液的渗透压平衡一旦发生紊乱或破坏，则势必引起各种体液之间以及细胞内外之间的水的移动，继而引起体液中的水、无机物和有机物含量的

变化,并最后导致体液的平衡以及机体的功能活动的紊乱或破坏。由此可见体液渗透压的重要性。体液的平衡中包括着体液渗透压的平衡,而且体液平衡的作用方向和作用目的首先就是为着保持体液具有稳定的渗透压。因此,只有充分地认识和了解体液的渗透压及其形成和变化的规律,才能更好地认识和了解体液平衡及其形成和变化的规律,才能认识和了解机体内环境相对稳定的重要生理意义及其变化的病理意义。

(梁子钧)

第二章 体液渗透压的一般概念

第一节 体液的量和组成成分

体液是机体内液体的总称，为生物和人体生命活动赖以进行的内环境的主要组成部分。以正常人体来讲，体液的总量对于正常成年人（体重为 70kg），约为 42000ml，即约占其体重的 60%；正常婴儿（体重为 4kg）约为 2800ml，即约占其体重的 70%以上；而新生儿则约占其体重的 80%以上（表 2-1）。

表 2-1 人体的体液与体重的比例

	成年人	婴儿	新生儿
体液的总量	60%	70%	80%
细胞内液量	40%	40%	40%
细胞外液量	20%	30%	40%

体液可分为细胞内液和细胞外液两大组成部分。对于正常成年人（体重为 70kg），细胞内液量约为 28000ml，约占体液总量的 67%；细胞外液量约为 14000ml，约占体液总量的 33%。对于正常婴儿（体重为 4kg），细胞内液量和细胞外液量大体相等，均约为 1400ml 升，各约占总体液总量的 50%。细胞外液又可分为血浆和组织间液两部分，前者约占细胞外液的 25%，后者约占细胞外液的 75%。体液主要是由水、无机电解质和有机物组成，其中无机电解质和有机物的含量和浓度因体液的分布区域不同（如细胞内液、血浆和组织间液）而有着一定的区别（图 2-1）。

可以看出，细胞外液中 Na^+ 浓度约为 140mEq/L， Cl^- 浓度约为 102mEq/L，二者在组成体液的正负无机离子中是浓度最高的，而 K^+ 浓度仅为 5mEq/L，是浓度较低的。但是，细胞内液与细胞外液恰恰相反，其中 Na^+ 浓度为 20mEq/L，而

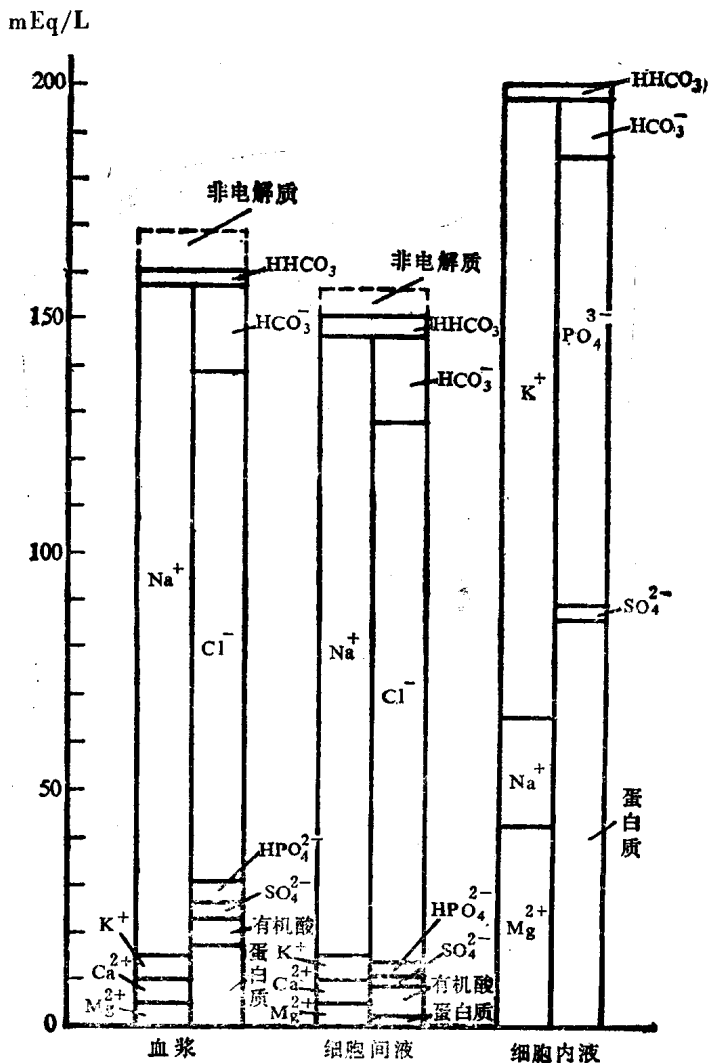


图 2-1 体液的组成成分

Cl^- 几乎不存在，与此同时， K^+ 却为 $110 \sim 130 \text{ mEq/L}$ ，浓度非常高。尽管细胞内液和细胞外液在无机电解质和有机的浓度上有着显著的不同，但从它们的水含量来看，二者之间却无明显的不同，均含有较高比例的水，即约占 90% 以上。这说明水是体液的主要组成成分。因此，了解一下水在体液中的量及其与无机

电解质和有机物的相互关系和作用，无疑对于阐明体液作为机体内环境，维持其稳定在生命活动中的重要性，是十分有益的。

一、水是生物和人体的主要组成成分之一

化学分析表明，生物和人体是由无机物质（水和盐类）和有机物质（主要是蛋白质、脂质、核酸、糖类等）组成。表 2-2 所示为健康人体的化学组成成分及其随年龄的变化情况。

表 2-2 健康人体的化学组成成分（%）与年龄的关系

	健康成人 (70kg)	成熟新生儿 (3.5kg)	未成熟新生儿 (1.5kg)	胎儿 (0.3kg)
蛋白质(%)	18.0	12.5	11.3	8.7
脂肪(%)	18.0	12.0	3.0	0.5
糖类(%)	0.7	1.0	0.6	—
水(%)	60.0	73.0	83.0	88.0

可以看出，在健康人体的化学组成成分中，水占第一位。在健康成人的化学组成成分中，水约占体重的 60%，在新生儿和胎儿，水所占的比例更高，可达到体重的 73%、83%以至 88%。而在健康成人中间，随着年龄的增加，体内的总水含量也随之减少（图 2-2）。水是构成生命有机体的主要成分亦见于动植物有机体（表 2-3）。

表 2-3 各种动植物有机体的水含量（%）

细菌	74~78
蘑菇	96
水母	98

可以看出，水母身体的 98%是水，而无机盐类和有机物质仅占身体的 2%。水的含量不仅不同的动植物机体是不同的，而且同一种动植物，其不同的器官，组织或细胞，也是不同的。表 2-4 所示为高等动物和人体的不同器官和组织的水含量（%）。

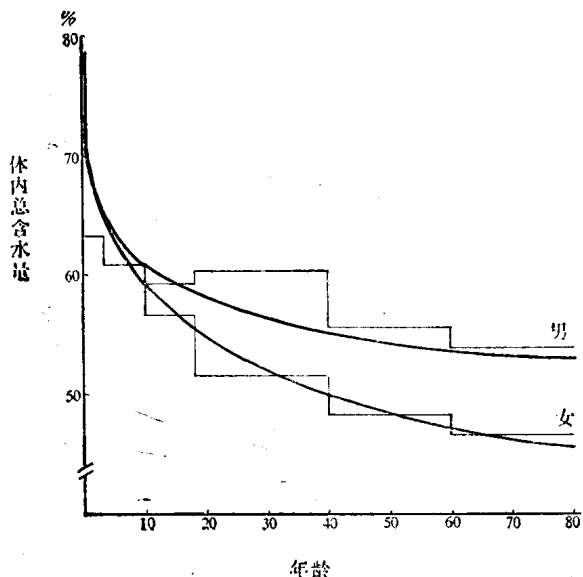


图 2-2 体内总含水量随年龄的变化

表 2-4 高等动物和人体的不同器官和组织的水含量

器官和组织	水含量(%)	器官和组织	水含量(%)
牙釉质	0.2	小肠	77.9
骨骼	22.0	结缔组织	79.6
软骨	55.0	肺	79.1
肝	70.0	血液	79.0
脊髓	70.0	心	79.3
大脑白质	70.0	肾	83.0
皮肤	72.0	大脑皮质	83.3
肌肉	76.6	淋巴液	96.0
脾	76.0	汗液	99.5

二、水的物理化学性质及其生理意义

从以上所述中可以看出，水不仅在所有生物和人体的组成成分中占第一位，而且物质代谢活动愈旺盛的机体，如胎儿、新生儿等，机能活动愈活跃的器官和组织，如大脑皮质、肾、心、肝

等器官，含水量亦愈高。这一切说明水在整个生命活动中起着十分重要的作用。首先，水是一个溶剂，生物和人体内的大量的和各式各样的无机和有机物质都是溶于其中、是构成血液、淋巴液、脑脊髓液、组织间液等体液以及细胞内液的主要部分。它作为机体中化学反应发生以及物质运输的液体介质，担负着运输营养物质和排出代谢产物以及直接参与细胞的各种机能活动的重要作用。

由水充当溶剂而构成的体液具有一系列重要的物理化学性质。这些物理化学性质对于保证生命活动的正常进行也是一个重要因素和条件。而体液的这些物理化学性质在很大程度上，又是

表 2-5 水的物理化学性质

物理化学性质	测定值
临界压力	$2.2 \times 10^7 \text{ Pa}$ (218.2 大气压)
临界体积	0.097(L)
临界温度	374°C
沸点	100°C
冰点	0°C
结冰时体积的变化	+1 62ml/g(膨胀)
蒸发热	40 6J/mol
比热(0°C)	4.18J/mol
融解热	6.02J/mol
热容量	$75.24 \text{ J/mol} \cdot ^\circ\text{C}$
蒸发熵	$108.68 \text{ J/mol} \cdot ^\circ\text{C}$
密度(40°C)	1g/ml
粘度(0°C)	1.789cP
比重为最大的温度	3.96°C
表面张力(0°C)	$7.6 \times 10^{-4} \text{ N/cm}$
电离常数(20°C)	8.11×10^{-15}
介电常数	81.5
当量电导率	370.0
折光率	$1.3n_{\text{D}}^{20}$
分子表面能Eötvös常数	1.03