

血液保存

柏乃庆主编



上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是根据作者多年从事血液保存工作的经验和吸取国内外有关资料编写而成。全书共分七章：血液一般生理、血细胞生化、血液保存、运输、血液成分输血、血液代用液在血液保存中的应用。并附组织和脏器保存。其中以血液保存为重点，从基本概念到研究途径、方法和结果等方面作了详细的介绍，其它六章只作选择性的叙述。

本书可供血液保存工作者、中心血站、医院血库、组织和器官移植、胸外科、血液病和肿瘤等医务人员参考。

血 液 保 存

〔附：组织和脏器保存〕

柏乃庆 主编

上海科学技术出版社出版

（上海瑞金二路450号）

本书由上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 13.125 字数 343,000

1981年1月第1版 1981年1月第1次印刷

印数 1-5,000

书号：14119·1441 定价：（科四）1.45元

第 二 版 序

《血液保存》一书于1973年问世以来，已有五年多了。不少读者给了本书很大鼓励，同时对书中的内容和编排提出了宝贵意见，在此致以谢意。

我国的输血事业和其它各项事业一样，正在向“四化”迈进。全国各地血站象雨后春笋一样不断建立，广大医务人员迫切需要有关输血技术书籍，而该书早已脱销，故不少读者希望我们修订再版。为了适应形势的发展，满足读者的需要，故对本书作了比较全面的修订再版。

本书此次修订是以第一版的内容为基础，收集总结充实了1973~1978年期间国内外和我们实验室关于血细胞代谢和保存的研究成果、动态以及实验操作技术。低温血液保存、血液综合利用以及血液代用品在血液保存中的应用等方面，近年发展也较快，因而增加了“血液成分输血”、“血液代用品在血液保存中的应用”两章。组织和器官移植近十多年来发展迅速，并取得很大成就。我国目前正在迅速开展。而组织和器官保存是组织和器官移植获得成功的重要条件之一。为了配合这一工作的开展，本书此次特附了“组织和脏器保存”，供有关人员参考。

本书在这次修订过程中，曾得到上海市医学化验所杨振修同志；上海肿瘤研究所冯玉润同志；上海生物制品研究所吴长龙同志提供了有关资料。我站孔录卿教授，卢月香、史明真和郎洁先同志也对本书提出了宝贵意见及提供了有关资料，在此一并致谢。

上海市中心血站 柏乃庆

一九七九年三月

目 录

第 1 章 血液的一般生理	1
第一节 血液的组成	1
第二节 血液的理化特性	3
第三节 血液的功能	19
第四节 凝血机制	21
第 2 章 血细胞生化	30
第一节 红细胞生化	30
一、红细胞数量、结构和功能	30
(一) 红细胞膜	31
(二) 血红蛋白	34
二、红细胞的化学组成	39
三、红细胞代谢	44
(一) 红细胞的代谢能力	45
(二) 成熟红细胞的代谢特征	46
(三) 影响红细胞代谢的因素	62
(四) 葡萄糖代谢的酶	66
(五) 其他酶系	69
(六) 葡萄糖以外的能源底物之应用	73
四、红细胞中阳离子(K^+ 和 Na^+) 的转运及红细胞膜的透过性	75
五、红细胞的溶血	77
第二节 白细胞生化	80
一、白细胞代谢的一般概况	80
二、白细胞的能量代谢	81
(一) 白细胞的呼吸、酵解及其关系	82
(二) 影响白细胞糖代谢的因素	84
(三) 白细胞含磷有机化合物	84
(四) 参与白细胞酵解的主要酶系	85
(五) 其他	86
三、吞噬作用	86

四、核酸代谢	87
(一) 嘌呤代谢	87
(二) 嘧啶代谢	88
(三) 叶酸代谢	90
(四) 核酸合成	96
(五) DNA 代谢	90
(六) RNA 代谢	91
五、蛋白质代谢	91
第三节 血小板生化	93
一、血小板的结构和功能	93
二、血小板代谢	101
(一) 血小板代谢的概况	101
(二) 血小板代谢	103
(三) 血小板代谢和功能之间的关系	104
第3章 血液保存	105
第一节 引言	105
一、国外血液保存发展概况	106
(一) 血液在零上温度中的保存	106
(二) 血液在零下温度中的保存	107
二、国内血液保存发展概况	110
第二节 全血的保存	111
一、概况	111
二、全血在零上温度(2~6℃)的保存	112
(一) 抗凝剂的选择	112
(二) 葡萄糖	115
(三) 制菌剂的选择	115
(四) 温度	116
(五) 塑料容器	117
(六) 全血在零上温度(2~6℃)的短期保存	124
(七) 全血在零上温度(2~6℃)添加核苷类物质的长期保存	138
(八) 全血在零上温度(2~6℃)添加抗酶剂的保存	155
(九) 能改变蛋白质合成代谢的激素对保存血液的影响	156
(十) 其他	156
三、全血在低温下的冰冻保存	156
(一) 概况	156
(二) 慢冻保存红细胞	158
(三) 超低温快速冰冻保存红细胞	170

(四) 冰冻贮存红细胞的机制	174
(五) 冰冻红细胞的优缺点	176
(六) 结尾	178
四、全血在常温下的保存	184
(一) 概况	184
(二) 室温保存血液的研究动态	185
五、全血在保存过程中的变化	185
(一) 血液有形成分的改变	186
(二) 血液生物化学特性的变化	187
(三) 膜的变化	189
(四) 气体交换特性	189
六、库存血液在输注前的检查	189
(一) 正常和异常血液的区别	189
(二) 输注前的检查	190
七、保存液配制的基本原则及其方法	191
(一) 基本原则	191
(二) 保存液的制备	192
八、保存血液的质量鉴定方法	195
(一) 保存血液(红细胞)质量体外检查法	196
(二) 保存血液(红细胞)质量体内检查法	197
第三节 血液有形成分的分离、保存和可溶性血浆成分的保存	200
一、血液有形成分的分离和保存	200
I. 分浆后剩余红细胞的保存	200
II. 白细胞分离和保存	218
III. 血小板的分离和保存	231
二、可溶性血浆成分的保存	251
(一) 血浆的保存	251
(二) 凝血因子的保存	252
(三) 蛋白质的保存	254
(四) 抗体(γ -球蛋白)的保存	254
第四节 骨髓保存	254
(一) 意义	254
(二) 人骨髓的采集法	254
(三) 人骨髓的移植法	255
(四) 人骨髓的保存	255
(五) 人冰冻保存骨髓移植后的副作用	259
(六) 骨髓的质量检定	259

第4章 血液运输	260
第一节 引言	260
第二节 血液运输箱	260
一、血液运输箱的设计原则	260
二、血液运输箱的类型	263
第三节 结尾	269
第5章 血液成分输血——现代输血治疗法	270
第一节 血液成分输血的重要性	270
第二节 血液成分输血的发展概况	271
一、国内概况	271
二、国外概况	272
第三节 血液成分输血	277
一、血液有形成分	277
二、血浆蛋白的功能、成分、分离及其血浆蛋白制品	278
(一) 血浆蛋白的功能	278
(二) 血浆蛋白质成分	278
(三) 血浆蛋白质的分离方法	284
(四) 血浆蛋白制品	285
第四节 血液成分输血的副作用	302
第6章 血液代用品在血液保存中的应用	304
第一节 血液代用品在血液和器官保存中的应用概况	304
一、全血保存	305
二、红细胞分离和保存	305
三、白细胞和血小板的分离和保存	306
四、肾脏保存	306
第二节 国内外血液代用品的发展概况(类型、性能)	307
一、晶体盐类溶液	307
二、含人血成分的血液代用品	309
三、含异种蛋白的血液代用品	312
四、含植物胶体的血液代用品	314
五、含合成胶体的血液代用品	316
六、蛋白质水解产物和脂肪乳剂	320
七、人工血或称带氧血液代用液	322

第三节 血液代用品的临床应用·····	326
一、防治失血性休克·····	326
二、治疗感染性休克·····	327
三、治疗某些心血管疾病·····	328
四、用作心肺机的预充剂·····	328
五、烧伤补液·····	329
六、其他用途·····	330
七、血液代用品的副作用·····	330
第四节 结语·····	330
第7章 血液保存的检查技术·····	332
第一节 保存血液质量检查法·····	332
一、保存血液质量的体外检查法·····	332
I. 红细胞酵解法·····	332
(一) 无氧酵解能力的测定·····	332
(二) 有氧酵解能力的测定·····	340
II. 酸溶性化合物(高能化合物)的离子层析法·····	341
III. 血浆钾、钠的测定·····	342
IV. 全血血红蛋白的测定·····	345
V. 红细胞渗透脆性试验·····	346
VI. 血氨测定法·····	346
VII. 2,3-二磷酸甘油酸测定·····	348
VIII. 甘油测定法·····	349
IX. 渗透压测定——冰点下降法·····	350
X. 血浆游离血红蛋白测定·····	352
二、保存血液质量体内检查法·····	353
I. 选择性溶血法·····	353
II. 同位素测定法·····	355
(一) ^{51}Cr 标记法·····	355
(二) DF^{32}P 标记法·····	361
第二节 血浆质量检查法·····	361
一、凝血酶原时间测定·····	361
二、微量凯氏定氮法·····	362
三、血浆蛋白质纸上电泳分析·····	364
四、血浆纤维蛋白原测定·····	366

第三节	ACD 保存液含量测定方法	368
一、	枸橼酸含量测定	368
二、	枸橼酸钠含量测定	369
三、	葡萄糖测定方法	370
第四节	几种常用的标准液配制	372
一、	标准酸碱的配制	372
二、	pH 标准液的配制	373
附录		374
附一	组织和脏器保存	374
第一节	组织和脏器保存发展概况	374
第二节	单细胞保存	375
一、	精子保存	375
二、	卵保存	376
三、	肿瘤细胞保存	377
第三节	组织保存	377
一、	皮肤保存	377
二、	角膜保存	378
第四节	器官保存	378
一、	肾脏保存	378
二、	心脏保存	390
三、	肝脏保存	390
四、	小肠保存	390
五、	其他	391
附二	本书引用的略号	392
附三	糖酵解酶英汉名称对照表	393
参考文献		394

第一节 血液的组成

血液,广义地说是结缔组织中的一种,是由液态的血浆和自由悬浮于血浆中的有形成分——血细胞所组成。它也可以看作是一种红色、不透明、具有一定腥味和粘性的液体组织。

当血液流入含有抗凝剂(如草酸钾)的玻璃管中,经离心后则见管中的血液分为两部分:

上层是透明的液体,在人类略带黄绿色,称之为血浆;

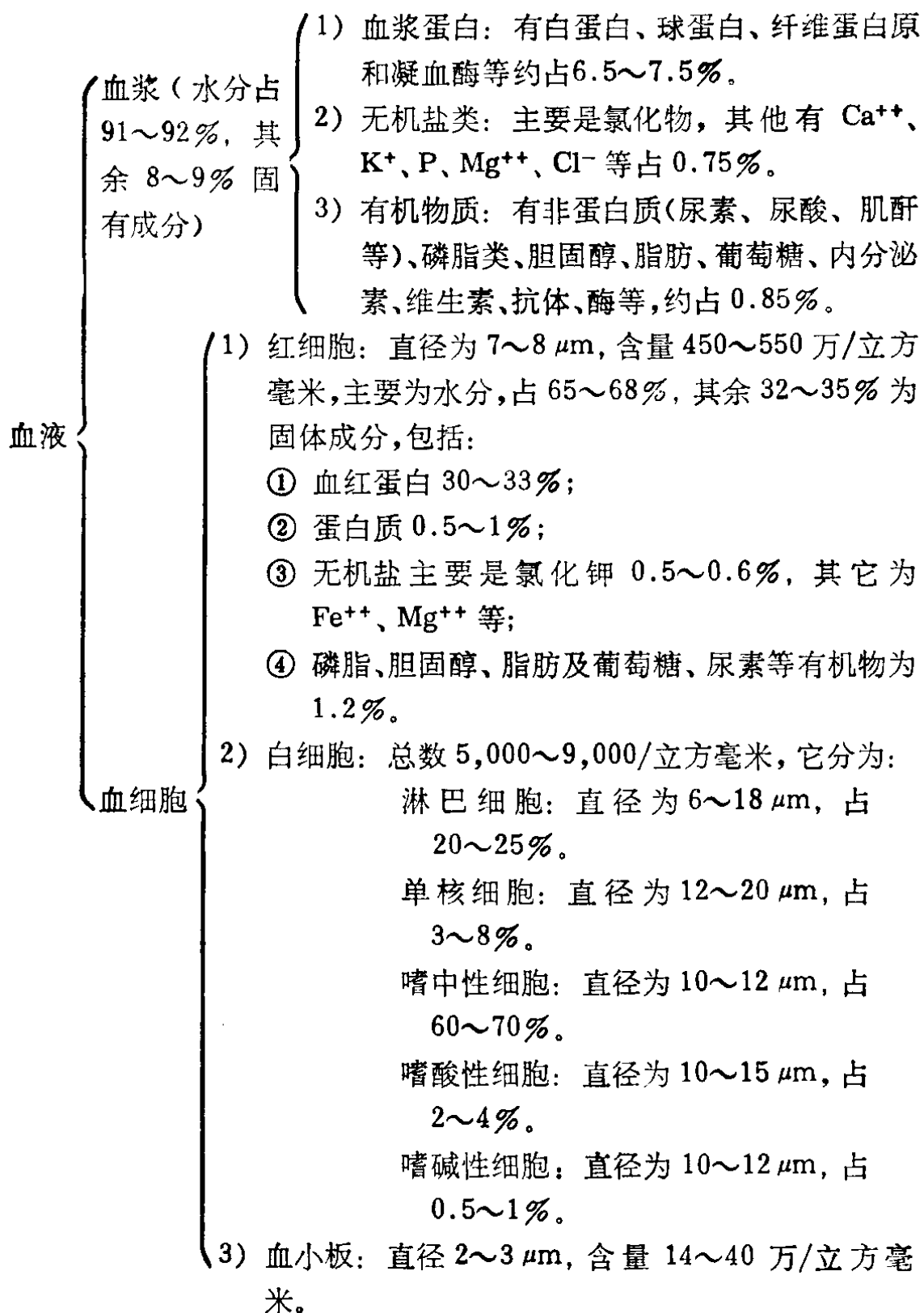
下层呈暗红色,不透明,除少量的血浆外,绝大部分是红细胞,在红细胞的表面还可看出一层薄薄的白色物质,即为白细胞和血小板(因它们的比重轻于红细胞)。

如果玻璃管中不含抗凝剂,则离体的血液将会发生凝固,出现胶冻状的血块,随着血块的逐渐缩小,渗出一层清澄的黄绿色液体,称为血清。它与血浆的区别在于没有纤维蛋白原。

一般正常人血液占体重的8~9%,约有5~6升。其中血细胞约占血液总容积的45%(男子约为42.2~47.5%,平均45.0%;女子约为35.7~42.7%,平均40.0%)。血浆占55~60%。

血液组成如下:

哺乳动物的成熟红细胞没有细胞核,充满着红色的色素——血红蛋白,由于红细胞占全部血细胞的绝大部分,以致使血液呈现红色。我国正常人的血红蛋白,男女也不一样,在每100毫升的全血中,男子为13.5~15.7克(平均14.3克),女子为11.3~13.7克(平均为12.7克)。



正常人的血液总量, 血浆总量与红细胞总量易受各种因素(如年龄、性别、身高和体重)的影响。见表 1。

在正常情况下, 血液成分通过生理调节机制, 维持在动力学稳定状态(指血细胞的生成与破坏, 血液化学成分进入血液循环与排出血液循环的速率相等), 但不是指可逆性化学反应的动力平衡,

表 1 健康成人的全血、血浆与红细胞总量

名 称 \ 测定方法	T-1824		³² P		⁵¹ Cr	
	男	女	男	女	男	女
全 血 总 量 (毫升/公斤)	男	76±8	男	69.0	男	61.51±8.59
	女	68±6	女	46.4	女	58.95±4.94
血 浆 总 量 (毫升/公斤)	男	42±5	男	38.7	男	33.45±5.18
	女	40±4	女	37.8	女	34.77±3.24
红 细 胞 总 量 (毫升/公斤)	男	35±4	男	29.9	男	28.27±4.11
	女	28	女	27.0	女	24.24±2.59

(摘自南京市中心血站《输血讲义》)

同时,人体血液中各种化学成分并非绝对固定,经常变异于某种范围内,其中尤以蛋白质、葡萄糖、脂肪等成分受各人的营养及其他生理情况影响颇大。

第二节 血液的理化特性

一、物 理 性 质

人体循环着的血液温度为 37.7℃, pH 为 7.35~7.45, 略带碱性,其物理性质大部分决定于蛋白质的含量。

(一)颜色 and 比重

血液的颜色随着红细胞所含的氧量的多少而不同,充满氧气的动脉血(氧合血红蛋白)呈鲜红色,含氧量很少的静脉血(还原血红蛋白)呈暗红色。若血液中含有过多的高铁血红蛋白或其它血红蛋白衍生物,则呈紫黑色。

人的血浆(血清)中因含有胆红素则呈现黄色,在一般情况下血浆都是透明的,但在高脂肪饮食后,血浆(血清)含有乳糜微粒而呈现混浊,如糖尿病。若在采血过程中红细胞受机械损伤而导致破坏,以及在保存过程中随着保存时间的延长,红细胞逐渐死亡,

细胞内的血红蛋白释放到血浆中则血浆呈现红色。

血液的比重随其所含成分的浓度而改变，主要是随红细胞浓度的改变而改变。红细胞的数量越多，血液的比重就越大。一般正常人血液的比重约在 1.050~1.060 之间，男性为 1.0566，女性为 1.0533，昼间的改变为 0.0033，下午与餐后较低，劳动后与夜间较高。血液虽是水溶液，但其中溶解很多的固体物质，所以比蒸馏水重 50~60/1,000。血浆的比重约介于 1.025~1.035 之间，血浆蛋白质较多，其比重较大。红细胞的比重平均约为 1.090，这主要决定于血红蛋白的浓度。由于蛋白质是维持血液比重的重要物质，所以在输血工作上常用比重方法来测定献血员的蛋白含量而估计是否适合献血（一般用硫酸铜法）。现介绍另一方法，是用两种不同有机溶剂合成：

氯代苯 32 毫升 + 煤油 18 毫升 为甲液(比重 0.99)

氯代苯 46 毫升 + 煤油 4 毫升 为乙液(比重 1.07)

将乙液缓慢地倒入甲液，轻轻上下搅匀，形成不同的层次，取已知比重的硫酸钾溶液作为标准液，测知各层次的比重，以后滴入血液，即可根据其停留在那一层次而读出其比重，此法优点是不需用许多瓶试剂，且适合于大量比重测定。

(二)血液的粘滞性

液体在管内流动，管壁对之有外摩擦力，液体本身每一层之间有内摩擦力，此种摩擦力称为粘滞力，因而表现了粘滞性。血液的粘滞性是各种细胞外液中最高的一种。同蒸馏水比较，正常人血液的相对粘滞性为水的 4~5 倍，血浆的粘滞性较低约为水的 1.6~2.4 倍。

Hess 测定成年男性之相对血液粘稠度为 4.7，女性为 4.4，儿童为 4.2，血浆为 1.8，血清为 1.5（与 37℃ 蒸馏水比较）。血液粘滞性的高低，主要决定于红细胞数量和血浆蛋白质，而以前者更为重要。若单位容积的血液内含红细胞愈多，则血液的粘滞性就愈大。这种高度粘滞性存在，对于血液在血管系统中流动的速度具有重大的作用，以其所增加血流的阻力，因而使循环的速度降

低。血浆粘滞性主要决定总蛋白质含量，而血浆中这些蛋白质之粘滞性不仅决定于其大小，也决定于它们的结构是否成对称性。如纤维蛋白原是最不对称的分子，其对粘滞性之影响较对称的白蛋白大6倍。

血液粘滞性的存在对于血流速度和血压都有重要影响，当粘滞性降低，而其它因素不变时，血流速度将行增加，血压将行降低。

测定血液粘度用粘度测定计（图1），先用水测定从F加入适量的液体约5毫升至E球，然后从F将液体吹至旁管至C以上，用跑表测定液体由C降至D所用的时间。须反复测定数次，便得液体的相对粘度。例如水的 t_1 是60秒，血的 t_2 是300秒，则血的相对粘度是5。

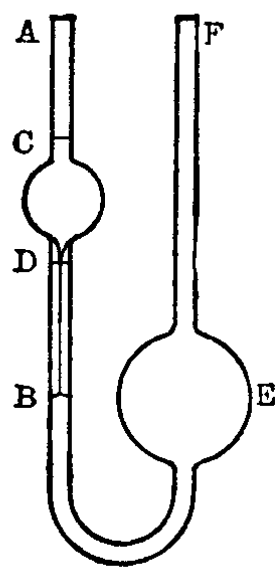


图1 奥氏粘度计

（三）渗透压

有一种半透膜，其膜孔之细小，只有小的分子可以自由透过，大分子如蛋白质等便不能透过，因而碰撞于膜的一边而产生一种压力。这样的半透膜在动植物体内都存在，如细胞膜、肠衣等。如果在半透膜的外面放水，里面放糖浆，水分就会穿过半透膜往糖浆里扩散（低渗→高渗），糖浆的液面就逐渐上升，以达到膜两边的渗透压的平衡，这个升高的液柱说明渗透的力量，这压力称为渗透压。同一种物质的溶液，其浓度越大，则渗透压也越大，不同物质的溶液，其克分子浓度相同的，渗透压亦相同。

渗透压的大小决定于溶质分子或者颗粒的数量，数量越多，渗透压就越大。晶体物（如氯化钠）分子较小，在水溶液中又能起电离作用，因此颗粒数量多，渗透压大；反之，胶体物（如蛋白质）分子较大，在水溶液中又能起聚合作用而形成很大的颗粒，因此颗粒数量少，渗透压亦小。

血液中含有大量的晶体物和胶体物，故具有相当大的渗透压，就血浆来说，正常人血浆在标准状况（即 0°C 及760毫米汞柱）下

的渗透压为6.7大气压(体温37℃, 血浆渗透压稍大, 约为7.6大气压, 其冰点为-0.56℃), 这同0.9% NaCl溶液的渗透压相等。血浆这种巨大的渗透压, 主要是它所含的晶体物所造成的(主要是NaCl, 其次是重碳酸钠, 无机离子 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^-), 至于胶体渗透压仅占极少部分, [胶体物主要是白蛋白, 其次是球蛋白, 由于白蛋白分子量较小, 为70,000, 而数量又远多于球蛋白(分子量为160,000), 故血浆白蛋白浓度的改变而显著地影响胶体渗透压的变化]。据各方面报告, 正常人血浆胶体渗透压仅约为25~30毫米汞柱, 血浆胶体渗透压虽然很小, 但对于血量及机体水平衡的保持却具有重要的作用, 因为组织液的来源是血浆。如当血液流经毛细血管时, 血浆的水分和晶体物可以自由透出毛细血管壁的薄膜而到组织间隙液, 组织间隙液的水分和晶体物也同样可以自由透进毛细血管, 故血浆与组织间隙液两者晶体渗透压无差异, 因此血浆晶体渗透压虽很大, 但对于水分之进出血管并不起什么作用。此外, 血浆蛋白质在正常情况下是不能透过毛细血管壁, 而血浆蛋白浓度又常较组织间隙液高, 所以血浆渗透压也就常比组织间隙液的大, 因此对于水分透出血管就经常能起调节作用。

血液渗透压的恒定对于维持血液有形成分, 特别是红细胞的形态亦具有意义。红细胞内部的渗透压是和血浆的渗透压相等的。

通常是用间接方法测定渗透压值, 一般常用冰点测定法即测定血液的冰点下降。人类血液的冰点下降度是0.56~0.58℃, 一升中含一克分子量的溶液冰点下降为1.86℃(分子冰点下降)。由此可知, 血浆及红细胞内的克分子浓度约为一升中含0.3克分子量。按范特荷甫(Van't Hoff)氏方程式:

$$P = CRT$$

P——渗透压;

C——分子浓度;

R——气体常数(0.082 升·大气压/度·克分子);

T——绝对温度。

就容易算出在体温 37℃ 时,血浆渗透压为 7.6 大气压。计算溶液的渗透压亦可根据其冰点降低及沸点升高来测定。因为溶液的冰点降低或沸点升高是与溶液的克分子浓度成正比,而渗透压亦是与溶液的克分子浓度成正比,所以利用这关系推知溶液的渗透压是与其冰点降低及沸点升高成正比关系。红细胞必须在等渗溶液中方能维持其生理活动,因此临床上需要补液时必须输入等渗液体,其浓度大小可根据溶液的冰点降低或沸点升高。例如要制备与血液等渗的葡萄糖液,已知 1% 葡萄糖水溶液的冰点降低为 0.11℃,血液的冰点降低为 -0.56℃。则:

$$1\%:0.11=x:0.56$$

$$\therefore x=\frac{0.56\times 1\%}{0.11}=5.1\%$$

故 5.1% 葡萄糖溶液为血液的等渗溶液。

ACD 保存液亦为等渗溶液,根据其成分可推算出冰点降低度数,它的冰点是与血液近似的

ACD 溶 液 成 分	冰 点 降 低 度 数
3% 葡萄糖	0.33℃
1.33% 枸橼酸钠	0.20℃
0.47% 枸橼酸	0.0263℃
	0.5563℃

血液的冰点降低 0.56℃,所以 ACD 保存液是等渗溶液。

(四)血液的酸碱度

酸碱度一般以氢离子指数 (pH) 表示之, pH 即氢离子浓度的负对数。

$$pH=\log \frac{1}{[H^+]}=-\log[H^+]$$

水是一种电解质,可以离解成离子: $H_2O\longrightarrow H^+ + OH^-$ 。在 22℃ 时每公升纯水的氢离子浓度是 0.0000001 M($10^{-7}M$), 这时 $[H^+]=[OH^-]$ 呈中性,其 pH 值 = 7.0。若溶液的 $[H^+]$ 浓度大于它,如 $10^{-6}M, 10^{-5}M\cdots\cdots$ 即 pH 值为 6、5、4 $\cdots\cdots$ 则溶液是酸性;反之,则为碱性。

血液的酸碱度经常保持恒定,人体血液的酸碱度一般是在 pH 7.35~7.45 的小范围内变动。静脉血因含有较多的二氧化碳,其 pH 值比动脉血稍小,接近 7.35,而动脉血则接近 7.45。

血液酸碱度之相对恒定,是由于血液中存在有好几对具有缓冲作用的物质,而这些缓冲物质则不断地由于机体的呼吸、代谢和排泄等活动而保持一定的量。每对缓冲物质都是由一种弱酸与一带有强碱基的弱酸盐配成,如 H_2CO_3 和 NaHCO_3 。这两者配合成为一对缓冲物质,其所以叫做缓冲物质,乃是因为每当血液中酸性物质增加时,即带强碱基的盐就同它起作用,而使其变成弱酸,于是酸度降低;另方面,当碱性物质增加时,弱酸就同它起作用,生成弱酸盐,这样,碱度也降低,经此两方面的调节,血液的反应就得以缓和而恒定。

血液存在着数种缓冲体系,分布在血细胞和血浆中。

血浆中:

$\frac{\text{NaHCO}_3}{\text{H}_2\text{CO}_3}$	$\frac{\text{Na-蛋白质}}{\text{H-蛋白质}}$	$\frac{\text{Na}_2\text{HPO}_4}{\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4}$
碳酸氢盐体系	血浆蛋白体系	磷酸盐体系

红细胞中:

$\frac{\text{KHCO}_3}{\text{H}_2\text{CO}_3}$	$\frac{\text{KHbO}_2}{\text{HHbO}_2}$	$\frac{\text{KHb}}{\text{HHb}}$	$\frac{\text{K}_2\text{HPO}_4}{\text{KH}_2\text{PO}_4}$
碳酸氢盐体系	血浆蛋白体系	血红蛋白体系	磷酸盐体系

其中以碳酸和重碳酸钠(钾)一对为最重要;因为组织代谢所产生酸性物质进入血浆后就和重碳酸钠发生作用形成弱酸,再进一步分解生成 CO_2 气体,通过呼吸器官排出体外,而使血液的 pH 保持恒定状态。其次血红蛋白也是非常重要的缓冲物质,血红蛋白在运输 O_2 和 CO_2 的过程中,同时也就发挥了对酸碱度的缓冲作用,如血红蛋白与氧的结合是一种可逆的变化,不需要任何酶的帮助,当液体中的氧分压高即当红细胞经过氧分压较高的肺部时,血红蛋白分子与氧结合成为氧合血红蛋白(HbO_2)呈鲜红色;当液体中氧分压降低时,即在氧分压较低的组织部分,氧合血红蛋白将氧离解,成为还原血红蛋白(Hb),呈暗紫色,又能迅速把氧(约