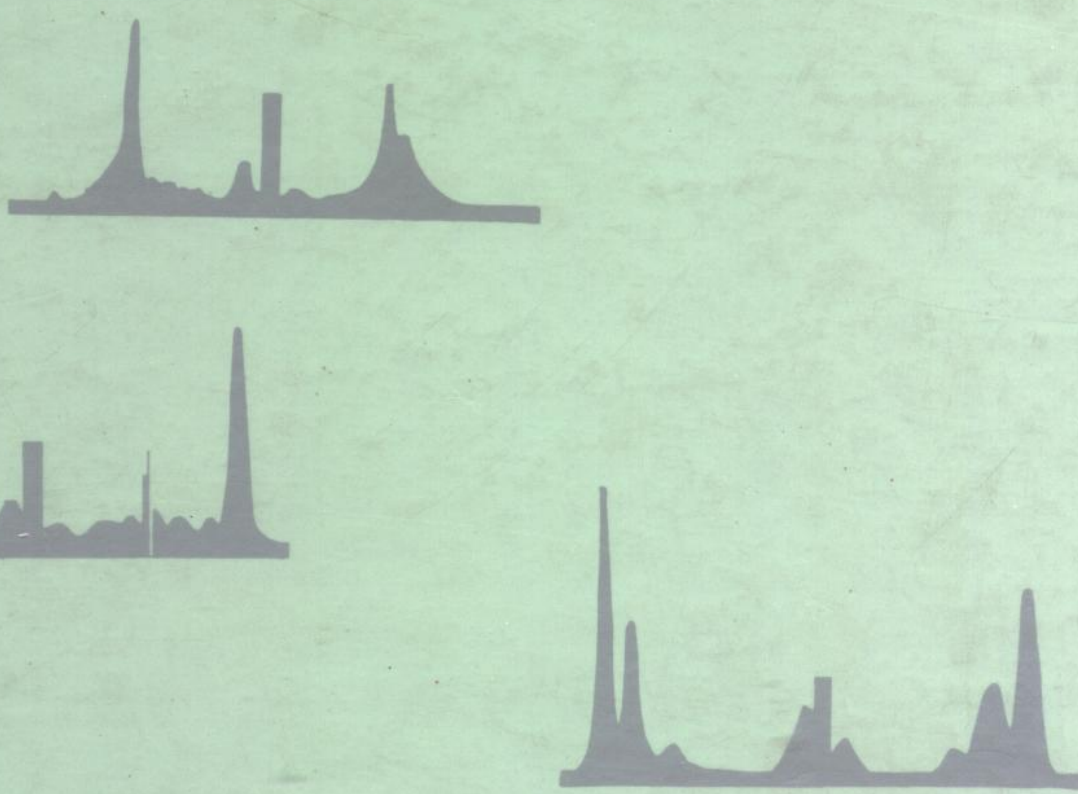




输血疗法与血液制剂

主 编 刘 隽 湘

● 人 民 卫 生 出 版 社



R47

312
57-4

输血疗法与血液制剂

刘 筠 湘 主 编

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

输血疗法与血液制剂/刘隽湘主编. —北京: 人民卫生出版社, 1996

ISBN 7-117-02385-6

I 输… II. 刘… III. ①输血-血液疗法②血液-脏器制药 IV. ①R457.1②TQ464.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 02601 号

2478/11

输血疗法与血液制剂

刘隽湘 主编

人民卫生出版社出版
(北京市崇文区天坛西里10号)

三河市宏达印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

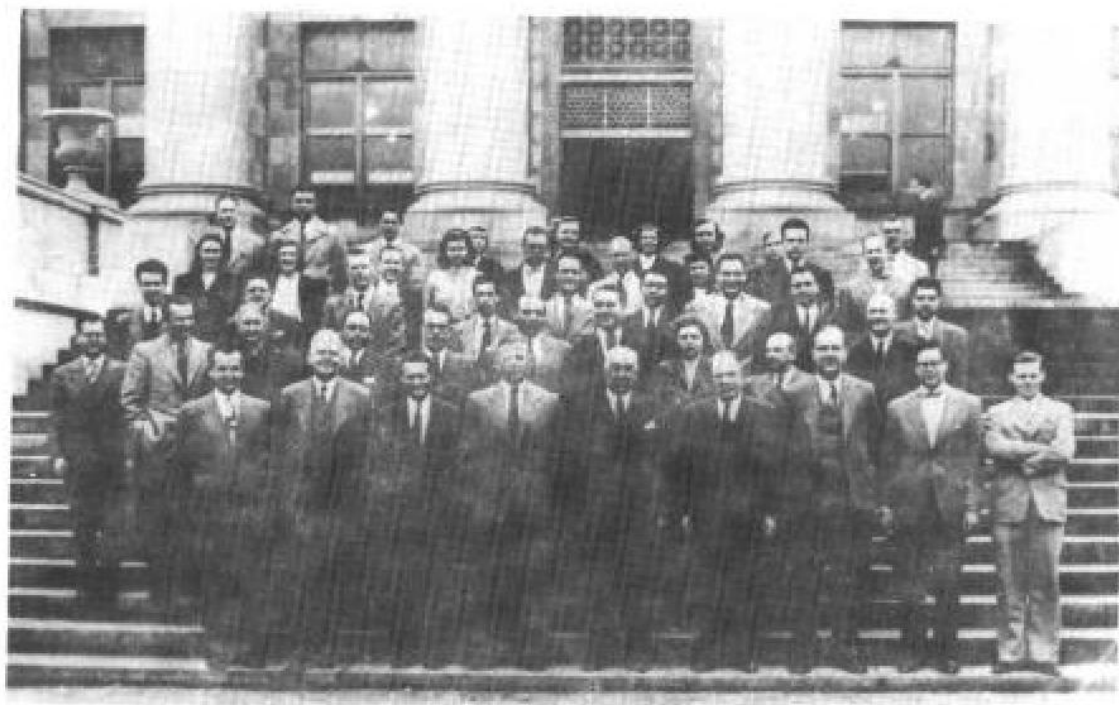
787×1092毫米 16开本 25 $\frac{3}{4}$ 印张 588千字

1996年9月第1版 1996年9月第1版第1次印刷

印数: 00 001—3 000

ISBN 7-117-02385-6/R · 2386 定价: 47.60元

献给我最崇敬的导师Edwin Joseph Cohn 教授



1948 年美国哈佛大学医学院物理化学系全体合影

前排中为 E. J. Cohn, 左三为 J. L. Oncley

第二排右二为 H. Nitschmann, 右五为 D. McN. Susgenor

第三排左四为刘觉湘

作者名单 (以拼音为序)

- 包承鑫** 中国医学科学院血液学研究所研究员
- 程雅琴** 中国药品生物制品检定所 研究员 血液制品室主任 国家药品监督员
中国生物制品标准化委员会副主任委员 全国血液质量管理委员会副主任委员
- 范后修** 中国医学科学院血液学研究所 研究员 卫生部新药审评委员会委员
- 胡开瑞** 天津血液中心主任 全国血液质量管理委员会委员
- 季林祥** 中国医学科学院血液学研究所研究员
- 蒋盘宏** 卫生部北京生物制品研究所 研究员 细胞免疫研究室主任
- 李家增** 中国医学科学院血液学研究所 研究员 所长 卫生部新药审评委员会委员
- 李连臣** 卫生部北京生物制品研究所 研究员 血液制品研究室副主任
- 李向明** 卫生部武汉生物制品研究所 研究员
- 廖筱能** 中日友好医院血液病科主任
- 刘勇湘** 卫生部北京生物制品研究所 研究员 中国人民解放军全军血液制品咨询组组长 中国输血协会血液制品工作委员会名誉主任委员
- 刘淑英** 卫生部长春生物制品研究所 研究员 副所长 中国生物制品标准化委员会委员
- 倪道明** 卫生部北京生物制品研究所 研究员 副所长 中国生物制品标准化委员会委员 卫生部新药审评委员会委员 中国输血协会血液制品工作委员会主任委员
- 田世昭** 卫生部北京生物制品研究所 研究员
- 向建之** 卫生部上海生物制品研究所 研究员 中国生物制品标准化委员会委员 世界卫生组织血液制剂专门委员会委员
- 张兴义** 卫生部长春生物制品研究所 研究员 医科院输血研究所所长长春分所顾问
- 张淑英** 卫生部北京生物制品研究所 研究员
- 张天仁** 卫生部上海生物制品研究所 研究员 中国输血协会血液制品工作委员会顾问
- 张之南** 北京协和医科大学血液病学 教授
- 周国安** 中国药品生物制品检定所 研究员 中国生物制品标准化委员会委员 秘书长 国家药品监督员

前 言

输血疗法是现代临床医学的一项重大发展。有了输血疗法，许多本来不能救治的伤病得到救治，大大降低了这些伤病的病死率和死亡率。早期输血疗法，主要是输全血；血液成分或血液制剂只有少数几种。现代输血疗法则很少用全血，而是根据病情，选择适宜的血液成分或制剂，“对症下药”，既提高疗效减少副作用，又合理利用宝贵的血液。欧美各国，成分输血率均在 90% 左右；用于医疗常规的血液成分和制剂有 30 余种。

我国输血事业比较落后，血液制剂工业迟至 1984 年以后方才开始发展，输血疗法水平较低，全国平均成分输血率多年来徘徊在 10% 上下，普遍应用的血液制剂只有白蛋白和丙种球蛋白，而且不合理应用甚至滥用的现象十分普遍。这种落后状态与我国文化、经济发展的形势极不相称。要改变这种落后状态，必须临床方面与血站、血液制剂生产研究方面互相配合，互相促进，同步地加速发展。

发展任何事业都不能没有人。如何提高工作人员的素质，如何充实他们的业务知识，是一个急待解决的问题。

输血疗法所需的血液、血液成分和制剂，虽然来源于正常人体，但并非“有益无害”，必须正确使用，否则不但不能收到应有的疗效，反可有害。临床工作者，必须熟悉血液、血液成分和制剂的性质、功能、用途和用法，也应对血液的采集、成分的分离和制剂的制备，特别是对它们的质量标准有足够的了解，才能正确应用。血站、血液制剂生产研究单位的任务是提供优质的血液、血液成分和制剂，保证其安全有效，还要适应临床学科的发展，不断提高质量和研究开发新的剂型、新的品种。这些单位的工作者，必须熟悉血液及其组成成分的理化、生物学性质与功能，也要对它们的临床应用有足够的了解，才能很好地完成生产研究任务。就是说，输血疗法有关各方面的工作者，都需要具备共同的基础知识，也须对彼此的业务有足够的了解。

关于血液的生理、生化、关于输血疗法，以及关于血液成分和制剂的制备方法、生产工艺和质量控制，著作甚多，但都散在于不同学科和不同专业的书刊中，而且大部分是外文。对绝大多数从事实际工作的人员来说，要通过查阅大量的中外文献来获得所需的知识，是有困难的。编写本书的主要目的，就是提供一本比较系统的、全面的，既有基础知识又有实际应用的读物，来帮助解决这个困难。

本书共 8 章

第 1 章血液的组成与生理功能。属于基础知识。

第2章输血疗法。与一般的教科书或专著不同,本章是按疾病分类,重点论述在不同的病种中,如何施行输血疗法。

第3章血液成分与成分输血。关于成分输血,国内不乏专著,故本章比较简略。

第4章血浆蛋白制剂的制备方法与生产工艺。这是国内广大的实际工作者迫切需要的知识,而无论国内或国外,特别是国内,这方面的专著甚少,而且都不够全面、系统。本章不惜篇幅,系统地介绍各方法和工艺,阐述方法的原理和工艺的技术要求与要领,并且讨论了各种方法、工艺的优缺点和实用价值。

本章还在最后一节中,比较详细地分别介绍和讨论了已被普遍用于常规生产的过滤技术和近来受到极大重视的病毒灭活问题。

第5章血浆蛋白制剂的临床应用,与第2章互相呼应,以制剂为单位,逐一讨论其临床应用,强调正确应用,纠正滥用,并从理论上加以阐述。

第6章细胞因子的制备与应用。细胞因子近年来发展极快,有关的著作多如浩瀚,远非本书所能包容。但是,细胞因子中许多是来源于白细胞和淋巴细胞的活性分子,与血液制剂难于划清界限,而且有些血液制剂单位也生产细胞因子且有扩大范围的趋势。有些因子,应用价值尚难肯定;有些因子的制备方法尚未成熟,开发这类制剂,切忌盲目性。本书第1章第17节是关于细胞因子的基础知识,本章则扼要介绍几种比较重要的并已被承认有临床应用价值的因子的制备与应用,为使读者对之有一个概括的了解。

第7章血液制剂的安全性问题。血液制剂是一类特殊的药品,原料是人血。血液中有些成分在体内无害,因为血液作为一个生理系统有其自身稳定机制。这些成分离体并被分离出来,就可能有害。另外,受到感染的人,血中可带有微生物,特别是经血感染的病毒,如果在制造过程中未被除去或灭活,最终的制剂也可能有感染性。因此,血液制剂的安全性是一个特别重要的问题,受到广泛的关注。

本书特辟一章,比较详细地从理化、生物学、免疫学、微生物学等方面分析各种血液制剂的不安全因素,并介绍消除这些因素措施。

第8章血液制剂的质量管理。第1、2节介绍我国血液制剂的质量管理体制、GMP和质量标准。第3节介绍对所有会员国都有约束力的世界卫生组织对血液制剂的要求。第4节介绍世界公认是最严格最有效的美国管理体系。第5节介绍与我国比较近似的日本的质量管理体系。

本书的主要对象是输血疗法的各科临床医护人员,输血工作者和从事血液制剂生产、研究和质量管理的工作者,也可作科研教学的参考,附有最新的参考文献,当读者需要更多的资料时,可进一步检索。

刘 竟 湘

1996年1月

目 录

第一章 血液的组成与生理功能	1
第一节 血液 (刘隽湘)	1
一、血液的组成	1
二、血液的理化特性	3
第二节 红细胞 (范启修 刘隽湘)	5
一、内呼吸	6
二、红细胞的化学组成	7
三、红细胞膜	7
四、红细胞的生理学	8
五、红细胞传递气体的功能	10
第三节 网状内皮细胞系统与单核吞噬细胞系统 (刘隽湘)	11
一、单核吞噬细胞系统	12
二、粒细胞系统	12
三、吞噬反应	13
第四节 淋巴细胞 (刘隽湘)	14
一、T 淋巴细胞	15
二、B 淋巴细胞	17
三、T 细胞与 B 细胞的区别	17
四、免疫细胞的相互作用	18
第五节 血小板 (季林祥 李家增)	18
一、血小板的超微结构	19
二、血小板功能	19
第六节 白蛋白 (刘隽湘)	21
一、理化性质	21
二、生理学	22
三、生理功能	24
第七节 免疫球蛋白与抗体 (刘隽湘)	26
一、免疫球蛋白的结构与功能	27
二、免疫球蛋白的分类	29
第八节 α_2 巨球蛋白 (张天仁)	34

一、 α_2M 的理化性质	34
二、 α_2M 的生理学	34
三、 α_2M 的生物活性与生理功能	35
第九节 高密度脂蛋白 (张兴义)	36
一、理化性质	37
二、生理学及生物学功能	38
第十节 血液凝固系统 (季林祥 李家增)	40
一、凝血因子	40
二、凝血机制	44
三、调控机制	46
第十一节 纤维蛋白溶解系统 (张淑英 刘隽湘)	47
一、纤溶系统的主要组成成分及功能	47
二、纤溶酶原的激活	50
三、纤维蛋白 (原) 的降解	51
四、纤溶系统的调节	52
五、纤溶系统与凝血系统、激肽系统的相互作用	53
第十二节 激肽系统 (刘隽湘)	53
一、激肽系统的主要成分	54
二、激肽系统的活化	56
三、激肽的生理病理作用	57
四、激肽与血液制剂的副作用	58
第十三节 其它血浆糖蛋白 (张天仁 刘隽湘 田世昭)	58
一、纤维结合蛋白	59
二、抗凝血酶 III	61
三、 α_1 抗胰酶蛋白	62
四、 C_1 酯酶抑制剂	62
五、人血浆蛋白 C	63
六、铜蓝蛋白	65
七、转铁蛋白 (Tr)	65
第十四节 补体系统 (刘隽湘)	67
一、参与补体反应的成分	67
二、补体反应过程	69
三、补体活化中产生的生物活性物质	70
四、补体反应的调节	71
第十五节 血型 (胡开瑞)	72
一、ABO 血型系统	72
二、其它血型系统	74
第十六节 组织相容性抗原 (胡开瑞)	77
一、HLA 抗原	77
二、HLA 抗体	78
三、HLA 的遗传	78
四、HLA 的临床意义	79

第十七节 细胞因子 (蒋盘宏)	80
一、细胞因子的概念及分类	80
二、细胞因子的生理功能	81
三、细胞因子功能的双重性	83
四、细胞因子研究动向	84
第二章 输血疗法	86
第一节 急性失血与休克 (刘隽湘)	86
一、病因	86
二、病理生理变化及临床表现	87
三、治疗	88
第二节 贫血 (刘隽湘)	89
一、贫血的定义	89
二、贫血的分类	90
三、人体对贫血的补偿能力与限度	91
四、贫血的治疗原则	92
第三节 凝血障碍 (李家增 季林祥)	93
一、血友病甲	93
二、血友病乙	98
三、先天性因子Ⅺ缺乏症	99
四、血管性假血友病	99
五、先天性因子Ⅻ缺乏症	101
六、先天性激肽释放酶原缺乏症	101
七、先天性高分子激肽原缺乏症	101
八、先天性因子Ⅶ缺乏症和异常血症	101
九、先天性因子Ⅹ缺乏症和异常血症	102
十、先天性因子Ⅴ缺乏症	102
十一、先天性凝血酶原缺乏症和异常血症	103
十二、纤维蛋白原的异常	103
十三、先天性因子ⅩⅢ缺乏症	104
十四、先天性联合凝血因子缺乏症	105
十五、获得性凝血因子缺乏症	105
十六、肝脏疾病与出血	107
十七、外科手术与出血	107
第四节 血栓前状态及血栓性疾病 (包承鑫 李家增)	109
一、血栓前状态	109
二、血栓性疾病	111
第五节 输血疗法的副作用 (酆筱能 张之南 刘隽湘)	119
一、输血反应	120
二、红细胞制剂的副作用	121
三、白细胞制剂的副作用	121
四、血小板制剂的副作用	121
五、血浆的副作用	122

六、白蛋白的副作用	122
七、免疫球蛋白的副作用	122
八、凝血因子制剂的副作用	122
第三章 血液成分与成分输血	124
第一节 血液成分的种类 (胡开瑞)	125
第二节 血液成分的制备 (胡开瑞)	126
一、制造血液成分的主要设备与器材	126
二、血液成分分离方法要领	126
第三节 血液成分的质量控制与质量标准 (胡开瑞)	134
一、质量管理体系	134
二、质量控制与质量保证	135
第四节 血液成分的临床应用 (胡开瑞 范启修 刘隽湘)	140
一、红细胞的应用	140
二、白细胞 (粒细胞) 的应用	141
三、血小板的应用	142
四、血浆的应用	143
五、冷沉淀的应用	144
第五节 紫外线照射血输血 (范启修)	144
一、作用机制	145
二、制备与使用方法	145
三、适应证	146
第四章 血浆蛋白制剂的制备方法与生产工艺	148
第一节 血浆蛋白分离	148
一、盐析法 (刘隽湘)	148
二、低温乙醇法 (刘隽湘 倪道明)	155
三、利凡诺沉淀法 (刘隽湘)	173
四、凝胶层析法 (张淑英 刘隽湘)	180
五、聚乙二醇沉淀法 (张天仁)	188
六、选择性变性法 (刘隽湘)	192
第二节 静脉注射免疫球蛋白 (刘淑英 刘隽湘)	196
一、免疫球蛋白的静脉注射反应	197
二、IVIG 的制备方法	199
三、IVIG 的质量要求	203
第三节 α_2 巨球蛋白 (张天仁)	208
第四节 高密度脂蛋白 (张兴义)	209
一、高密度脂蛋白的制备	209
二、高密度脂蛋白的检定	210
第五节 纤维蛋白 (原) 制剂 (刘隽湘)	210
一、静脉注射用纤维蛋白原	211
二、外用纤维蛋白原及纤维蛋白制剂	212
第六节 凝血因子 VIII 浓制剂 (张天仁)	214

一、FⅢ制剂的制备·····	215
二、FⅢ浓制剂的检定·····	219
第七节 凝血酶原复合物和纯化因子Ⅹ浓制剂 (张天仁) ·····	220
一、PCC和纯FⅩ制剂的制备·····	220
二、PCC和因子Ⅹ制剂的质量检定·····	224
第八节 人纤维蛋白溶酶原 (刘隽湘 张淑英) ·····	225
一、方法原理·····	225
二、方法概要·····	225
三、检定·····	226
第九节 其它人血浆糖蛋白·····	226
一、纤维结合蛋白 (田世昭) ·····	226
二、抗凝血酶Ⅲ (张天仁) ·····	228
三、 α_1 抗胰酶 (张天仁) ·····	228
四、C ₇ 酯酶抑制剂 (张天仁) ·····	230
五、人血浆蛋白C (刘隽湘) ·····	232
六、铜蓝蛋白 (张天仁) ·····	233
七、转铁蛋白 (张天仁) ·····	234
第十节 血浆蛋白制剂的后处理和再加工·····	235
一、过滤 (李向明) ·····	235
二、病毒灭活 (刘隽湘 张天仁) ·····	244
第五章 血浆蛋白制剂的临床应用 ·····	263
第一节 白蛋白 (刘隽湘) ·····	263
一、正确的应用·····	264
二、偶尔的应用·····	265
三、需进一步观察的应用·····	265
四、不合理的应用·····	265
第二节 免疫球蛋白 (刘隽湘) ·····	267
一、正常免疫球蛋白·····	268
二、特异免疫球蛋白·····	268
三、静脉注射免疫球蛋白·····	270
第三节 高密度脂蛋白 (张兴义) ·····	273
第四节 凝血和溶纤制剂·····	273
一、纤维蛋白 (原) 制剂 (刘隽湘) ·····	273
二、凝血因子Ⅶ·····	275
三、凝血酶原复合物 (张天仁) ·····	275
四、纤溶酶原及其激酶 (刘隽湘) ·····	276
第五节 其它血浆糖蛋白·····	277
一、纤维结合蛋白 (田世昭) ·····	277
二、抗凝血酶Ⅲ (张天仁) ·····	278
三、 α_1 抗胰酶 (张天仁) ·····	279

四、补体 C ₃ 抑制剂 (张天仁)	280
五、血浆蛋白 C (刘隽湘)	280
第六章 细胞因子的制备与应用 (蒋盘宏)	282
第一节 白细胞介素	282
一、白细胞介素-2	282
二、白细胞介素-4	286
第二节 粒细胞集落刺激因子	289
一、G-CSF 的性质与功能	289
二、G-CSF 的用途	290
第三节 红细胞生成素	290
一、EPO 的产生和理化性质	291
二、EPO 的生物学活性	291
三、EPO 的临床应用	292
第四节 肿瘤坏死因子	293
一、TNF- α 的产生和理化性质	293
二、TNF- α 的生物学活性	293
三、TNF- α 的临床应用	294
第五节 干扰素	296
一、干扰素的分类与命名	296
二、干扰素的生物学活性	297
三、干扰素制剂	297
四、干扰素制剂的评估	299
五、干扰素临床应用指征与适用范围	299
六、干扰素的毒性和副作用	302
第七章 血液制剂的安全性问题 (张天仁 刘隽湘)	305
第一节 血液制剂的潜在的不安全因素	305
一、病毒感染问题	305
二、同种异型或异基因抗原污染问题	310
第二节 保证安全的措施	312
第三节 中国血液制剂的安全保证问题	314
一、血源管理与宣传教育	314
二、关于血液制剂生产工艺安全性的要求	315
第八章 血液制剂的质量管理	316
第一节 中国血液制剂的质量管理体制及其有关管理程序 (周国安)	316
一、药政管理机构及其职能	317
二、药品检验机构及其职能	318
三、药品质量监督机构及其职能	322
四、血液制剂的生产质量管理体系	322
附录 1 药品生产质量管理规范 (1992 年修订)	326
第二节 中国血液制剂的全面生产质量管理和质量标准 (程雅琴)	335
一、血液制剂生产管理规范	335

二、中国主要血液制剂的质量控制	338
三、国家标准品	344
附录 2 《中国生物制品规程》1995 年版几种主要血液制品的制造及 检定规程	347
第三节 世界卫生组织对血液, 血液成分, 血浆衍生物的采集、加工和质量控制 的要求 (WHO 《规程》(向建之))	375
一、总的要求	376
二、采血和血液制剂生产单位的建立	376
三、关于原材料问题	376
四、关于血液制剂的病毒灭活	377
五、关于供血者的筛检	377
六、关于几种血浆蛋白衍生物的质量控制	377
七、关于生产和辅助设备	378
八、WHO 的生物标准品和参考试剂	378
第四节 美国对血液制剂的生产质量管理 (刘隽湘)	380
一、联邦管理条例	380
二、新药审批制度	386
三、食品药品监督管理局	387
第五节 日本国对血液制剂的生产质量管理 (李连臣)	389
一、管理体制	389
二、新药审批	390
三、血液制剂规程	391

第一章

血液的组成与生理功能

生命不能脱离环境。低等生物构造简单，它们的细胞与外界环境直接进行物质与能量交换。高等动物则构造复杂，维持生命须进行复杂的代谢活动，它们的细胞外液需要稳定的温度、酸碱度、渗透压，还需要一定浓度的各种离子、气体以及各种生物活性物质，因此，必须有一个与外环境隔离的稳定的内环境，与外环境间接地进行物质与能量交换。血液运行周身，提供了这种内环境，它借助以下各种功能保持稳定：①输送氧气和二氧化碳，在肺和组织之间进行气体交换；②输送养分到组织，由组织带走代谢产物；③维持渗透压、酸碱度和电解质平衡；④保持体温恒定；⑤输送内分泌、维生素以及各种药物等；⑥防御微生物或异物入侵；⑦还有内在的凝血和纤溶机制，使血液保持流体状态，以顺畅地运行于血管中而又不会从血管流失。

血液之所以有这许多重要功能，是因为它有多种具有重要功能的组成成分^(1,2)。

第一节 血 液

一、血液的组成

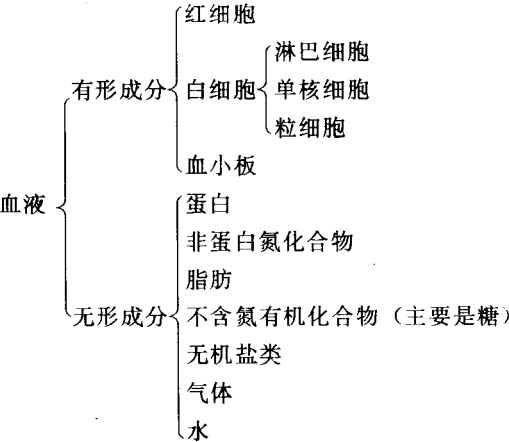
血液由细胞成分（有形成分）和非细胞成分（无形成分）组成。将血采入装有抗凝剂的容器中，用离心、沉淀、过滤等方法将其分成沉淀及上清（或滤液），沉淀即细胞成分，上清或滤液即血浆，含有非细胞成分。细胞成分包括红细胞、白细胞及血小板，非细胞成分有胶体和晶体成分（表 1-1-1）。

血液的细胞成分占总体积的 40%~45%；血浆占 55%~60%。血液中水占总体积的 77%~81%；固体占 19%~23%，其中的 12%~15%在细胞内；血浆中的固体仅 6.5%~7.8%。

体液，按其分布，分为 3 个部分：细胞内液，占体重的 40%~45%；组织间液又称组织液，占体重的 15%~20%；血浆占体重的 4%~5%。组织液及血浆统称细胞外液。正像人们生活在空气中往往忘记有空气一样，血液中的水最易被人们忘记。实际上，水不但在血液中含的比重最大，而且作用极为重要：①水，作为载体，将各种分子，包括可溶性分子和不溶性的颗粒运往周身；②水，作为溶剂，参与各种化学反应，参与渗透

压和酸碱平衡；③水，大量地吸收机体在代谢和运动中产生的热量，将其传至体表通过辐射散发，使组织细胞的温度保持稳定，而且因为水的比热最大，传热的效率最高^(1~6)。

表 1-1-1 血液的组成成分



(一) 细胞成分 细胞成分最多的是红细胞，其他细胞所占比重甚少。

正常人血中红细胞，男子 450~600 万/mm³(平均 500 万/mm³)，压积 42%~49%(平均 45.6%)；女子 420~540 万/mm³(平均 450 万/mm³)，压积 37%~43%(平均 40%)；15 岁以下的儿童红细胞较少。男子红细胞计数低于 400 万/mm³，女子低于 350 万/mm³ 可视为贫血。上述参数仅适用于海拔 2000m 以下的地区，高山地区的人，血中红细胞及血红蛋白较多^(1,2)。

关于血液的细胞成分第 2 至第 5 节有比较详细的介绍。

表 1-1-2 血液的非细胞成分

化学成分	标本	单位(每 100ml)	正常范围	化学成分	标本	单位(每 100ml)	正常范围
总固体	全血	g	19~23	胆红素	血清	mg	0.1~0.25
总蛋白	血清	g	6~7.5	CO ₂ 结合力	血浆	Vol	55~75
白蛋白	血清	g	3.8~4.8	CO ₂ 含量(动脉)	全血	Vol	45~55
球蛋白	血清	g	2~3	CO ₂ 含量(静脉)	全血	Vol	50~60
纤维蛋白原	血浆	g	0.2~0.4	O ₂ 容量	全血	Vol	16~24
非蛋白氮	全血	mg	20~35	O ₂ 含量(动脉)	全血	Vol	15~23
尿素氮	全血	mg	9~17	O ₂ 含量(静脉)	全血	Vol	10~18
肌酐	全血	mg	1~1.8	Cl ⁻	血清	mg	340~380 96~107
尿酸	全血	mg	2~4	Na ⁺	血清	mg	310~340 135~148
氨氮	全血	μg	16~60	K ⁺	血清	mg	16~22 4.1~5.6
肌酸	全血	mg	3~7	Ca ²⁺	血清	mg	9~11.5 4.5~5.8
氨基酸氮	全血	mg	5~8	Mg ²⁺	血清	mg	1~3
葡萄糖	全血	mg	80~120	I(总量)	血清	μg	8~15
总胆固醇	血清	mg	110~200	蛋白结合碘	血清	μg	4~8
总脂酸	全血	mg	290~420	无机磷	血清	mg	3~5
磷脂	全血	mg	12~14	乳酸	全血	mg	5~20
总酮体(以丙酮表示)	全血	mg	0.8~5.0				

(二)非细胞成分中的蛋白质 血浆中的非细胞固体成分列于表 1-1-2:

固体成分中最多的也是最重要的是蛋白质,已经发现的有 100 种以上,其中有些性质或功能还不完全明了;对之已有初步了解的约 60 种;研究得比较清楚,也是比较重要的 30 余种,其性质及功能列于表 1-1-3。

表 1-1-3 血浆蛋白成分

名 称	符 号	正常血浆中浓度 mg/100ml	生物学活性
1. 前白蛋白	PA, Pre-Al	28~35	结合甲状腺素
2. 白蛋白	Alb	4,200±700	维持血浆渗透压,运输,营养
3. α_1 脂蛋白(HDL)	α_1 LP	217~270	磷脂,甘油三酯,胆固醇,脂溶性维生素的运输
4. α_1 酸性糖蛋白	α_1 AGP	75~100	又称乳清类粘蛋白,感染初期活性物质,抑制黄体酮
5. 低色氨酸 α_1 糖蛋白	Tr $\beta\alpha_1$	8±3	?
6. α_1 抗胰蛋白酶	α_1 AT	210~500	抗胰蛋白酶和糜蛋白酶
7. α_1 易沉淀糖蛋白	α_1 PGP	22±7	?
8. 运皮质醇蛋白	TsC	5~7	运输皮质醇
9. α_1 X 糖蛋白	α_1 XGP	22±7	?
10. α_1 神经氨酸糖蛋白 (C ₁ _s 酯酶抑制物)	C ₁ _s I	24±10	抑制补体第一成分 C ₁ 酯酶的抑制物
11. Gc 球蛋白	Gc	40±10	遗传型(gcl-1,2-1,2-2)',生物活性不明

白蛋白、HDL、 α_2 M、Cp、Tf、Fn、Fb、Ig 以及凝血系统、纤溶系统、激肽系统的成分,或者已经作为血液制剂用于临床,或者有潜在的临床应用价值,将在第六至十三节中作进一步的介绍;其他成分从略。

(三)其他无机和有机物 这类物质、包括氧、二氧化碳、无机盐、糖类、脂肪酸、磷脂、中性脂肪、胆固醇、氨基酸、脲、肌酸、肌酐、乳酸、酮体、激素、维生素及各种生物活性物质,有的是合成代谢产物,有的是分解代谢产物或中间产物,有的是供能量消耗,还有的是调节生理机能所需,都将结合有关系统来讨论^(1,2,3)。

二、血液的理化特性

(一)色泽 血液红色,动脉血鲜红,静脉血暗红,色调决定于血红蛋白的含氧量,当还原的血红蛋白超过 5g/100ml 时,皮肤及粘膜由于血液的色泽变暗而出现紫绀,是缺氧的现象。

血浆的色泽,由淡黄至草黄至淡棕色均属正常,是由胆色素、铜蓝蛋白、转铁蛋白的含量与状态所决定,在不同的生理状态下可发生轻微的变化。发生显著变化则为病理状态的表现,如溶血使血浆变红,高铁血红蛋白病的血浆可呈咖啡色,黄疸的血浆可呈绿色等。

(二)比重 人血比重随红细胞的多少及血浆蛋白浓度变化,正常值 1.050~1.060。

血浆比重主要由蛋白浓度决定,正常值 1.025~1.030。

(三)渗透压 血细胞和各种组织细胞的细胞膜都是生物半透膜,大分子物质(如高分子蛋白质)不能进入,而小分子物质(某些低分子蛋白质、肽类、氨基酸、糖类、晶体物质等)则能与细胞外液自由交换。细胞内外这些物质的交换,决定于渗透压,而渗透压决定于溶