

实用血液病学

SHIYONG XIEYEBINGXUE

(进 修 班 讲 义)

云 南 省 卫 生 局

实用血液病学

(进修班讲义)

一九七六年十二月

毛主席语录

要搞马克思主义，不要搞修正主义；要团结，不要分裂；要光明正大，不要搞阴谋诡计。

把医疗卫生工作的重点放到农村去。

古为今用，洋为中用。

参 加 编 写 单 位

上海第一医学院华山医院内科血液病组、中心实验室、

同位素室、检验科、放射科

上海第一医学院附属儿科医院

上海第一医学院病理教研组

昆明医学院第一附属医院检验科

昆明医学院第二附属医院内科

云南省第一人民医院内科、检验科

昆明市延安医院内科

云南省职业病防治所

前 言

遵照毛主席关于“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”的教导，为了促进我省血液病防治工作的进一步开展，于一九七四年，在上海第一医学院附属华山医院赴滇医疗队支持和协助下，我局组织了昆明医学院第一、二附属医院、省第一人民医院、昆明市延安医院等单位，举办了“血液病防治学习班”和“血液病临床检验学习班”，现将学习班讲义整理充实后汇编成册，定名为《实用血液病学》(进修班讲义)，供我省有关医疗卫生人员学习参考。

本讲义分三部分，共五十三章。第一部分为血液细胞学，系临床血液学的基础理论；第二部分为造血系统疾病，讨论各该疾病的诊断治疗问题；第三部分为实验室检查，供血液病化验员和临床医师参考应用。本书介绍了出血和贫血的中医辨证论治，每章中也尽可能介绍中西医结合或两法的防治措施。各章均以常见病及主要疾病为重点，对某些少见疾病或综合征群简要叙述，力求达到理论联系实际和切合实用的目的。

在资料汇编中，得到了上海第一医学院附属华山医院、儿科医院、病理学教研组，昆明医学院附属第一、二医院，云南省第一人民医院，昆明市延安医院及云南省职业病防治研究所等单位的大力支持，并请上海第一医学院附属华山医院内科血液病组对全书进行了审阅，在此特表谢意。

由于我们的政治思想和业务水平不高，参考资料有限，本书的缺点错误在所难免。务请广大工农兵和革命医务人员批评指正，提出宝贵意见。

实用血液病学

(进修班讲义)

目 录

第一部分	血液细胞的生化、功能和形态	1
第一章	血液细胞学总论	3
第一节	造血器官	3
第二节	血液细胞的生成	5
第三节	血液细胞生成的调节	8
第四节	血液细胞的组成及形态	9
第五节	血液细胞学的临床应用	14
第二章	粒细胞	15
第三章	淋巴细胞	22
第四章	单核细胞	25
第五章	红细胞	27
第六章	巨核细胞和血小板	35
第七章	浆细胞	38
第八章	网状细胞及其它细胞	41
第一节	网状细胞	41
第二节	在骨髓涂片中偶见的其它细胞	42
第二部分	造血系统疾病	45
第一章	造血系统疾病总论	47
第二章	出血和贫血的辨证论治	50
第一节	出血	50
第二节	贫血	51
第三章	白血病	54
第一节	概述	54
第二节	急性白血病	56
第三节	慢性白血病	82
第四节	少见和特殊类型的白血病	89
第五节	白血病前期	91
第四章	类白血病反应	93
第五章	白细胞减少症和粒细胞缺乏症	95
第六章	嗜酸粒细胞增多症	102

第七章	淋巴瘤	105
第八章	传染性单核细胞增多症	117
第九章	急性传染性淋巴细胞增多症	121
第十章	红细胞增多症	123
第十一章	贫血概论	125
第十二章	再生障碍性贫血	132
第十三章	单纯红细胞性再生障碍	139
第十四章	缺铁性贫血	142
第十五章	铁粒幼细胞性贫血	147
第十六章	巨幼红细胞性贫血	153
第十七章	溶血性贫血概论	159
第十八章	红细胞酶缺陷溶血性贫血	169
第一节	无氧糖酵解途径红细胞酶缺陷所致溶血性疾患	169
第二节	缺乏磷酸戊糖旁路或谷胱甘肽代谢所需酶的溶血性疾患	172
第十九章	与原发性红细胞膜缺陷有关的溶血性贫血	176
第一节	遗传性球形细胞增多症	176
第二节	遗传性椭圆形细胞增多症	177
第三节	口细胞增多症	178
第二十章	血红蛋白病	179
第一节	血红蛋白病概论	179
第二节	地中海贫血	184
第二十一章	阵发性睡眠性血红蛋白尿	189
第二十二章	自体免疫性溶血性贫血	195
第二十三章	继发性贫血	201
第二十四章	出血性疾病概论	207
第二十五章	过敏性紫癜	214
第二十六章	血小板减少性紫癜	219
第一节	概述	219
第二节	原因不明性(原发性)血小板减少性紫癜	222
第三节	继发性血小板减少性紫癜	224
第四节	遗传性血小板减少症	225
第五节	周期性血小板减少症	225
第六节	血栓性血小板减少性紫癜	225
第二十七章	血小板功能障碍性疾病	227
第二十八章	遗传性凝血机制障碍性疾病	230
第一节	血友病	230
第二节	遗传性凝血酶原、凝血因子V、Ⅶ及X缺乏症	236
第三节	遗传性纤维蛋白原缺乏症	237
第四节	遗传性因子Ⅲ缺乏症	237
第五节	遗传性凝血因子XⅢ缺乏症	238

第六节 血管性假血友病	238
第二十九章 获得性凝血机制障碍性疾病	240
第一节 获得性凝血酶原和因子Ⅶ、Ⅷ、X缺乏症	240
第二节 获得性纤维蛋白原缺乏症	243
第三节 获得性循环抗凝物质增多综合症	246
第四节 获得性因子XⅡ缺乏症	247
第三十章 弥漫性血管内凝血	248
第三十一章 骨髓瘤	256
第三十二章 网状内皮细胞增生症	261
第一节 组织细胞增生症	262
第二节 含脑苷脂网状内皮细胞病	264
第三节 含神经磷脂网状内皮细胞病	264
第三十三章 恶性网状细胞病	265
第三十四章 骨髓增殖性疾病	271
第一节 真性红细胞增多症	272
第二节 原发性血小板增多症	276
第三节 骨髓纤维化	279
第三十五章 脾机能亢进症	283
第三十六章 造血系统药物反应	286
第一节 药物性贫血	286
第二节 药物性粒细胞减少(或缺乏)症	291
第三节 药物与出血	293
第四节 血细胞增多症	297
第三部分 实验室检查	299
第一章 血细胞形态学的临床应用	301
第一节 血液涂片检查	301
第二节 骨髓涂片检查	302
第三节 淋巴结、脾等穿刺液涂片检查	308
第二章 组织化学染色	310
第三章 出血性疾病的实验室检查	320
第四章 溶血性贫血的实验室检查	334
第五章 血清铁及总铁结合力测定	345
第六章 血红蛋白病的实验室检查	347
第七章 造血系统疾病的X线诊断学	355
第八章 淋巴造影	366
第九章 放射性同位素在造血系统疾病中的应用	368
附录部分	375
第一章 遗传学的基本概念和遗传性疾病	375
第二章 淋巴细胞和免疫反应	381
第三章 输血反应	393

第一章 血液细胞学总论

第一部分 血液细胞的生化、功能和形态

近年来，由于有关科学技术的迅速发展，人们对血液细胞的研究日益深入，除传统的形态学、生理学、血液细胞学外，还出现了血液细胞化学、血液细胞免疫学、血液细胞遗传学、血液细胞病理学及血液细胞治疗学等。

以下将按细胞学血液学的情况，讨论血液细胞学的有关问题。

第一节 造血器官

造血器官是生成血液细胞的器官，它包括骨髓、脾脏、肝脏、淋巴结、胸腺及造血干细胞等。人体在不同的发育时期，其造血器官的分布是不相同的。

一、骨髓造血：人体在胚胎时期，血液细胞是在卵黄囊中生成，出生后，在骨髓、脾脏、淋巴结及造血干细胞中开始发育，形成了各种不同的血液细胞。



图1-1 胚胎期的主要造血器官

造血器官的分布，在人体发育过程中，骨髓造血是主要的造血器官，骨髓造血是造血干细胞在骨髓中增殖、分化、成熟的过程。骨髓造血是造血干细胞在骨髓中增殖、分化、成熟的过程。骨髓造血是造血干细胞在骨髓中增殖、分化、成熟的过程。

卷之四 詩集 卷之四 詩集 卷之四 詩集

第一章 血液细胞学总论

血液细胞是造血系统的重要组成部分。人体的血液细胞主要有红细胞、粒细胞、淋巴细胞、浆细胞、单核细胞及巨核细胞等成分。它们在一定的造血器官生成，分布于循环血液及其他组织，具有一定的形态结构和化学组成；在适当的条件下，不断地进行新陈代谢，以保证造血系统功能和正常生理活动。在病理情况下，不论是造血系统疾病或其他疾病，血液细胞的生成、形态或功能都可能发生一定的变化；尤其是造血系统疾病，其改变将更为明显。因此，研究造血系统疾病，必需对血液细胞的生成、形态结构、化学组成及其功能进行深入了解。

近年来，由于有关科学技术的迅速发展，进一步推动了对血液细胞的观察研究，使之成为专门的学科，即血液细胞学。血液细胞学主要包括：血液细胞形态学、血液细胞生化学、血液细胞生理学、血液细胞免疫学、血液细胞遗传学及血液细胞动力学等。

以下将根据临床血液学的需要，讨论血液细胞学的有关问题。

第一节 造血器官

造血器官是生成血液细胞的器官。它起源于中胚层，主要包括骨髓、胸腺、淋巴结、肝脏及脾脏等器官中的造血组织。人体在不同的发育时期，其主要造血器官也不相同。

一、胚胎时期的造血器官：人体在胚胎时期，血液细胞首先在卵黄囊出现；随之，见于肝脾；最后，在骨髓、胸腺及淋巴结等组织中开始造血活动，形成了三个不同的造血期（见图 1-1）：

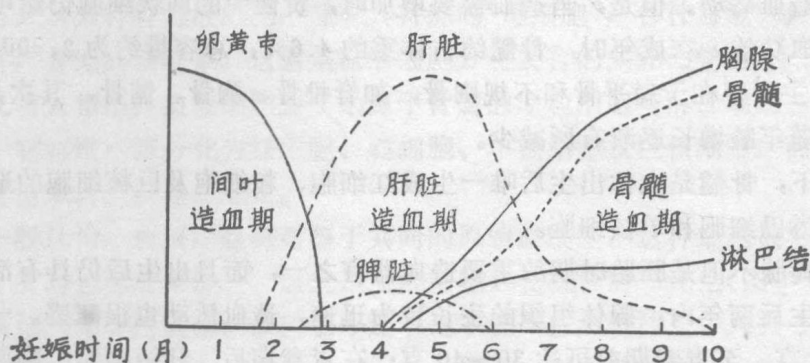


图1-1 胚胎期的主要造血器官

（一）间叶造血期：在人胚胎发育的第三周，卵黄囊壁内的间叶组织细胞增殖聚集成团，并产生早期的血液细胞；此间叶组织细胞团即称为血岛。血岛最初是一实体，以后才逐渐形成空腔，腔缘的组织细胞又进一步分化为内皮细胞，最后形成血管壁；腔内的游离细胞

则进一步分化为血原细胞。此时，血原细胞仅分化为初级的原红细胞，形态与巨幼红细胞相似。在胚胎第六周以后，方见正常幼红细胞出现，并有少数成熟红细胞生成，但仍有约50%的血液细胞为巨幼红细胞。由于此时血液细胞生成于卵黄囊的间叶组织，所以被称为间叶造血期。

(二)肝脏(脾脏)造血期：自胚胎的第六周起，肝脏开始形成，其网状内皮细胞分化为初级幼红细胞；继之，可见正常幼红细胞及成熟红细胞生成。与此同时卵黄囊开始萎缩，造血活动逐渐为肝脏代替。至胚胎的第二个月，肝脏开始出现造粒细胞组织，第四个月粒细胞生成迅速增加，并有巨核细胞出现。此时肝脏的造血活动甚为活跃，称为肝脏造血期。

此时期内，至胚胎的第三个月，脾脏也开始出现造血组织，有红细胞、粒细胞、淋巴细胞及单核细胞生成。至第五个月，造红细胞及粒细胞的活动减少，以后逐渐消失；而造淋巴细胞及单核细胞活动则维持终身。

(三)骨髓造血期：从胚胎的第四个月起，胎儿开始出现骨髓造血组织；首先仅见粒细胞生成，至第五个月肝脏造血功能逐渐减退后，方见造红细胞及巨核细胞的活动，并逐渐成为造红细胞、粒细胞及巨核细胞的主要器官。在骨髓造血的同时，胸腺及淋巴结也开始造血活动。

胸腺是一个重要的造血器官。在胚胎发育过程中，是从第三及第四咽囊演变而来，从胚胎的第四个月起，开始生成淋巴细胞，至出生后仍保持非常活跃的造血功能。目前已经证实，胸腺的淋巴样干细胞并不直接来源于胸腺，而是由骨髓造血组织供给。

淋巴结的造血活动，也是从胚胎的第四个月开始的，主要生成淋巴细胞及浆细胞，早期也参与造红细胞活动。

二、出生后的造血器官：人体出生后，在胚胎晚期的主要造血组织仍然具有活跃的造血功能，但随着生长发育，造血组织的分布及功能将发生显著的改变。现将各器官造血活动的变化分述如下：

(一)骨髓：骨髓是长骨骨髓腔及骨松质间隙内所含髓质的总称。在婴幼儿时期，骨髓几乎全部都是具有造血功能的红髓。随着年龄的增长，在长骨中的红髓就逐渐被脂肪组织代替而变为黄髓，停止造血活动。但是，当造血需要增加时，黄髓中的网状细胞仍然可以分化为血原细胞，恢复造血功能。在成年时，骨髓约占体重的4.6%，总容量约为2,000毫升，其中红髓只占50%，主要存在于扁平骨和不规则骨，如脊椎骨、胸骨、髌骨，其次是长骨的近端。之后，红髓随年龄增长逐渐有所减少。

在生理情况下，骨髓是人体出生后唯一生成红细胞、粒细胞及巨核细胞的造血器官，同时也生成大量的淋巴细胞和单核细胞。

(二)胸腺：胸腺不但是胚胎时期的重要造血器官之一，而且出生后仍具有活跃的造血功能；特别在出生后两年内，腺体组织的生长较为迅速，造血活动也很旺盛。一般在出生时胸腺重约10~15克，至青春期前可达30~40克；在青春期后，开始萎缩，胸腺小体生成减少，造血活动逐渐消失；至老年，胸腺仅重约10~15克，胸腺小体多已钙化。

胸腺是产生淋巴细胞的重要器官，因为它具有维持外周淋巴器官正常发育的功能，所以被称为中央淋巴器官。实验证明，它能分泌胸腺激素，诱导淋巴样干细胞分化和生成免疫淋巴细胞，即胸腺依赖的淋巴细胞。

(三)淋巴组织：包括淋巴结、脾脏、扁桃体以及小肠、阑尾、呼吸道等粘膜下的淋巴组织。由于这些淋巴组织的造血活动直接受中央淋巴器官的控制，故被称为外周淋巴器官。

淋巴组织属于网状组织，它包含着各种游离细胞，其中以淋巴细胞为主，其次是网状细胞。网状细胞以网状纤维为支架而固着，按其性质可分为未分化的原始网状细胞及具有显著吞噬能力的吞噬性网状细胞两种。原始网状细胞能分化为原淋巴细胞并进而发育成熟为小淋巴细胞。所以淋巴组织是产生淋巴细胞的重要器官。

(四)网状内皮组织：网状内皮组织是分散于各种器官的一系列特殊散在的组织。这些组织在形态上都是以相互连结成网状的网状纤维为支架，主要的细胞成分——网状细胞固着其上；在功能上大都具有吞噬及固定染料的能力。这样就构成了一个统一的系统，称为网状内皮系统。

网状内皮系统中的网状细胞可以分化为吞噬性网状细胞，进而又分化为固定吞噬性网状细胞。血中单核细胞，自骨髓生成后进入网状组织，成为组织细胞。在一定条件下，可转化为具有强大吞噬活力的游离巨噬细胞，形成所谓单核细胞-巨噬细胞系统。

第二节 血液细胞的生成

血液细胞生成于造血器官。在适当的条件下，造血器官内的原始网状细胞可能分化、增殖、发育成熟为各种血液细胞。以下将血液细胞的分化及命名，血液细胞的增殖及血液细胞生成的调节等问题，作一简要的介绍。

一、血液细胞的分化及命名：细胞的分化是指细胞的一般结构及其潜在功能的转变；即未分化细胞在一定的条件下，不仅其形态结构可以发生一定的转变，而且还可以表现出某种特殊的功能。这种转变称为细胞的分化。未分化细胞，其发育方向未定，它将转变为可能转变的各种细胞。已分化的细胞，发育方向已定，在适当的条件下即发育成一定的细胞；若环境不利，则发育停止，但绝不会重新分化而改变发育方向。

血液细胞是从中胚层未分化的原始细胞转变而来。首先，中胚层的原始细胞分化为网状细胞，进而再分化为最早期的血液细胞，即原血细胞，这已为血液学家普遍公认。但是在细胞分化过程中的个别环节上，意见颇有分歧。

最初，有人认为各种血液细胞，都有其特殊的“母细胞”，各种血液“母细胞”之间，除通过结缔组织外，并无其他联系。这就是血液细胞分化发育的多元论学说。

之后，又有人指出：血液细胞主要来源于骨髓的原粒细胞与淋巴细胞，前者是骨髓特有的实质细胞，它将进一步分化为红细胞、粒细胞、单核细胞及巨核细胞；而淋巴细胞则由原淋巴细胞发育而来。这就是二元论。

近来，一般认为，血液细胞都起源于共同的原始血细胞，这种细胞被称为原血细胞或原血组织细胞，有时也称为干细胞。这就是血液细胞分化发育的一元论(图 1-2)

关于血液细胞分化的问题，虽然至今还争论不已，但是目前更令人关心的却是原始网状细胞分化的原因何在？尽管人们对此知之不多，但是它对于造血系统疾病的病因探讨和某些血液病彼此之间的关系，都密切有关，因此是一个应予重视的问题。我们相信随着骨髓细胞培养技术的不断发展，细胞化学研究水平的逐步提高，问题的解决，势将必然。

血液细胞经分化发育后，其种类繁多，为便于进行研究，就必需给各种血液细胞冠以适当的名称。但是，目前世界各国，对于血液细胞的命名尚未统一，这就给血液学工作造成了极大的不便。我国在 1960 年 4 月全国血液学工作座谈会上，提出了一个血液细胞命名的建议，经多年来的实践证明，这是一个既适合我国文字特点，又简单合理的命名方案。现列

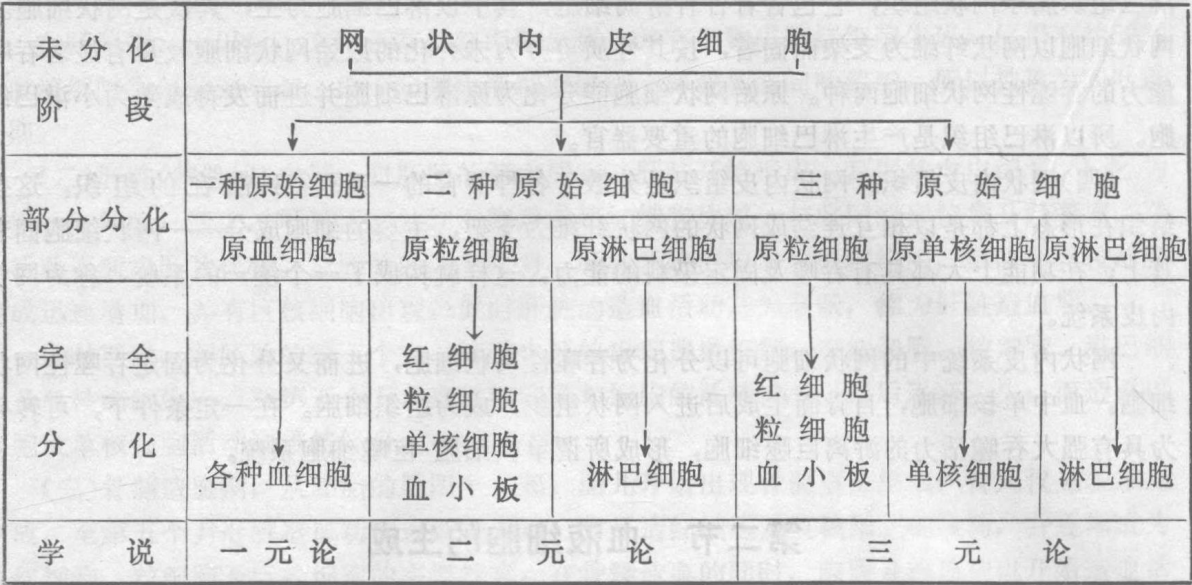


图 1-2 血液细胞发育的各种理论

图 1-3 如下：

二、血液细胞的增殖：血液细胞和其他细胞一样,是通过分裂的方式进行增殖的。但是,只有幼稚细胞才有分裂的能力,待发育成熟到一定的阶段后,就不再增殖了。一般细胞分裂的形式有两种：

(一)有丝分裂(间接分裂)：细胞在分裂过程中,经过核膜消失,细胞器及包涵体暂时隐匿,核染质聚集为染色体,染色体均分为二等一系列的变化,最后增殖为两个新的子细胞。由于在细胞分裂时,有特殊的丝状体出现,故称为有丝分裂。为了便于研究观察,一般将其分裂过程分为四个时期：

1. 前期(单丝球期)：细胞开始分裂时,胞体变成球形,胞核膨大,核染色质聚集成柱状的染色体,核膜及核小体消失,形如丝球。细胞浆染色变浅,细胞器及包涵物暂时隐匿,中心体显示。
2. 中期(单星状期)：中心体开始分裂,之后逐渐趋向细胞两极,其间连有丝状体,形如纺锤,称为纺锤体。细胞核染色体排列似星状,在纺锤体中部的平面——赤道板上。
3. 后期(双星状期)：每一染色体均匀分裂为二,丝状体收缩,使分裂后的染色体随中心体趋向细胞两端,分别排列为两个星状。细胞浆中间开始收缩。
4. 末期(双丝球期)：趋于细胞两端的染色体开始聚集为丝球状,进而分散为染色质,形成子细胞核。最后胞浆分开,细胞分裂为二。

有丝分裂是血液细胞增殖的主要形式。在生理情况下它仅见于造血组织,不出现在循环血液。正常骨髓中,以幼红细胞的有丝分裂较为多见,约占有核细胞总数的0.5~1%；粒细胞的有丝分裂较少,约占0.1~0.2%。有丝分裂细胞在造血组织中的数量,可以反映其增殖的程度和状态。

(二)无丝分裂(直接分裂)：这种细胞分裂过程中的表现形式比较简单,通常为细胞核收缩横缢为二,随之胞浆分开,直接形成两个子细胞。根据观察所见,细胞核的分裂始于核小

体，即核小体首先开始分开，然后细胞核表面出现收缩，随之逐渐加深而横缢为二。

这种分裂方式多见于高度分化的组织细胞，如肾脏、肾上腺及肝脏的实质细胞。有人认为淋巴细胞、浆细胞及原红细胞也可以呈现无丝分裂。此外，无丝分裂也见于恶性肿瘤细胞。

应当指出，细胞分裂是细胞增殖的一种形式，它并不是一种孤立的状态，而是与细胞代谢活动密切相联系的。根据细胞增殖动力学的研究证明：在分裂前，细胞将进行一系列的代谢活动，为细胞分裂作好了必需的物质准备。以后又通过分裂的形式完成了细胞的增殖。因此，细胞在两次分裂之间，并不是静止的，而仍然是一个连续不断的代谢的过程（参见“白血病”章内有关化学治疗部分）。

第三节 血液细胞生成的调节

为保证造血系统功能的正常，稳定血液细胞成份是必要的。为此就必须依靠血液细胞的新生和破坏两种相反过程的动态平衡来维持；其中血液细胞生成的调节是主要的方面。在此，仅就血液细胞生成调节的几个问题分述如下：

一、神经系统的调节作用：神经系统对血液细胞的生成具有重要的调节作用。

实验证明当动物摘出大脑半球后，不论是局部或全部，也不论是一侧或两侧，对血液细胞的数量和质量都有明显的影响。这种影响不仅表现在血液细胞分配过程的变化，而且还影响到血液细胞的破坏和生成。

很多学者还注意到间脑，特别是丘脑下部对血液细胞成份的影响，因此，认为丘脑下部可能存在着调节血液细胞生成的中枢。

此外植物神经系统对血液细胞的调节作用也可以认为是肯定的。它可以通过对血液的分配，影响血液细胞的生成和抑制过程来调节血液中的细胞成份。

还有人发现骨髓内的血管由丰富的交感神经纤维和传入神经纤维所支配，而且在骨髓的实质中，也有神经纤维的分布。另外，在机能上也证明骨髓的造血活动直接受到了神经系统的影响。

至于神经系统对各种血液细胞的具体调节作用，在以下各节中再加以叙述。

二、内分泌的调节作用：目前，已经有大量的实验资料证明脑垂体、甲状腺、肾上腺及性腺的内分泌激素能影响血液细胞的生成，但并不能肯定为特殊的调节因素。

（一）脑垂体：垂体与血细胞的生成密切相关，甚至有人认为垂体含有调节红细胞生成的特殊激素。

去垂体动物，在手术后10~15天出现贫血，血红蛋白减少30%，铁利用率明显下降，蛋白质合成障碍，对缺氧的敏感性降低。有人认为，这是由于缺乏促甲状腺素，促肾上腺皮质激素及生长激素所致，并非垂体激素对造血作用的特异影响。可是，也有人报告：从羊垂体中获得了一种特殊的红细胞生成素，并通过动物实验证实即使没有肾上腺与甲状腺，它仍能引起红细胞增生的反应。尽管这些资料尚未得到普遍的证实，但至少初步证明了垂体与红细胞生成相关。

此外，垂体激素对白细胞的生成亦有显著的作用，但对外周血液中的血小板一般没有明显的影响。

（二）甲状腺：甲状腺具有微弱的刺激造血功能的作用，甲状腺机能不足的病人及切除

甲状腺的动物都可以发生贫血，但是一般甲状腺机能亢进者并不引起红细胞增多，仅表现中性粒细胞减少及淋巴细胞增多，且与疾病的严重程度有关。

(三)肾上腺：肾上腺皮质激素对于血细胞生成和分布的影响，不论在动物实验或临床观察方面都获得了肯定的结论。切除动物的肾上腺皮质，可产生轻度的贫血，同时引起淋巴细胞及嗜酸粒细胞增多。肾上腺皮质机能减退的病人也常常具有同样的周围血象。肾上腺皮质机能亢进者可出现红细胞增多。

(四)性腺：实验及临床观察资料表明，雄性激素具有明显的刺激红细胞增生的作用。乳癌患者长期接受雄性激素的治疗后，多数均有骨髓幼红细胞的生成机能增强，血液红细胞增多。雄性动物去势后可以出现轻度贫血。

总之，脑垂体、肾上腺、甲状腺及雄性腺所分泌的激素，对血液细胞的生成都有明显的影响，特别是对红细胞生成的影响更为肯定，对白细胞的生成及释放调节也不断地获得证明。

三、血细胞生成素的调节作用：通过动物实验及临床观察，发现有调节红细胞、粒细胞及血小板生成的因子，其中较早证实的是红细胞生成刺激素（以下简称ESF），并已进行了比较广泛深入的研究。继之，对白细胞及血小板生成素存在的问题也初步得到证实。

ESF可能产生于肾脏输入与输出小动脉附近的肾小球旁器。在贫血或缺氧的时候，肾脏血管收缩，肾血流量减少，从而刺激了肾小球旁器，使ESF生成增多，以刺激骨髓造血组织，产生更多的红细胞。此外，它还可能促进幼红细胞的增殖、成熟与释放。但是，究竟是肾小球直接产生ESF，还是产生一种酶，使原来在血液中非活动状态的ESF激活，目前还不清楚。

与白细胞生成有关的因子，被初步证实的有白细胞增多促进因子（以下简称LPF），又称为粒细胞释放因子（以下简称GEF）以及淋巴细胞生成刺激因子（以下简称LSF）。

LPF的主要作用在于促进粒细胞的释放。据推测，这种因子可能是衰老细胞释放出来的一种物质。当此种因子促使粒细胞释出后，将使造血组织出现被动的粒细胞增生现象，所以LPF也间接地具有刺激粒细胞生成的作用。

LSF被认为对淋巴细胞的生成具有特殊的刺激作用，是一种胸腺组织的提出物。至于此种物质如何刺激淋巴细胞的生成，目前尚无定论。

关于血小板刺激因子（以下简称PSF）的问题，也曾有临床病例报告证实其存在。经研究证明这种因子存在正常血浆内，经库血贮存或经冰冻处理，皆不被破坏。PSF具有刺激巨核细胞成熟及血小板生成的作用。缺乏这种因子，能引起血小板减少。

从上述资料来看，似乎各种血液细胞都具有一定的调节因子，但有些实验观察证明它们彼此间又是密切相关的。据报告：将真性红细胞增多症患者的酸化血浆滤液注入动物体内，可以引起三种血细胞增多；苯肼所致贫血的家兔血浆，给大白鼠腹腔内注射或喂饲，可以引起白细胞及血小板增多；临床观察急性失血性贫血患者，可见白细胞和血小板增多。凡此说明调节血液细胞生成的因子可能并没有特异性。但是也有人假设红细胞的前身可以优先地、有选择性地利用血细胞生成因子；因此，当血细胞生成因子释放增多时，红细胞的增生反应较其它系列为明显。

第四节 血液细胞的组成及形态

血液细胞的形态结构决定于其生化组成成份。所以细胞形态学的改变与细胞化学的变化