

图书在版编目 (CIP) 数据

血液学现代理论与临床实践 / 林宝爵, 阮长耿主编.

北京: 北京出版社, 1997

ISBN 7-200-03122-4

I. 血… II. ①林… ②阮… III. ①血液学-研究 ②血液检查-临床应用 IV. R446. 11

中国版本图书馆CIP数据核字 (96) 第 21638 号

血液学现代理论与临床实践

XUEYEXUE XIANDAI LILUN YU LINCHUANG SHIJIAN

*

北 京 出 版 社 出 版

(北京北三环中路6号)

邮政编码: 100011

北 京 出 版 社 总 发 行

新华书店北京发行所经销

北京第二新华印刷厂印刷

*

797 × 1092 毫米 16 开本 28 印张 628 000 字

1998 年 1 月第 1 版 1998 年 1 月第 1 次印刷

印数 1 - 3 000

ISBN 7-200-03122-4/R · 148

定价: (精): 51.00 元

主 编

林宝爵 阮长耿

副 主 编

(按姓氏笔划为序)

王兆钺 邵景章 顾庆礼
夏学鸣 陶瑞芳 薛永权

参加编写人员

(按姓氏笔划为序)

万海英	王 玮	毛玉文	王兆钺	过 宇
阮长耿	许昌韶	孙爱宁	朱婉莹	刘征辉
陈 忠	陈子兴	邹正辉	陆定伟	岑建农
李建勇	李震宇	邵景章	吴德沛	张 日
金正明	林发榕	林宝爵	周 晋*	周有宁
姚锡珍	徐中和	郭玉华	顾庆礼	夏学鸣
陶瑞芳	常伟荣	程大卫	彭大恩	董慎安
虞 斐	薛永权			

* 当时在苏州医学院攻读博士学位。

前 言

本书分为四个部分,分别介绍造血系统疾病的现代基础知识与临床实践。第一部分介绍造血功能的基础知识;第二部分介绍血液病的病因、发病机理、临床表现、诊断、治疗、预后及其重要进展;第三部分介绍常用的诊疗技术;第四部分扼要介绍常用的实验室检查。

本书第二部分在血液病中,仿 Williams 等所编的血液学,设有干细胞疾病一编,共九章,介绍干细胞的分类与髓系干细胞的疾病。又考虑到在基层医院,内儿科可能没有分设,特邀儿科血液病老专家彭大恩教授写了小儿血液病二章等,主要介绍了围产期的失血性贫血、新生儿母婴血型不合溶血病以及类脂质沉积病等。

随着诊断技术的进展,血液病的诊断已由细胞形态学、生物化学、放射学的方法进展到联合应用细胞免疫学、细胞遗传学、细胞与分子生物学及核医学的方法等。随着治疗技术的更新,血液病的治疗也由输血、药物、手术及放射治疗进展到联合应用成分输血、新药、静脉置管、干细胞移植、生物因子及放射学核素等。此外,本书中还提到了血液病的基因改变与基因治疗策略的研究等。这些内容大多由留学归来的专家们所写。

本书主要由苏州医学院附属第一医院与江苏省血液研究所的血液专业的专家及医师等编写而成。本书可供广大的内科中青年医师,尤其是血液专业的中青年医师阅读或参考,也可供市县医院检验科的中青年技术人员,与血液研究单位的中青年研究人员阅读或参考。

本书的编写偏重于基础知识与临床实用,文字尽量做到扼要、明瞭,并有一定的图表以及 90 年代的文献资料。

最后,由于时间匆促,编写与审校可能还有疏漏,欢迎读者来函指正或提出问题进行商榷,谢谢。

苏州医学院附属第一医院、江苏省血液研究所

林宝爵 阮长耿

1997 年 1 月

目 录

第一部分 造血

- 第一章 造血组织 (3)
- 第二章 干细胞与细胞生长调节因子 (7)
- 第三章 血细胞的功能与寿命 (11)

第二部分 血液病

第一编 干细胞疾病

- 第四章 干细胞疾病的分类 (19)
- 第五章 再生障碍性贫血 (23)
- 第六章 骨髓增生异常综合征 (30)
- 第七章 阵发性睡眠性血红蛋白尿 (35)
- 第八章 真性红细胞增多症 (39)
- 第九章 急性髓细胞白血病 (44)
- 第十章 慢性粒细胞白血病 (51)
- 第十一章 原发性骨髓纤维化 (56)
- 第十二章 原发性血小板增多症 (60)

第二编 红细胞疾病

- 第十三章 贫血概述 (64)
- 第十四章 缺铁性贫血 (70)
- 第十五章 大红细胞性贫血 (75)
- 第十六章 溶血性贫血 (81)
 - 第一节 概述 (81)
 - 第二节 异形红细胞所致的溶血性贫血 (84)
 - 第三节 酶缺乏所致的溶血性贫血 (86)
 - 第四节 血红蛋白病及地中海贫血 (90)
 - 第五节 自身免疫性溶血性贫血 (95)
 - 第六节 其它溶血性贫血 (99)
- 第十七章 其它种贫血 (103)
 - 第一节 单纯红细胞再生障碍 (103)

第二节	慢性疾病的贫血	(105)
第三节	慢性肾功能衰竭的贫血	(107)
第四节	内分泌病的贫血	(110)
第五节	骨髓浸润性贫血	(112)
第六节	铁粒幼细胞性贫血	(114)

第三编 白细胞疾病

第十八章	急性淋巴细胞白血病	(118)
第十九章	慢性淋巴细胞白血病	(125)
第二十章	毛细胞白血病	(130)
第二十一章	淋巴瘤	(134)
第一节	霍奇金病	(134)
第二节	非霍奇金淋巴瘤	(138)
第二十二章	组织细胞增生症	(144)
第一节	炎症性组织细胞增生症	(144)
第二节	恶性组织细胞增生症	(146)
第三节	组织细胞增生症 X	(148)
第二十三章	类脂质沉积病	(154)
第一节	Gaucher 病	(154)
第二节	Niemann-Pick 病	(156)
第二十四章	骨髓瘤与其它浆细胞病	(159)
第一节	多发性骨髓瘤	(159)
第二节	其它浆细胞病	(164)
第二十五章	类白血病反应	(169)
第二十六章	白细胞减少状态	(173)
第二十七章	急性粒细胞缺乏症	(178)
第二十八章	嗜酸粒细胞增多症	(184)
第二十九章	良性淋巴细胞增多症	(189)
第一节	传染性单核细胞增多症	(189)
第二节	传染性淋巴细胞增多症	(192)
第三十章	脾功能亢进	(195)

第四编 止血性疾病

第三十一章	出血性疾病	(200)
第一节	正常止血机制	(200)
第二节	出血性疾病的分类	(205)

第三节 出血性疾病的诊断	(207)
第三十二章 血管病变所致止血异常	(215)
第一节 遗传性出血性毛细血管扩张症	(215)
第二节 过敏性紫癜	(217)
第三十三章 先天性凝血因子缺乏或异常所致出血症	(222)
第一节 血友病类出血性疾病	(222)
第二节 其它凝血因子缺乏或异常	(226)
第三节 血管性血友病	(229)
第三十四章 获得性凝血异常	(234)
第一节 维生素K依赖性凝血因子缺乏	(234)
第二节 肝脏疾病的凝血异常	(236)
第三节 病理性凝血抑制物	(239)
第三十五章 弥漫性血管内凝血与纤维蛋白溶解症	(243)
第三十六章 血小板减少所致的止血异常	(249)
第一节 原发性血小板减少性紫癜	(249)
第二节 继发性血小板减少性紫癜	(252)
第三节 血栓性血小板减少性紫癜	(253)
第三十七章 血小板功能缺陷所致的止血异常	(257)
第一节 血小板无力症	(257)
第二节 其它血小板功能缺陷性疾病	(260)
第三十八章 血栓形成	(264)
第一节 血栓形成的病理机制	(264)
第二节 抗血栓治疗	(266)

第五编 其它

第三十九章 小儿血液病	(270)
第一节 围产期的失血性贫血	(271)
第二节 新生儿母婴血型不合溶血病 (新生儿溶血病 HDN)	(273)
第三节 新生儿及未成熟儿生理性贫血	(276)
第四节 小儿营养性缺铁性贫血	(277)
第四十章 免疫细胞	(282)
第四十一章 恶性血液病的染色体异常	(290)
第一节 慢性粒细胞白血病	(290)
第二节 慢性淋巴细胞白血病	(291)
第三节 急性非淋巴细胞白血病	(292)

- 第四节 急性淋巴细胞白血病 (293)
- 第五节 恶性血液病核型分析的临床和生物学意义 (294)

第三部分 诊疗技术

- 第四十二章 骨髓穿刺与活检 (299)
- 第四十三章 中心静脉置管与静脉全营养 (303)
- 第一节 锁骨下静脉长期插管 (303)
- 第二节 静脉全营养 (304)
- 第四十四章 白血病的药敏与耐药 (307)
- 第一节 白血病的药敏检测 (307)
- 第二节 白血病的耐药研究 (309)
- 第四十五章 白血病的基因改变和基因治疗策略的研究 (313)
- 第四十六章 血型与输血 (319)
- 第一节 总论 (319)
- 第二节 ABO 血型 (321)
- 第三节 Rh 血型 (323)
- 第四节 人类白细胞抗原 (325)
- 第五节 输血的不良反应 (329)
- 第四十七章 成分输血与血浆置换 (334)
- 第一节 成分输血 (337)
- 第二节 血浆置换 (341)
- 第四十八章 造血干细胞移植 (341)
- 第一节 异体干细胞移植 (341)
- 第二节 自体干细胞移植 (347)
- 第四十九章 造血生长因子的临床应用 (353)
- 第五十章 放射性核素在血液学的应用 (357)
- 第一节 血容量测定 (357)
- 第二节 红细胞寿命测定 (359)
- 第三节 脾功能测定 (360)
- 第四节 脾显像 (362)
- 第五节 骨髓显像 (363)
- 第六节 放射免疫分析在血液系统中的应用 (366)
- 第七节 ^{32}P 治疗血液病 (367)
- 第五十一章 血液病的放射治疗 (371)
- 第一节 白血病 (371)
- 第二节 淋巴瘤 (373)

第三节 浆细胞肿瘤	(376)
第四节 组织细胞增生症 X	(377)

第四部分 实验室检查

第五十二章 血液、骨髓细胞形态学	(381)
第五十三章 常用细胞化学染色的临床意义	(393)
第五十四章 淋巴细胞的免疫标记	(397)
第五十五章 染色体的检查	(403)
第五十六章 血细胞的超微结构	(407)
第一节 血液和骨髓标本的超薄切片技术	(407)
第二节 各系血细胞的超微结构	(407)
第三节 白血病细胞的超微结构	(409)
第五十七章 造血祖细胞培养	(413)
第一节 红系祖细胞培养	(413)
第二节 粒-巨噬系祖细胞培养	(414)
第三节 巨核系祖细胞培养	(416)
第五十八章 溶血性疾病的实验室检查	(420)
第五十九章 出血性疾病的实验室检查	(425)
第六十章 其它检查	(432)

本书常用医学略语

英文略语	中文略语	中文名词或病名
AA	再障	再生障碍性贫血
ABMT		自体骨髓移植
AL	急白	急性白血病
ALL	急淋	急性淋巴细胞白血病
AML		急性髓细胞性白血病
AMML	急粒单	急性粒-单核细胞白血病
ANLL	急非淋	急性非淋巴细胞白血病
APL	早幼粒	急性早幼粒细胞白血病
ATP		三磷酸腺苷
BFU-E		红细胞系爆裂形成单位
BMT		骨髓移植
cAMP		环-磷酸腺苷
CCNSA		细胞周期非特异性药物
CCSA		细胞周期特异性药物
CFU-C、CFU-GM		粒-单核细胞系集落形成单位
CFU-E		红细胞系集落形成单位
CFU-MK		巨核细胞系集落形成单位
CFU-S		脾集落形成单位
CGL	慢粒	慢性粒细胞白血病
CLL	慢淋	慢性淋巴细胞白血病
CR		完全缓解
CSF		集落刺激因子
^{14}C -UP		碳-14 标记尿嘧啶核苷
DIC		弥漫性血管内凝血
DNA		脱氧核糖核酸
EL	红白	红白血病
EPO		促红细胞生成素
G-CSF		粒细胞集落刺激因子
GM-CSF		粒-单细胞集落刺激因子
G6PD		葡萄糖-6-磷酸脱氢酶
GVHR		移植物抗宿主反应
GVHD		移植物抗宿主病

HA	溶贫	溶血性贫血
HD		霍奇金病
HL		组织细胞淋巴瘤
HLA		组织相容性抗原
$^3\text{H-TdR}$		氚标记胸腺嘧啶脱氧核苷
HVGR		宿主抗移植反应
LLPD		淋巴细胞淋巴瘤, 分化不良
LLWD		淋巴细胞淋巴瘤, 分化良好
LS		淋巴瘤
MDS		骨髓增生异常综合征
ML		混合细胞淋巴瘤
mRNA		信使核糖核酸
NHL		非霍奇金淋巴瘤
NR		未缓解
PHA		植物血球凝集素
PNH		阵发性睡眠性血红蛋白尿
PR		部分缓解
RBC		红细胞
RCS		网状细胞肉瘤
RNA		核糖核酸
$T \frac{1}{2}$		半存期
UL		未分化细胞淋巴瘤
WBC		白细胞
	脾亢	脾机能亢进

第一部分

造血

第一章 造血组织

造血组织是指生成血细胞的组织，它包括骨髓、胸腺、淋巴结、肝脏、脾脏、胚胎及胎儿的造血组织。

一、骨髓

骨髓封闭在骨髓腔内，外观呈海绵状、胶状并含有脂肪组织。骨髓分为红髓（造血细胞）和黄髓（脂肪细胞）两部分。初生时，红髓充满在全身的骨髓腔，随着年龄的增长，部分红髓逐渐转变为黄髓。成年人，仅肱骨与股骨的骨髓、脊椎、胸骨、肋骨、骨盆、肩胛、颅骨仍为红髓。骨髓的主要结构由结缔组织、血管、造血组织（造血细胞）、神经等组成。

（一）骨髓的血管

骨髓中含有丰富的血管。营养动脉进入骨质后，在骨髓腔中分成许多小动脉分支，然后构成毛细血管网。有些毛细血管与血窦相连接，形成一个复杂的网状结构再汇合成小静脉，最后进入中央静脉，中央静脉与营养动脉相伴而行，穿过营养孔出骨髓腔。骨髓的血管系统中，血窦（静脉窦）是一种特殊结构，它不但数量多，更重要的是血窦与造血细胞之间的关系极为密切。血窦是一个较大的薄壁血管，通常由三至四个血窦集成为一个网状结构体。完整的血窦具有连续的内皮细胞，甚至只有单层内皮细胞作为屏障，这种独特的结构既有利于血窦内外的物质交换，同时也是调控成熟血细胞释放的枢纽。有造血活性的骨髓腔中，脂肪细胞较少，而在黄髓中，血窦少见，几乎全是脂肪细胞。

（二）骨髓的实质细胞

在骨髓腔的网状基质中，血窦与血窦之间充满实质细胞（造血细胞），其中有红系、粒系及巨核系细胞。在骨髓中各阶段的幼稚红细胞成群存在，其中心为1~2个巨噬细胞，两者共称为红细胞造血岛（即一个克隆）。造血岛常常位于血窦附近。巨噬细胞又称“保姆”细胞，它能释放促红细胞分化的物质，有刺激细胞分化的作用。幼稚红细胞逐渐成熟，脱核，成为网织红细胞，网织红细胞可以运动，通过血窦壁进入血流。粒细胞造血岛在造血索的中央，离血窦较远。细胞逐步成熟后，通过运动，移向血窦，伸出伪足穿过内皮细胞胞浆进入血流。巨核细胞紧贴在血窦壁上，巨核细胞胞浆的周边部分可通过窦壁伸入窦内，而血小板可脱离巨核细胞胞浆后直接进入血流。单核细胞分散在造血细胞之间。此外，骨髓内还有分散分布的淋巴小结，5%的淋巴小结具有生发中心，其中有淋巴细胞、浆细胞、网状细胞及组织嗜碱细胞，也可通过血窦进入血流。

（三）骨髓的神经

抽骨髓时,病人感疼痛,证明骨髓中有丰富的神经纤维。骨髓的神经来自脊神经,在进入骨髓腔之前分出许多分支至骨膜,并和动脉共同自营养孔进入骨髓腔,再与营养动脉平行分布于骨髓腔。骨髓神经主要分为血管运动神经以及传入神经。骨髓的全部动脉都有神经纤维束伴行,其分支缠绕动脉壁成网状。每一条神经纤维束含有很多神经纤维,这些神经纤维可终止于动脉平滑肌纤维、毛细血管及血窦的内皮细胞。神经还对骨髓造血起调节作用。

二、脾脏

脾脏是由结缔组织、淋巴组织、血管、淋巴管以及造血与单核—巨噬细胞系统的细胞所组成。脾脏分白髓和红髓两部分。白髓是散布在红髓中许多灰白色的小结节,它由淋巴组织构成,是T淋巴细胞主要分布区。白髓内血循环丰富。脾中央动脉周围有大量淋巴鞘,淋巴鞘内有许多淋巴细胞及浆细胞。血液中的抗原物质经过小动脉、毛细血管与淋巴鞘内的淋巴细胞及浆细胞接触,受刺激后生成更多免疫活性细胞。白髓中的脾小结中心称为生发中心,内有分化增殖的B细胞可产生相应抗体。脾脏的切面大部分呈暗红色称为红髓。红髓由脾血窦和脾索构成。脾血窦窦壁由内皮细胞、基底膜及外膜组成,细胞之间有基膜小孔。血窦与血窦之间的组织为脾索。脾索是由一层网状细胞和内皮巨噬细胞组成。巨噬细胞有活跃吞噬作用。脾中央动脉在红髓内分为许多互不相连的细小笔毛样分支,少数与血窦相通(闭锁循环)、多数直接开放入脾索(开放循环),血细胞可通过两种循环到达脾静脉。如果通过闭锁循环,血流缓慢。

白髓与红髓之间尚有过渡区域,称边缘区。它是红髓接受动脉血的地方,血细胞及其他物质首先在此接触脾实质。

脾脏具有阻留血细胞(如衰老红细胞)、产生抗体、贮存血液以及参与血细胞的生存与调节等作用。

三、淋巴组织

淋巴器官分为两种。中枢性淋巴器官包括胸腺、胚胎肝及出生后的骨髓,是淋巴祖细胞分化增殖成淋巴细胞的器官。淋巴细胞在胸腺分化成熟为T淋巴细胞,负责细胞免疫。骨髓内分化成的B淋巴细胞,通过血循环到外周淋巴器官,如淋巴结滤泡及脾脏白髓的生发中心以产生抗体,所以B细胞又叫抗体形成细胞。周围淋巴器官包括淋巴结、脾及沿消化道、泌尿生殖道、呼吸道分布的淋巴组织。这些组织可针对外来抗原作出免疫反应。

胸腺发生于胚胎期,在妊娠第8周由咽囊发育而成。胸腺外表为皮层,含大量T淋巴细胞,但皮层没有生发中心,这点与一般淋巴结不同。胸腺的髓质中,含胸腺小体(即Hassall小体)胸腺小体的功能尚不清楚。淋巴结是结缔组织作为胞膜的结节状淋巴组织,它的周围称为皮质,中间部分称为髓质。皮质中聚集许多淋巴细胞,称淋巴滤泡。滤泡中心为生发中心,主要为B淋巴细胞。皮质的深部称副皮质,主要成分为T淋巴细胞。淋巴结既是产生和储存淋巴细胞的场所,又是淋巴液的生物性过滤器,此外,它还能对外来抗原作出反应。

四、胚胎与胎儿造血组织

卵黄囊是胚胎血细胞生成的主要场所，也是最先出现的造血地点。约在人胚胎第 19 天左右，就可看到卵黄囊壁上的中胚层间质细胞开始分化聚集成细胞团，称为血岛。血岛外周的细胞逐渐变长，分化成血管壁的内皮细胞；中间的细胞变圆，彼此分离、分化为最早的血细胞，称为原始血细胞。这种细胞进一步分化，其中大部分细胞胞浆内出现血红蛋白，成为初级原始红细胞，这种细胞中合成特殊血红蛋白，称为 Hb Gower-1 与 Hb Gower-2。Hb Portland 出现的确切时间尚难肯定，37 天后含有上述 3 种胚胎 Hb 的血细胞逐渐减少，8~10 周龄时基本消失。

在胚胎的第 2~5 个月，造血逐渐转移到肝脏、脾脏。在肝上皮细胞与血管内皮细胞之间有散在的间质细胞，它们不但能分化为初级的原始红细胞，而且能分化为次级的原始红细胞。这些细胞逐渐发育为成熟的红细胞，经血窦进入血流。这时在幼红细胞中所合成的血红蛋白则为 HbF，还有少量的 HbA₂。在胎儿第 3 个月左右，脾脏也短暂参加造血，主要生成红细胞、粒细胞、淋巴细胞及单核细胞。在第 5 个月之后，脾脏造血机能逐渐减退，仅制造淋巴细胞。从第 4 个月起，胸腺及淋巴结也开始出现造血活动。胸腺主要生成淋巴细胞，到出生后仍保持此功能。淋巴结则生成淋巴细胞和浆细胞，早期也参与制造红细胞的活动。自第 4~5 个月起，在胎儿的胫、股等管状骨的原始髓腔内、骨小梁的静脉窦附近开始制造幼红细胞，而离静脉窦较远处制造粒细胞。随着胎儿的发育，幼红细胞的造血灶离开骨小梁表面与邻近的白细胞造血灶一起混合增生，同时还制造巨核细胞。到妊娠后期，胎儿的骨髓造血活动已明显活跃起来。

(夏学鸣)

参 考 文 献

1. 沈迪等, 临床血液学, 第1版, 北京: 人民卫生出版社, 1991: 6~11
2. 林宝爵、夏学鸣, 血细胞生成和造血器官, 见: 丁训杰等, 实用血液病学, 第1版, 上海: 上海医科大学出版社, 1992: 1~7
3. 齐淑玲、陈文杰, 骨髓造血功能及超微结构, 见: 陈文杰等, 血液分子细胞生物学, 第1版, 北京: 中国医学科学出版社, 1993: 27~43
4. 丁训杰, 脾功能亢进症, 见: 戴自英, 实用内科学, 第9版, 北京: 人民卫生出版社, 1993: 1755~1756
5. Weiss LP, Functional organization of hematopoietic tissues, In: Hoffman R, et al. Hematology - basic principles and practice, New York: 2nd ed, Churchill Livingstone Inc, 1955: 193~206

第二章 干细胞与细胞生长调节因子

正常人的生命过程中,外周血里始终保持有大量成熟血细胞。这些细胞能不断产生、衰老及死亡,这种连续不断的新陈代谢保证了血液系统的正常生理功能。造血组织产生血细胞后,细胞要经过分化、增殖、成熟和释放的过程。这一过程是由造血干细胞在造血微环境中经过多种调节因子的复杂作用后逐步完成的。

一、造血干细胞

造血干细胞(HSC)的特点是高表达CD34抗原,不表达HLA-DR和各系相关抗原。它在造血组织中数量很少,但有多向分化的潜能,故也称为多能(多向)造血干细胞(PHSC)。它具有高度自我更新和自我复制的能力,也就是说,干细胞分裂后,一个仍保持干细胞的全部特性,维持其干细胞池的大小和质量,另一个分化为各系造血的祖细胞,包括红系、粒-单系、巨核系、嗜酸粒系、嗜碱粒系及淋巴系祖细胞等。

HSC是由不同年龄等级的干细胞组成,它不能用形态学方法识别。最早的造血干细胞称为全能造血干细胞(PHSC),即淋巴-骨髓造血干细胞,它可分化为髓系限制性干细胞(又称髓系多向干细胞)及淋巴系限制性干细胞(又称淋巴多向干细胞)。两种干细胞可进一步分化为多向及定向祖细胞(committed progenitor cell),继之分化为各系前体细胞(precursor cell),再进一步分化为各种成熟血细胞后,释放到外周血液中。HSC和祖细胞的书写,通常是以细胞培养中形成集落的细胞缩写符号来表示,如脾集落形成单位(colony forming unit in spleen, CFU-S)代表骨髓多向干细胞, B淋巴细胞祖细胞(CFU-BL, 即前B细胞), T淋巴细胞祖细胞(CFU-TL, 即 prothymocyte)。此外,还有红系爆式集落形成单位(BFU-E 又称早期红系祖细胞)、晚期红系祖细胞(CFU-E)、粒-单系祖细胞(CFU-GM)、巨核系祖细胞(CFU-MK)、粒系祖细胞(CFU-G)、单核系祖细胞(CFU-M)、嗜酸粒系祖细胞(CFU-E)和嗜碱粒系祖细胞(CFU-B)等。

二、造血微环境

造血诱导微环境(简称造血微环境, HIM)是支持和调节造血细胞生长发育的内环境,主要有血窦系统、窦间质细胞和细胞外基质。HIM通过分泌细胞因子并与造血细胞密切接触来调节造血。HIM包括三个部分:①微血管系统。由小动脉、毛细血管、血窦及静脉组成;②结缔组织。由纤维组织、基质和细胞组成;③神经纤维。与微血管系统和结缔组织相伴随。不同的HIM可诱导造血干细胞向不同方向分化。微血管系统起着调节进出微血管的营养、能量的交换、组织酸碱度、氧分压、二氧化碳分压及血细胞的释