

实用 血液学 细胞学 图谱

主编 袁毓贤 李文成

图书在版编目 (CIP) 数据

实用血液学细胞学图谱/袁毓贤, 李文成主编. —北京:
人民卫生出版社, 1997

ISBN 7-117-02111-X

I. 实… II. ①袁… ②李… III. 细胞学-血液血-图谱
IV. R331.1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 05393 号

实用血液学细胞学图谱

袁毓贤 李文成 主编

人民卫生出版社出版

(100078 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼)

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092 毫米 16 开本 $13\frac{1}{4}$ 印张 4 插页 100 千字

1997 年 4 月第 1 版 1998 年 9 月第 1 版第 2 次印刷

印数: 2 001—4 000

ISBN 7-117-02111-X/R · 2112 定价: 168.00 元

主	编	袁毓贤	李文成		
编	委	袁毓贤	李文成	王	序
编	者	张惠明	侯平		
绘		袁毓贤	张惠明	侯	平
审	图	刘绍炎	肖卫国	樊	华
	校	李文成	韩秋生	王	序
		杨崇礼	许国瑄		
装帧设计		李文成			
责任编辑		张学高	程新延		
技术设计		郭克励			

序

本书由中国医科大学附属第一医院血液科袁毓贤教授与中国医科大学医学美术室李文成助研主编。内容包括骨髓、血液细胞学的检查意义,检查方法,各种血液病、骨髓转移瘤的细胞形态特点,淋巴结、各种组织肿瘤穿刺及一些影响血液的寄生虫疾病的血与骨髓涂片及印片等,总共文字约13万字,图214幅。本书内容丰富,包括的范围非常广泛。虽然以造血组织(髓样及淋巴样造血组织)为重点,但还包括消化系统、呼吸系统、泌尿生殖系统等组织的肿瘤涂片,是医疗、检验及科研人员的高级参考书。本书是作者多年的经验总结,中国医科大学出版的《临床血液及细胞学图谱》《内科讲座》(血液系统疾病)等积累了丰富经验及很多珍贵的标本,对这些标本的诊断意义有深入了解,现把他们的经验编绘成图谱出版发行,十分珍贵。其次,本书的彩图全为在光镜下描绘而成,笔法细腻逼真,彩色鲜明,立体感强,耗费了大量时间和精力。绘图与照像不同之处,即可将某些病例的特殊细胞进行集中,或将这些特殊细胞的特点突出深化,便于读者对某些细胞特点的理解。凡此种种都难能可贵。欢迎广大读者阅读时,提出宝贵意见,以便再版时改进。

杨崇礼

1992年6月30日

序

随着分子生物学、免疫血液学、医学遗传学等学科的飞跃发展，血液病的诊断手段日臻完善与提高。但光镜下的血液细胞形态学的诊断，仍是临床最实际、最基本的诊断方法。《实用血液学细胞学图谱》就是在这种思想指导下应广大临床血液病工作者的要求与实际需要编绘的。

本图谱体现了以普及临床实用为主，兼及提高的精神，是袁毓贤教授多年来的临床经验结晶，同时也是王序等老新医学美术专家相结合绘制的成果。

本图谱共有 214 幅彩图，除极个别标本外，全部图谱都是根据我院近年来血液病双重染色标本绘制而成的。细胞色彩鲜明、形态真实、有立体感。

本图谱即有真实视野又有集中视野及血细胞散图。真实视野图是选一个视野照实绘出的；集中视野图是将两个或多个视野内具有不同细胞特征的细胞绘于一幅图中；对那些细胞形态变化较为复杂的标本、除镜下反映真实情况外，对于本病应出现而未见到的其它细胞，绘于散图。这对初学者是非常有用的。本图谱又绘制了常见各种脱落细胞及各种类型骨髓转移瘤的细胞形态特点。这对临床诊断将起重要作用。

本图谱收集的病种标本齐全，并对每个病又介绍了其临床特点，可谓图文并茂。这对临床专业工作者诊断血液病是非常有实用价值的。

本图谱具有以上特点，实为临床血液工作者和检验人员不可多得而且非常实用的一本临床血液细胞形态图谱。同时也是医学院校医疗、教学及科研工作的一本好的参考书。

许国璋

1992 年 11 月 1 日

前言

本书部分内容曾在《中级医刊》连载，深受广大读者欢迎，应读者的要求，在原有的基础上加以修改并充实了大量内容，形成本《实用血液学细胞学图谱》。编绘过程中得到兄弟单位、科室鼎力协助，经过多年努力，在科学设计的基础上，精心绘制而成。

目前，虽然免疫学、遗传学及血细胞超微结构检查的进展对血液病的诊断日臻完善，但细胞形态学的检查，仍不失为重要手段之一。

本图谱的宗旨是以普及为主兼顾提高，面向广大的临床及实验室工作者和医学院校的学生，尚可作为血液专业工作者的参考。

蒙杨崇礼及许国瑄二位教授为本书作序并审阅，谨致谢意。

由于作者水平有限，错误在所难免，诚望读者指正。

袁毓贤 李文成

1992年12月25日

目录

概述

一、骨髓细胞学检查的临床意义	(1)
(一)骨髓细胞学检查的适应证	(1)
(二)骨髓细胞学检查的禁忌证	(1)
二、血细胞的起源和发育规律	(2)
(一)血细胞起源	(2)
(二)血细胞发育规律	(3)
三、标本制备及染色注意事项	(4)
四、血细胞形态特点	(4)
(一)粒细胞系	(4)
(二)红细胞系	(5)
(三)单核细胞系	(7)
(四)淋巴细胞系	(7)
(五)浆细胞系	(8)
(六)巨核细胞系	(8)
(七)其他常见细胞	(9)
(八)异常网状细胞	(9)
(九)异常淋巴细胞	(10)
五、骨髓及血涂片检查步骤及结果分析	(10)
(一)骨髓涂片检查	(10)
(二)血液涂片检查	(11)
(三)骨髓象检查的正常范围	(11)
(四)结果分析	(12)
六、血细胞化学染色检查	(12)
(一)过氧化物酶染色	(12)
(二)中性粒细胞碱性磷酸酶染色	(13)
(三)苏丹黑 B 染色	(14)
(四)特异性酯酶染色	(14)
(五)非特异性酯酶染色	(15)
(六)酸性磷酸酶染色	(16)
(七)铁粒染色	(16)
(八)糖原染色	(17)

目录

(九)热盐水溶解试验	(19)
------------------	------

图谱说明

图 1. 血细胞发育总图	(21)
图 2. 原始、早幼、中幼及晚幼红细胞	(21)
图 3. 原始粒(I、II型)及早幼粒细胞	(24)
图 4. 中性中幼、晚幼、杆状及分叶核粒细胞	(24)
图 5. 嗜酸及嗜碱早幼粒、中幼粒、晚幼粒、杆状核及分叶核 粒细胞	(24)
图 6. 单核细胞系统各阶段细胞形态	(24)
图 7. 淋巴系统各阶段细胞形态	(29)
图 8. 巨核细胞系统各阶段细胞形态	(29)
图 9. 小巨核细胞、异形血小板及内皮细胞	(29)
图 10. 浆细胞系统各阶段细胞	(29)
图 11. 各种网状细胞	(29)
图 12. 造骨及破骨细胞	(29)
图 13. 大红细胞	(36)
图 14. 椭圆形红细胞	(36)
图 15. 小红细胞	(36)
图 16. 巨红细胞	(36)
图 17. 嗜多色性红细胞	(37)
图 18. 靶形红细胞	(37)
图 19. 缟钱状红细胞	(37)
图 20. 畸形和碎片红细胞	(37)
图 21. 网织红细胞的各形态	(39)
图 22. 泪滴状红细胞	(39)
图 23. 变性珠蛋白小体	(39)
图 24. 卡波(Cabot)环及碱性点彩红细胞	(39)
图 25. 正常血象	(39)
图 26. 正常骨髓象	(39)
图 27. 缺铁性贫血血象	(42)
图 28. 缺铁性贫血骨髓象	(42)
图 29. 铁粒幼细胞的各种形态及铁粒细胞	(42)

目录

图 30. 环状铁粒幼细胞的各种形态	(42)
图 31. 细胞外铁(+)	(42)
图 32. 细胞外铁(++)	(42)
图 33. 细胞外铁(+++)	(42)
图 34. 细胞外铁(++++)	(42)
图 35. 巨幼细胞贫血血象	(46)
图 36. 巨幼细胞贫血骨髓象	(47)
图 37. 巨幼红细胞的各种形态	(47)
图 38. 巨幼细胞贫血各阶段粒细胞巨型变的各种形态	(47)
图 39. 巨幼细胞贫血巨核细胞分叶过多形态	(47)
图 40. 遗传性球形红细胞增多症血象	(51)
图 41. 遗传性球形红细胞增多症骨髓象	(51)
图 42. 自身免疫性溶血性贫血血象	(53)
图 43. 自身免疫性溶血性贫血骨髓象	(53)
图 44. 急性造血功能停滞骨髓象	(55)
图 45. 急性造血功能停滞时巨大原始红细胞及网状细胞	(55)
图 46. 再生障碍性贫血骨髓象	(55)
图 47. 再生障碍性贫血骨髓象	(55)
图 48. 再生障碍性贫血骨髓象(非造血细胞团)	(55)
图 49. 慢性获得性纯红细胞再生障碍性贫血骨髓象	(59)
图 50. 特发性血小板减少性紫癜骨髓象	(61)
图 51. 内皮细胞增多症血象(集中视野)	(61)
图 52. 原发性血小板增多症血象	(63)
图 53. 原发性血小板增多症骨髓象	(63)
图 54. 粒细胞缺乏症骨髓象(成熟障碍型)	(63)
图 55. 粒细胞缺乏症骨髓象(再生障碍型)	(63)
图 56. 粒细胞缺乏症恢复期血象	(63)
图 57. 粒细胞缺乏症恢复期骨髓象	(66)
图 58. 嗜酸细胞增多症血象	(67)
图 59. 嗜酸细胞增多症骨髓象	(67)
图 60. 类白血病反应血象	(69)
图 61. 中性粒细胞碱性磷酸酶染色	(69)

目录

图 62. 异型淋巴细胞的各种形态	(70)
图 63. 酸性磷酸酶染色	(71)
图 64. 派格尔(Pelger)白细胞的各种形态	(71)
图 65. 先天性白细胞颗粒异常综合征(Chédiak-Higashi syndrome) 血象(集中视野)	(74)
图 66. 先天性白细胞颗粒异常综合征(Chédiak-Higashi syndrome) 骨髓象(集中视野)	(74)
图 67. 急性淋巴细胞白血病 L ₁ 型骨髓象	(76)
图 68. 急性淋巴细胞白血病 L ₂ 型骨髓象	(76)
图 69. 急性淋巴细胞白血病 L ₃ 型血象	(76)
图 70. 急性淋巴细胞白血病 L ₃ 型骨髓象	(76)
图 71. 急性非淋巴细胞白血病 M ₁ 型血象	(80)
图 72. 急性非淋巴细胞白血病 M ₁ 型骨髓象	(80)
图 73. 急性非淋巴细胞白血病 M ₁ 型骨髓象	(82)
图 74. 系图 73 同一骨髓象的 POX 染色	(82)
图 75. 急性非淋巴细胞白血病 M _{2a} 型骨髓象	(82)
图 76. 急性非淋巴细胞白血病 M _{2b} 型骨髓象	(82)
图 77. 急性非淋巴细胞白血病 M _{2a} 型骨髓象苏丹黑染色	(82)
图 78. 急性非淋巴细胞白血病 M ₃ 型并假性 CHS 骨髓象(粗 颗粒型)	(82)
图 79. 急性非淋巴细胞白血病 M ₃ 型骨髓象(细颗粒型)	(82)
图 80. 急性非淋巴细胞白血病 M _{4b} 型骨髓象	(82)
图 81. 急性非淋巴细胞白血病 M _{4Eo} 型骨髓象	(87)
图 82. 急性非淋巴细胞白血病 M _{5a} 型骨髓象	(87)
图 83. 急性非淋巴细胞白血病 M _{5b} 型骨髓象	(87)
图 84. 急性非淋巴细胞白血病 M _{5a} 型骨髓象非特异性酯酶染色 (阳性反应)	(87)
图 85. 为图 84 同一标本氟化钠抑制试验阳性	(87)
图 86. 急性非淋巴细胞白血病 M ₆ 型骨髓象	(87)
图 87. 急性非淋巴细胞白血病 M ₆ 型骨髓象	(87)
图 88. 急性非淋巴细胞白血病 M _{2a} 型特异性酯酶染色	(87)

目录

图 89. 急性非淋巴细胞白血病 M ₆ 型及 MDS 时巨大畸形红细胞 的各种形态	(92)
图 90. 急性非淋巴细胞白血病 M ₇ 型血象	(92)
图 91. 急性非淋巴细胞白血病 M ₇ 型骨髓象	(92)
图 92. 为图 86 同一标本 PAS 染色	(92)
图 93. 多毛细胞白血病血象(集中视野)	(95)
图 94. 多毛细胞白血病血象	(95)
图 95. 多毛细胞白血病骨髓象	(95)
图 96. 嗜酸粒细胞白血病血象	(97)
图 97. 嗜酸粒细胞白血病骨髓象	(98)
图 98. 嗜碱粒细胞白血病血象	(99)
图 99. 嗜碱粒细胞白血病骨髓象	(99)
图 100. 全髓白血病血象	(101)
图 101. 全髓白血病骨髓象	(101)
图 102. 成人 T 细胞白血病血象	(101)
图 103. 成人 T 细胞白血病血象	(103)
图 104. 幼淋巴细胞白血病血象	(104)
图 105. 幼淋巴细胞白血病骨髓象	(104)
图 106. 颗粒性淋巴细胞白血病血象	(106)
图 107. 颗粒性淋巴细胞白血病骨髓象	(106)
图 108. 浆细胞白血病血象	(106)
图 109. 浆细胞白血病骨髓象	(106)
图 110. 慢性粒细胞白血病血象	(109)
图 111. 慢性粒细胞白血病骨髓象	(109)
图 112. 慢性粒细胞白血病急粒变骨髓象	(111)
图 113. 慢性粒细胞白血病急淋变骨髓象	(111)
图 114. 慢性淋巴细胞白血病血象	(112)
图 115. 慢性淋巴细胞白血病骨髓象	(112)
图 116. 慢性中性粒细胞白血病血象	(114)
图 117. 慢性中性粒细胞白血病骨髓象	(114)
图 118. 原发性骨髓纤维化症血象	(116)
图 119. 原发性骨髓纤维化症骨髓象	(117)

目录

图 120. 骨髓增生异常综合征(RA)血象	(119)
图 121. 骨髓增生异常综合征(RA)骨髓象(集中视野)	(119)
图 122. 骨髓增生异常综合征(RAS)血象	(119)
图 123. 骨髓增生异常综合征(RAS)骨髓象	(121)
图 124. 骨髓增生异常综合征粒系、红系和巨核系病态造血的各种形态	(121)
图 125. 恶性组织细胞病骨髓象(集中视野)	(123)
图 126. 恶性组织细胞病骨髓象(集中视野)	(123)
图 127. 恶性组织细胞病骨髓象(集中视野)	(125)
图 128. 恶性组织细胞病骨髓象(集中视野)	(125)
图 129. 恶性组织细胞病骨髓象(集中视野)	(126)
图 130. 恶性组织细胞病骨髓象(集中视野)	(126)
图 131. 恶性组织细胞病骨髓象(集中视野)	(127)
图 132. 恶性组织细胞病骨髓象(集中视野)	(129)
图 133. 恶性组织细胞病(早幼粒样异常组织细胞型)骨髓象	(129)
图 134. 恶性组织细胞病骨髓象	(129)
图 135. 恶性组织细胞病时各种异常组织细胞的形态	(131)
图 136. 反应性组织细胞增多症骨髓象(集中视野)	(133)
图 137. 多发性骨髓瘤(幼红细胞型)骨髓象	(135)
图 138. 多发性骨髓瘤(网状细胞型)骨髓象(集中视野)	(135)
图 139. 多发性骨髓瘤(幼浆细胞型)骨髓象(集中视野)	(135)
图 140. 多发性骨髓瘤(幼浆细胞型)骨髓象	(137)
图 141. 多发性骨髓瘤(幼浆细胞型)骨髓象	(137)
图 142. 多发性骨髓瘤(幼浆细胞型)骨髓象(集中视野)	(138)
图 143. 多发性骨髓瘤(幼浆细胞型)骨髓象(集中视野)	(138)
图 144. 多发性骨髓瘤骨髓象	(140)
图 145. 多发性骨髓瘤(网状细胞型)骨髓象	(140)
图 146. 骨髓瘤细胞的各种形态	(141)
图 147. 巨球蛋白血症血象(集中视野)	(143)
图 148. 巨球蛋白血症骨髓象(集中视野)	(144)
图 149. 骨髓转移癌骨髓象	(145)
图 150. 骨髓转移癌骨髓象	(145)

目录

图 151. 骨髓转移癌骨髓象	(145)
图 152. 骨髓转移癌骨髓象	(147)
图 153. 骨髓转移癌骨髓象	(147)
图 154. 骨髓转移癌(粘液癌)骨髓象	(147)
图 155. 骨髓转移癌骨髓象	(149)
图 156. 骨髓转移癌骨髓象	(149)
图 157. 神经母细胞瘤骨髓转移	(151)
图 158. 神经母细胞瘤骨髓转移	(151)
图 159. 骨髓坏死骨髓象	(152)
图 160. 红斑狼疮细胞及其花团簇期	(153)
图 161. 勒-雪病皮疹印片	(154)
图 162. 尼曼-匹克病骨髓象(集中视野)	(155)
图 163. 戈谢病骨髓象(集中视野)	(156)
图 164. 戈谢病脾脏印片	(156)
图 165. 戈谢细胞的各种形态	(156)
图 166. 继发性海蓝组织细胞增多症骨髓象(集中视野)	(157)
图 167. 原发性海蓝组织细胞增多症骨髓象(集中视野)	(158)
图 168. 正常淋巴结印片	(158)
图 169. 急性淋巴结炎淋巴结印片	(161)
图 170. 增生性淋巴结炎淋巴结涂片	(162)
图 171. 淋巴结结核(增殖型)印片(600×)	(162)
图 172. 淋巴结结核(增殖型)涂片	(163)
图 173. 淋巴结结核(干酪型)涂片	(163)
图 174. 恶性组织细胞病淋巴结涂片	(163)
图 175. 何杰金病淋巴结涂片	(166)
图 176. 何杰金病血象(集中视野)	(167)
图 177. 何杰金病骨髓象(集中视野)	(167)
图 178. 里-斯(R-S)细胞的各种形态	(168)
图 179. 淋巴肉瘤白血病骨髓象	(170)
图 180. 网状细胞肉瘤白血病骨髓象	(171)
图 181. 非何杰金淋巴瘤(原淋巴细胞型)淋巴结涂片	(171)
图 182. 非何杰金淋巴瘤淋巴结涂片	(172)

目录

图 183. 淋巴结转移瘤	(172)
图 184. 纤维肉瘤淋巴结转移印片	(174)
图 185. 黑色素瘤淋巴结转移涂片	(175)
图 186. 宫颈癌淋巴结转移涂片	(175)
图 187. 肺癌淋巴结转移印片	(176)
图 188. 淋巴结转移癌涂片	(176)
图 189. 浆膜积液中的常见细胞	(178)
图 190. 浆膜嗜酸粒细胞增多症	(178)
图 191. 腹水中巨多核组织细胞及癌细胞	(178)
图 192. 腹水中的恶性间皮瘤细胞	(181)
图 193. 腹水中非何杰金淋巴瘤(网状细胞肉瘤型)细胞	(181)
图 194. 肺癌(腺癌)胸膜转移胸水涂片	(182)
图 195. 肺癌(腺癌)胸膜转移胸水涂片	(182)
图 196. 肺癌(腺癌)心包转移心包积液涂片	(182)
图 197. 宫颈癌心包转移心包积液涂片	(184)
图 198. 浆膜积液中瘤细胞的各种形态	(184)
图 199. 肝癌穿刺涂片	(185)
图 200. 肝癌穿刺涂片	(185)
图 201. 胃癌胃镜组织活检涂片	(188)
图 202. 宫颈癌阴道涂片	(188)
图 203. 宫颈癌(鳞癌)阴道涂片	(189)
图 204. 直肠癌指诊涂片	(189)
图 205. 肺癌(腺癌)痰涂片	(189)
图 206. 肺癌痰涂片	(191)
图 207. 膀胱癌尿沉渣涂片	(191)
图 208. 膀胱癌尿沉渣涂片	(191)
图 209. 间日疟血象(集中视野)	(193)
图 210. 三日疟血象(集中视野)	(194)
图 211. 恶性疟骨髓象(集中视野)	(194)
图 212. 黑热病骨髓象	(196)
图 213. 班氏微丝蚴(厚血膜)	(197)
图 214. 马来微丝蚴(厚血膜)	(198)

骨髓是人体的主要造血器官，血液系统疾病与很多其它疾病往往伴有血细胞质和量的异常，因此研究骨髓及血象中细胞形态变化，对造血器官疾病及一些其他疾病的诊断和鉴别诊断具有十分重要的意义。本书将重点介绍在普通光学显微镜下，用瑞氏与姬姆萨（Giemsa）混合染色时的各种常见血液病的细胞形态变化，也简要介绍细胞化学染色方法及其临床意义等。

一、骨髓细胞学检查的临床意义

骨髓细胞学检查（包括细胞化学染色），对各型白血病、多发性骨髓瘤、恶性组织细胞病、骨髓转移瘤、骨髓坏死、骨髓增生异常综合征、巨幼细胞贫血、铁粒幼细胞贫血、戈谢（Gaucher）病、尼曼-匹克（Niemann-Pick）病、恶性淋巴瘤骨髓迁徙、海蓝组织细胞病及某些寄生虫如黑热病、疟疾等，具有明确诊断的作用。对增生性贫血、粒细胞缺乏症、类白血病反应等仅有辅助诊断意义。

（一）骨髓细胞学检查的适应证

骨髓细胞学检查主要用于造血系统疾病的诊断，但在其它疾病情况下也具有一定意义。凡用周身其它系统疾病不能解释的下列临床表现如：贫血、出血、感染症状；淋巴结、肝、脾肿大，胸骨局限性压痛；血象中红细胞、白细胞和血小板数量的增多或减少；网织红细胞增多或减少；出现巨红细胞、大红细胞、球形红细胞、椭圆形红细胞、小红细胞、畸形和碎片红细胞；有幼红细胞和（或）幼粒细胞等。结合上述的异常体征和血象而高度疑似各种白血病、恶性组织细胞病和类白血病反应；白细胞减少和粒细胞缺乏症；巨幼细胞贫血、缺铁性贫血、再生障碍性贫血、微血管病性溶血性贫血以及其它原因未明的贫血；多发性骨髓瘤、骨髓转移瘤；骨髓增生异常综合征（MDS）、高雪病、尼曼-匹克病、原因不明的长期高热等。

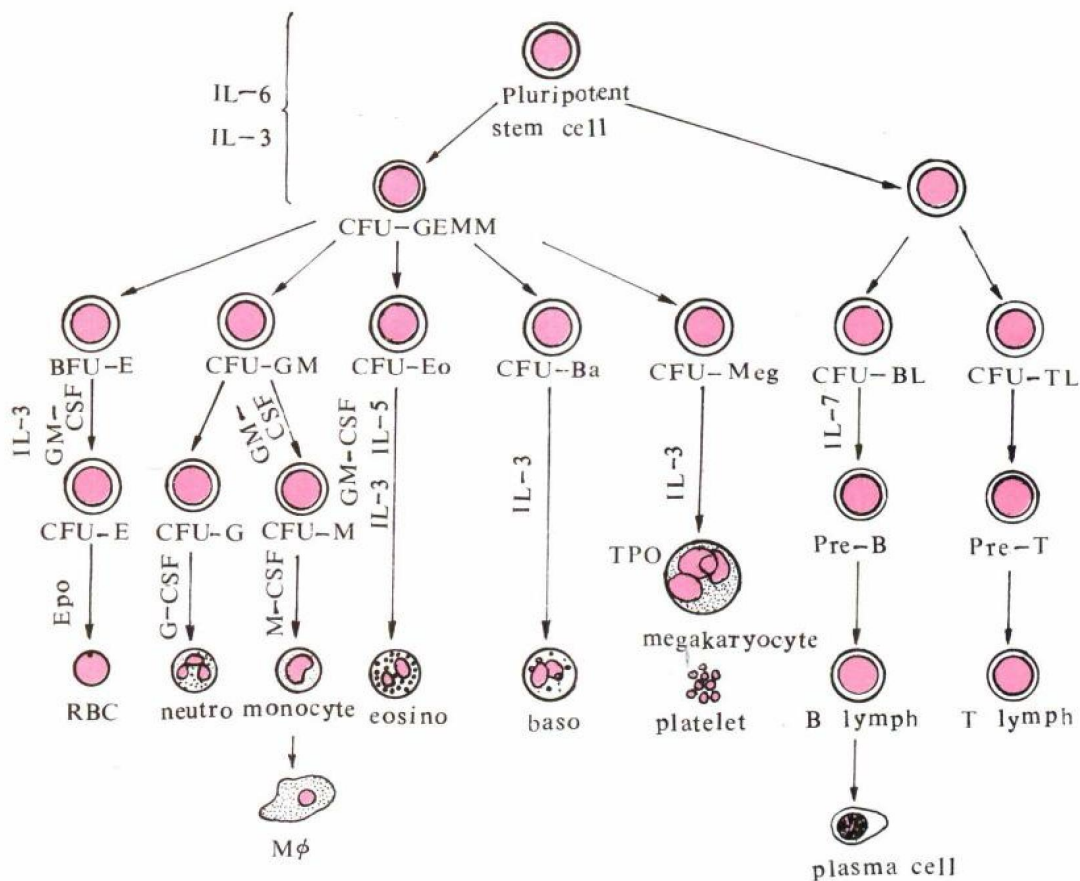
（二）骨髓细胞学检查的禁忌证

血友病及敌鼠钠盐中毒，因穿刺后可导致局部渗血不止。

二、血细胞的起源和发育规律

(一) 血细胞起源

血细胞起源，由多能干细胞增殖、分化到成熟的终末细胞的过程，见附图。



附图 造血干细胞分化模式图

1. **多能干细胞 (pluripotent stem cell)** 具有高度自我更新能力，在造血微环境、神经介质、白细胞介素 3 (interleukin 3, IL-3) 和白细胞介素 6 (interleukin 6, IL-6) 的存在下，在自我更新的同时，进一步分化为骨髓系干细胞 (myeloid stem cell, colony forming unit-granulocyte/erythrocyte/macrophage/megakaryocyte, CFU-GEMM) 及淋巴系干细胞 (lymphoid stem cell)。

2. **骨髓系干细胞 (CFU-GEMM)** 在 IL-3 和 IL-6 的作用下，分化成红细胞系、粒-巨噬系、嗜酸粒细胞系、嗜碱粒细胞系和巨核细胞系祖细胞。

(1) **红系祖细胞**：分前期红系祖细胞 (burst forming unit-erythroid, BFU-E) 和后期红系祖细胞 (colony forming unit-erythroid, CFU-E)。前者在 IL-3 和粒-巨噬细胞集落刺激因子 (granulocyte-macrophage-colony stimulating factor, GM-CSF) 作用下分化成 CFU-E，后者在促红细胞生成素 (erythropoietin, EPO) 的作用下，分化成可辨认的原始红细

胞和幼稚红细胞直至成熟红细胞。

(2) 粒-巨噬系祖细胞：在 GM-CSF 作用下，进一步分化为：①粒系祖细胞 (colony forming unit-granulocyte, CFU-G)，进一步在粒系集落刺激因子 (granulocyte-colony stimulating factor, G-CSF) 作用下生成可辨认的原始粒直至成熟的粒细胞；②巨噬系祖细胞 (colony forming unit-macrophage, CFU-M)，在巨噬细胞集落刺激因子 (macrophage-colony stimulating factor, M-CSF) 作用下生成各阶段的单核细胞及巨噬细胞。

(3) 嗜酸粒细胞祖细胞 (colony forming unit-eosinophil, CFU-Eo) 在 GM-CSF、IL-3、IL-5 作用下，分化为各阶段的嗜酸粒细胞。

(4) 嗜碱粒细胞祖细胞 (colony forming unit-basophil, CFU-Ba) 在 IL-3 存在下，分化为各阶段的嗜碱粒细胞。

(5) 巨核系祖细胞 (colony forming unit-megakaryocyte, CFU-Meg) 在 IL-3 和促血小板生成素 (thrombopoietin, TPO) 存在下，分化为原始巨核细胞、幼稚巨核细胞、成熟巨核细胞，最后形成血小板。

3. 淋巴系干细胞 进一步分化为：①B 淋巴细胞祖细胞 (colony forming unit-B lymphocyte, CFU-BL) 在 IL-7 存在下，分化为前 B 细胞至成熟 B 淋巴细胞，继续在 IL-4, 5, 6 的作用下，形成浆细胞；②通过胸腺形成 T 淋巴细胞祖细胞 (colony forming unit-T lymphocyte, CFU-TL)，进一步分化，经前 T 细胞至成熟 T 淋巴细胞。

近来有人认为骨髓系干细胞，首先分化为 CFU-GM、CFU-Eo 和 CFU-EMeg B，而 CFU-EMeg B 再进一步分化为 CFU-Ba、CFU-Meg 和 BFU-E 祖细胞。

(二) 血细胞发育规律

血细胞在分化成熟过程中，其形态和大小的变化基本上有一个共同规律，掌握这个规律对学习细胞形态学尤为重要，一般规律如下。

1. 胞体 随着血细胞的发育成熟，胞体由大逐渐变小，但巨核细胞系统则由小变大，原始粒细胞至早幼粒细胞也是逐渐由小变大。

2. 胞核

(1) 大小：由大变小，但红细胞系统例外，成熟红细胞核消失。

(2) 形状：圆形变为不规则形；粒细胞核呈分叶状；淋巴与浆细胞系统变化不大。

(3) 染色质：细致、疏松逐渐变为粗糙、紧密。

(4) 核膜：不明显变为明显；原淋巴细胞核膜最厚；原始粒细胞核膜最薄；原始单核细胞介于两者之间。

(5) 核仁：由有至无。清楚的核仁是原始和比较原始细胞的重要标记，呈淡蓝色，随着细胞的成熟而消失。

3. 胞浆

(1) 量：由少到多。

(2) 颜色：深蓝到浅蓝，见于淋巴细胞与浆细胞。红细胞与粒细胞的胞浆各逐渐变成桔红和粉红色。

(3) 颗粒：一般从无到少并逐渐增多。粒细胞系统由少量的嗜天青颗粒逐渐代之以大量中性、嗜酸和嗜碱颗粒。