



血液与血细胞发生

(Blood and Haemopoiesis )

---

周莉教授

吉林大学白求恩医学院

组织胚胎学教研室



# 一、血液 (blood)

---

组成：血细胞 (**RBC**、**WBC**) 血小板和血浆

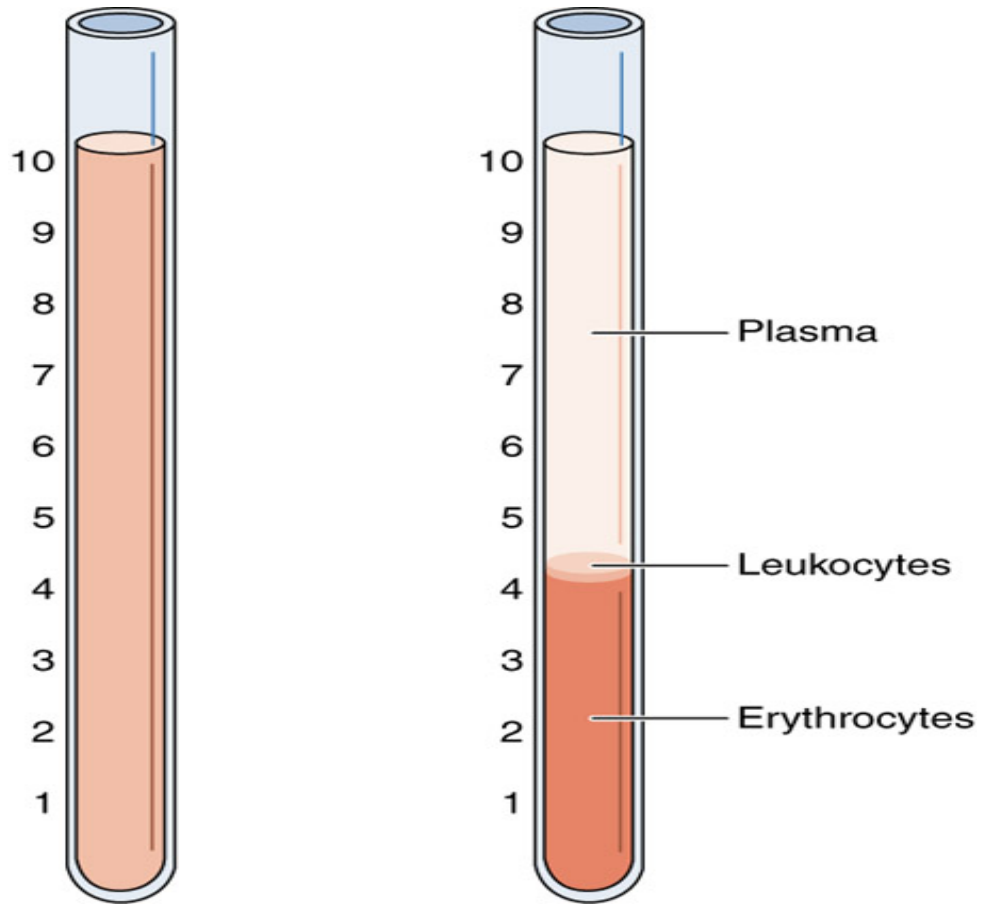
血浆(**plasma**): **90%**水，其余是血浆蛋白

功能：循环液体，保持机体适宜内环境

血象：血细胞的形态、数量、比例和血红蛋白含量的测定称为血象。

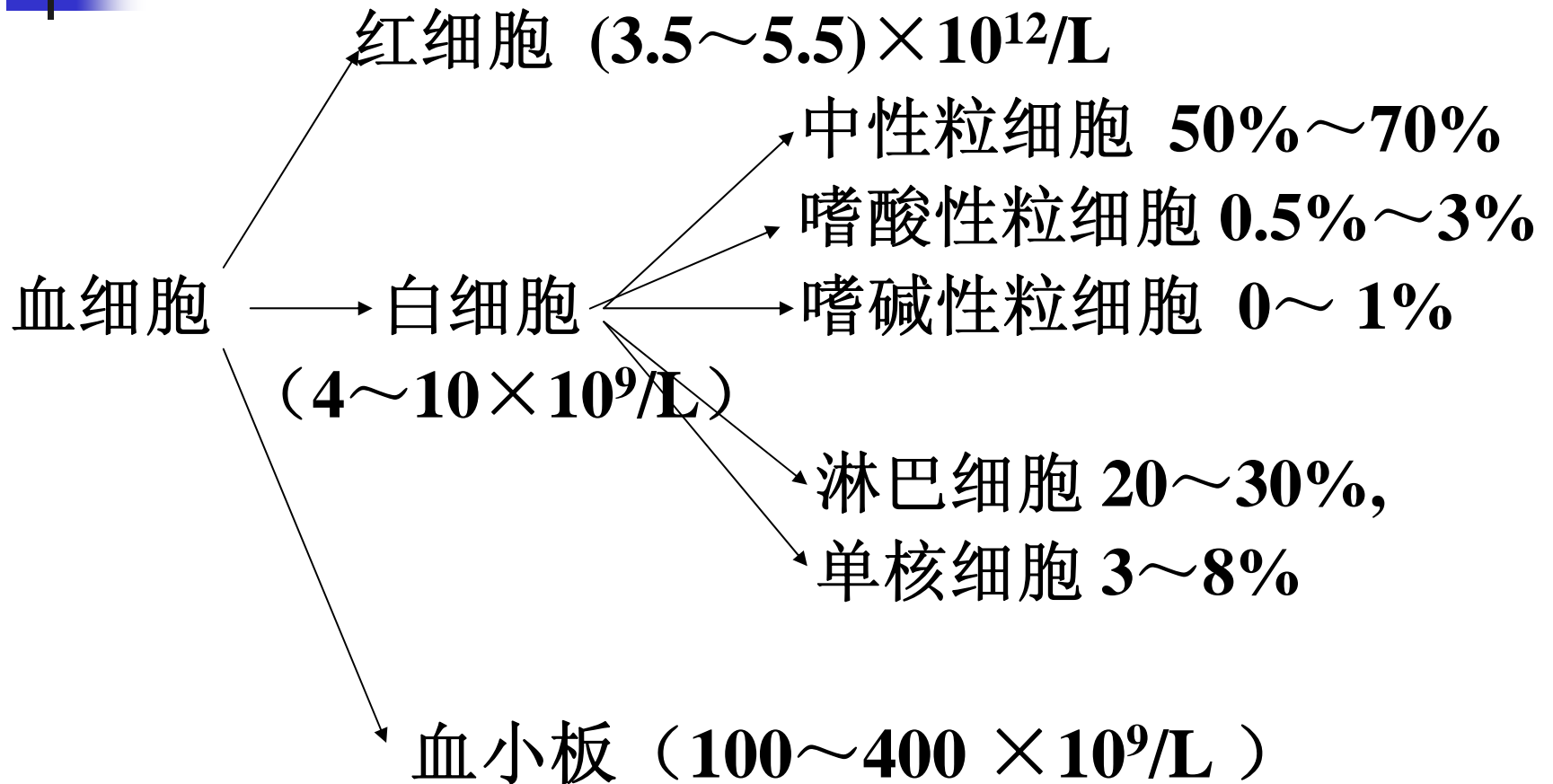
血清(**serum**):

# 血细胞的分离



# 血细胞分类和正常值

(Wright或Giemsa染色)



# (一) 红细胞

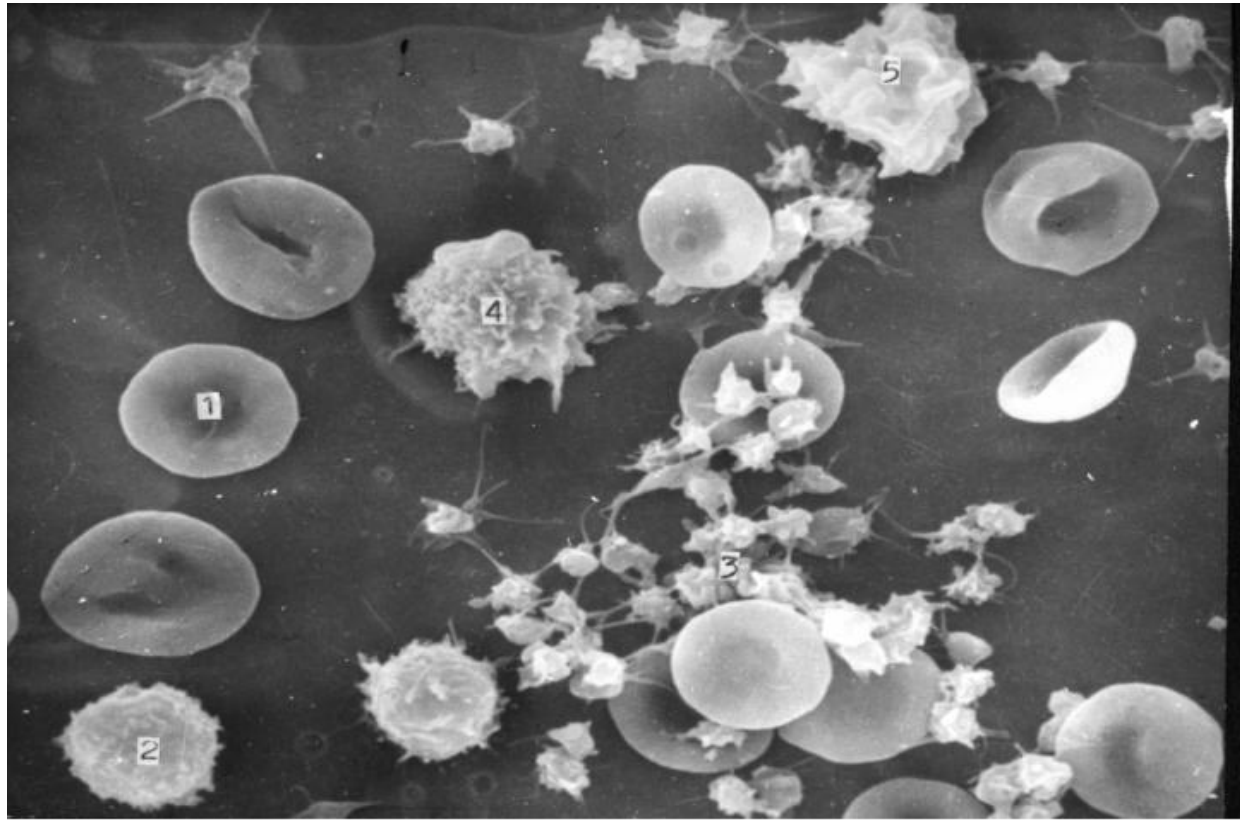
(erythrocyte, red blood cell)

---

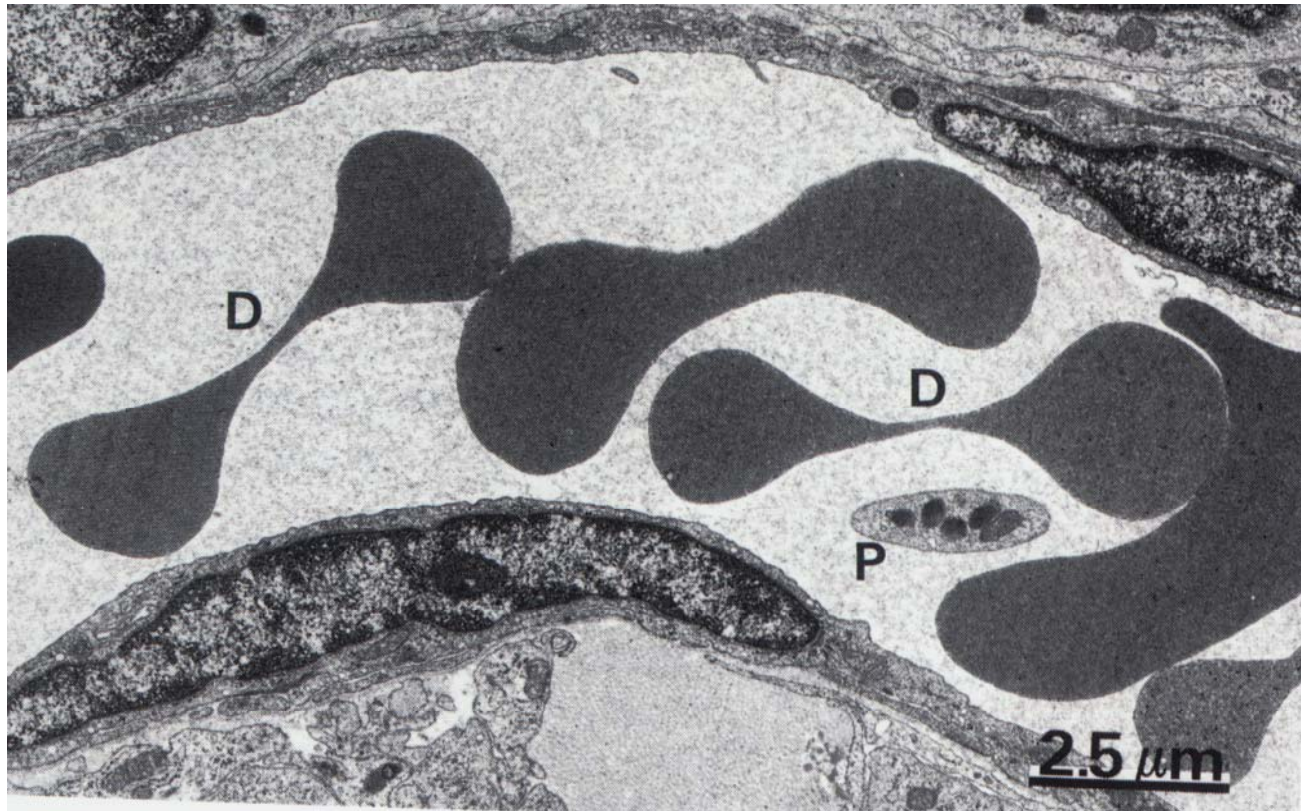
**LM:** 7.5  $\mu\text{m}$ , 双凹圆盘状, 这种形态使它具有较大的表面积, 有利气体交换。

- 新鲜单个红细胞为黄绿色, 大量红细胞呈猩红色, 成熟的红细胞无核、无细胞器, 胞质内充满大量的血红蛋白 (**hemoglobin, Hb**)。血红蛋白是含铁的蛋白质, 具有结合和运输**O<sub>2</sub>**和**CO<sub>2</sub>**的功能。

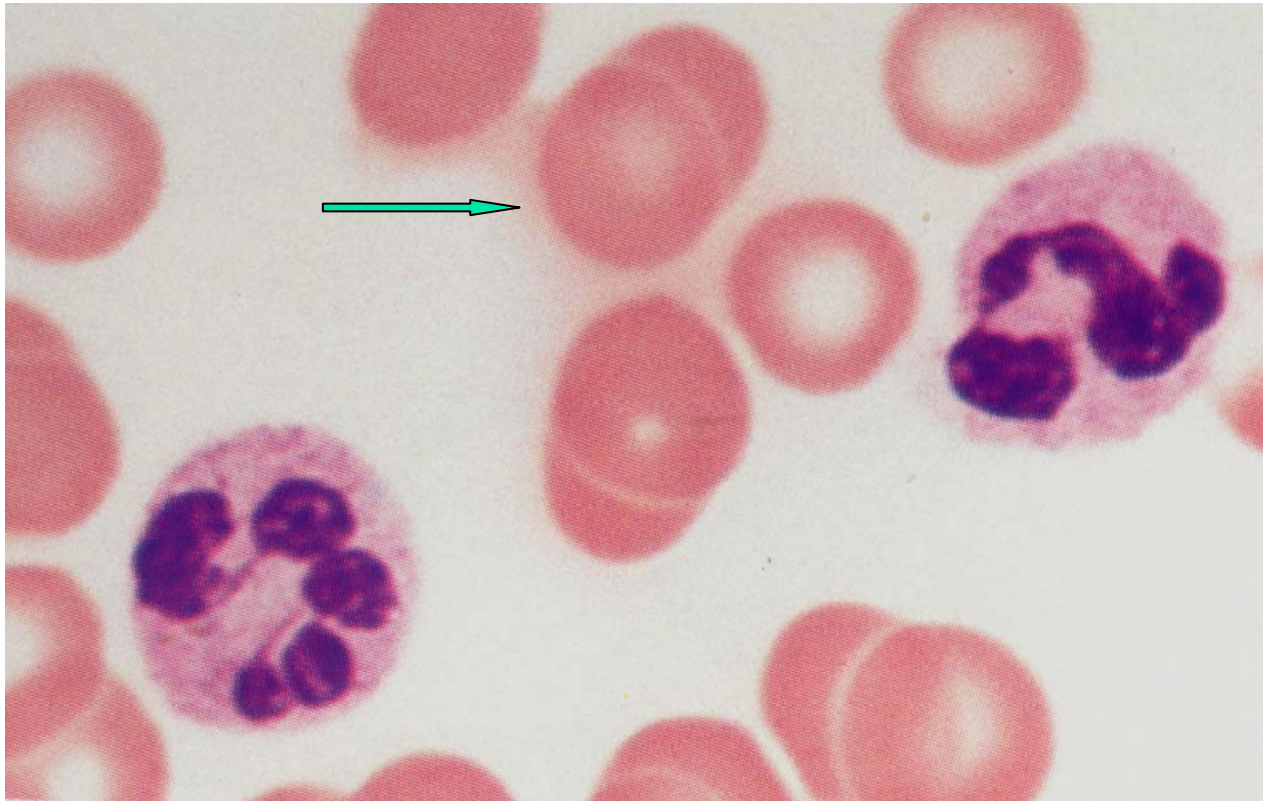
# 红细胞和血小板 (SEM)



# 红细胞的叠连



# 红细胞 (LM)





# 血红蛋白(Hemoglobin, Hb)

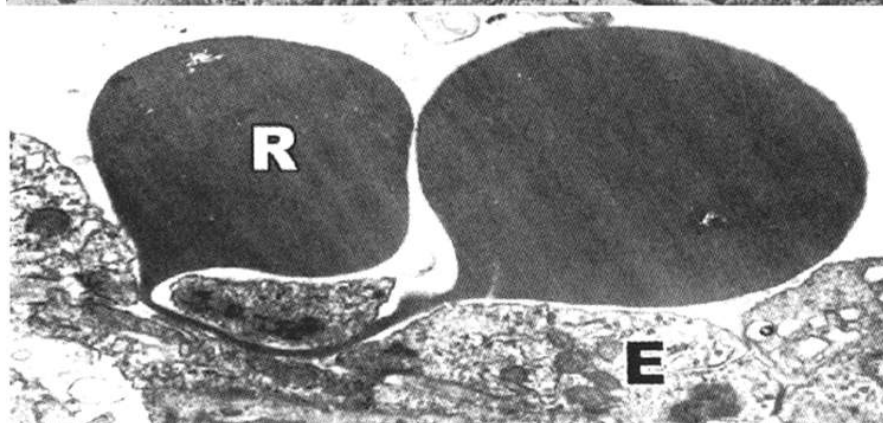
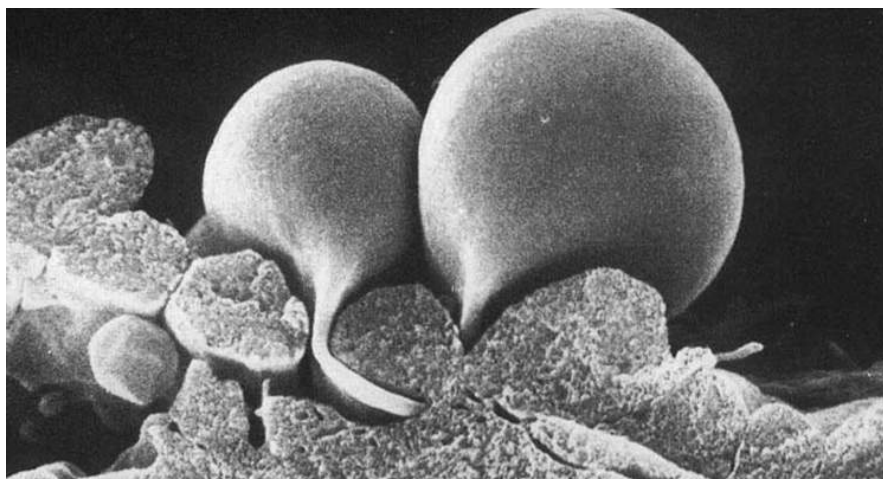
- 血红蛋白：血红蛋白含量，男性：120~150g/L，  
女性：105~135g/L。
- 红细胞的特性：①弹性和可缩性；②无氧酵解产生ATP；③溶血；④细胞膜糖蛋白的糖链具有ABO血型抗原；⑤细胞膜内侧有血影蛋白（spectrin）和肌动蛋白，构成细胞骨架。

网织红细胞（reticulocyte）：残留核糖体，

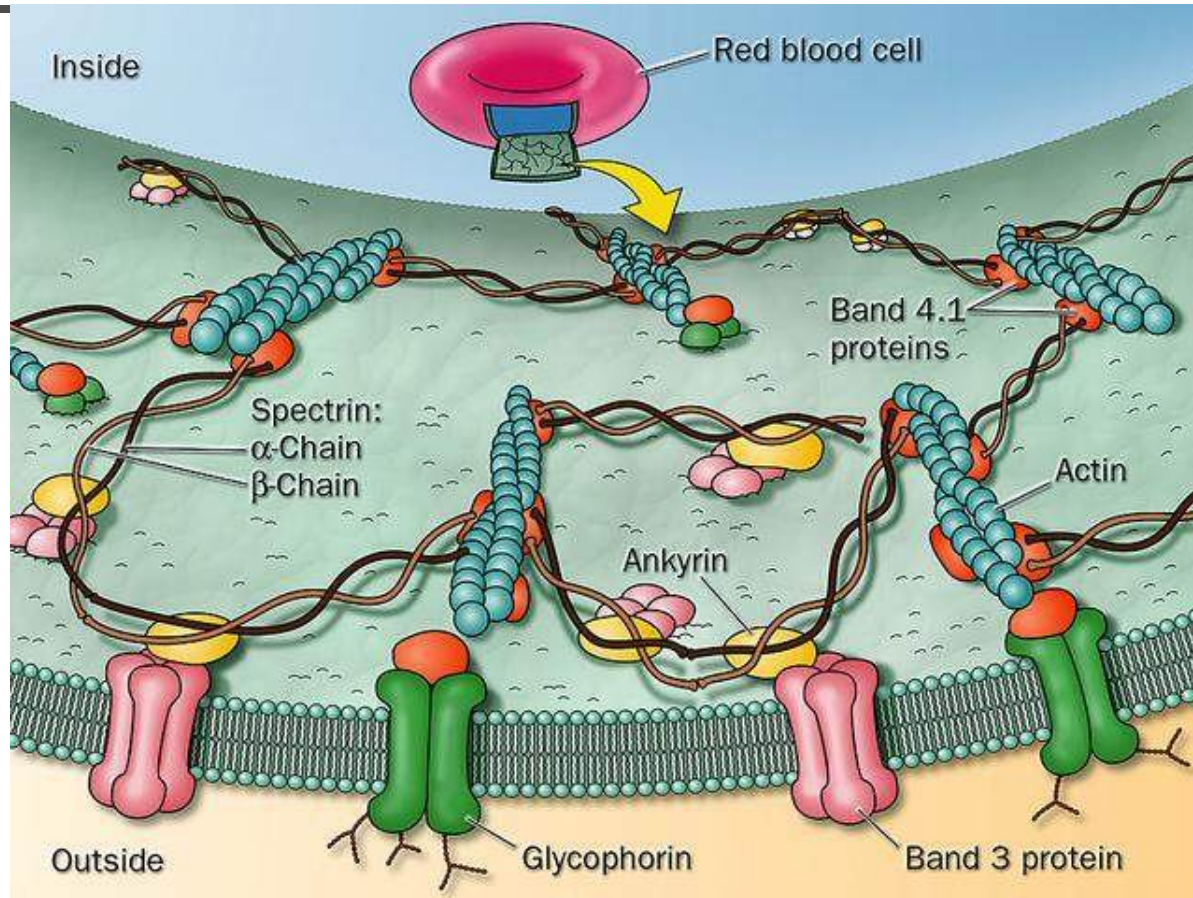
总数：成人0.5%~1.5% 新生儿可达3%-6%，意义。

红细胞寿命：120天

# 红细胞的可塑性



# 红细胞骨架蛋白



# 网织红细胞



## (二) 白细胞

(leukocyte, white blood cell)

---

无色有核球形细胞，可变形运动穿过毛细血管进入周围组织，发挥其防御和免疫功能。

白细胞数量变化的临床意义：

白细胞在光镜下的分类：

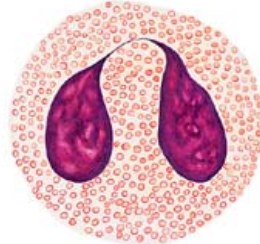
有粒白细胞（中性粒细胞、嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞）

无粒白细胞（单核细胞和淋巴细胞）

# 白细胞模式图 (LM)



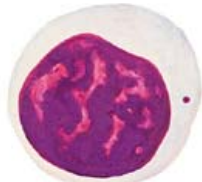
Neutrophilic granulocyte



Eosinophilic granulocyte



Basophilic granulocyte



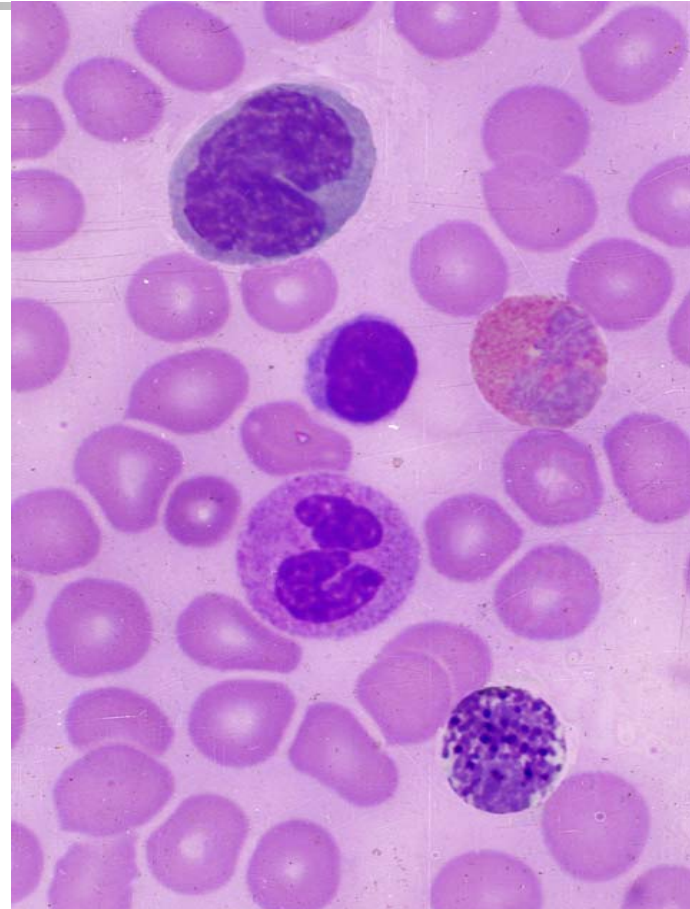
Lymphocyte



Monocyte



Monocyte



# 1. 中性粒细胞

(neutrophilic granulocyte, neutrophil)

- 占白细胞总数的**50%~70%**

**LM:** 直径**10 μ m~12 μ m**, 核染色质呈块状, 色深。

杆状核或分叶核, 一般分**2~5**个叶,

核分叶越多, 表明细胞越近衰老。正常情况下杆状核约占粒细胞总数的**5%~10%**。核左移, 核右移的临床意义。

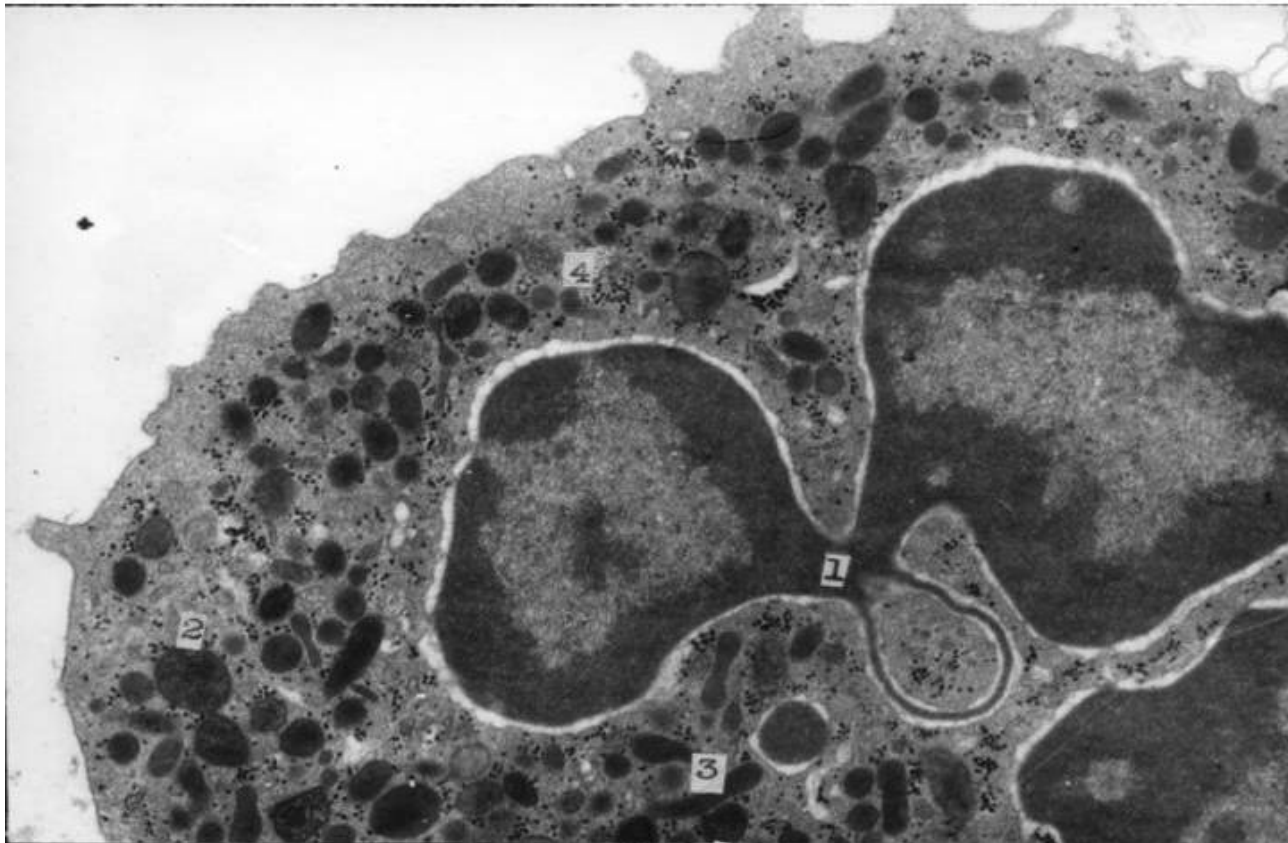
- 胞质粉红色, 含有许多细小的淡紫色颗粒

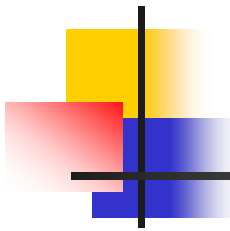
# 中性粒细胞 (LM)





# 中性粒细胞 (TEM)





**EM:** 可分两种颗粒：①嗜天青颗粒，是一种溶酶体，圆形，电子密度高，含有酸性磷酸酶、过氧化物酶等，能消化分解吞噬的异物。②特殊颗粒：哑铃形或椭圆形，中等电子密度，内含吞噬素、溶菌酶等。吞噬素具有杀菌作用，溶菌酶能溶解细菌表面的糖蛋白。

功能：具有活跃的变形运动和吞噬功能，在机体内起着重要的防御功能。

存活时间：血液中**6-7h**，组织中**1-3天**

## 2. 嗜酸性粒细胞

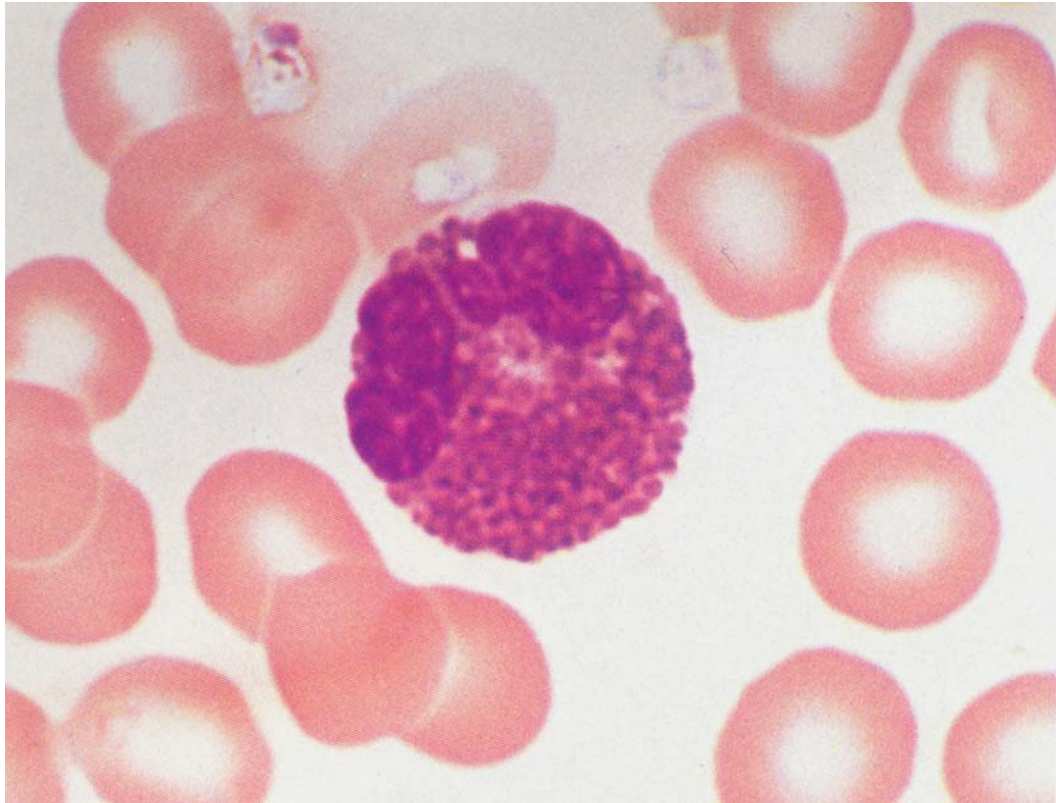
(eosinophilic granulocyte, eosinophil)

**LM:** 直径为10~15  $\mu\text{m}$ , 核常为2叶, 胞质内充满粗大的、均匀的嗜酸性颗粒。

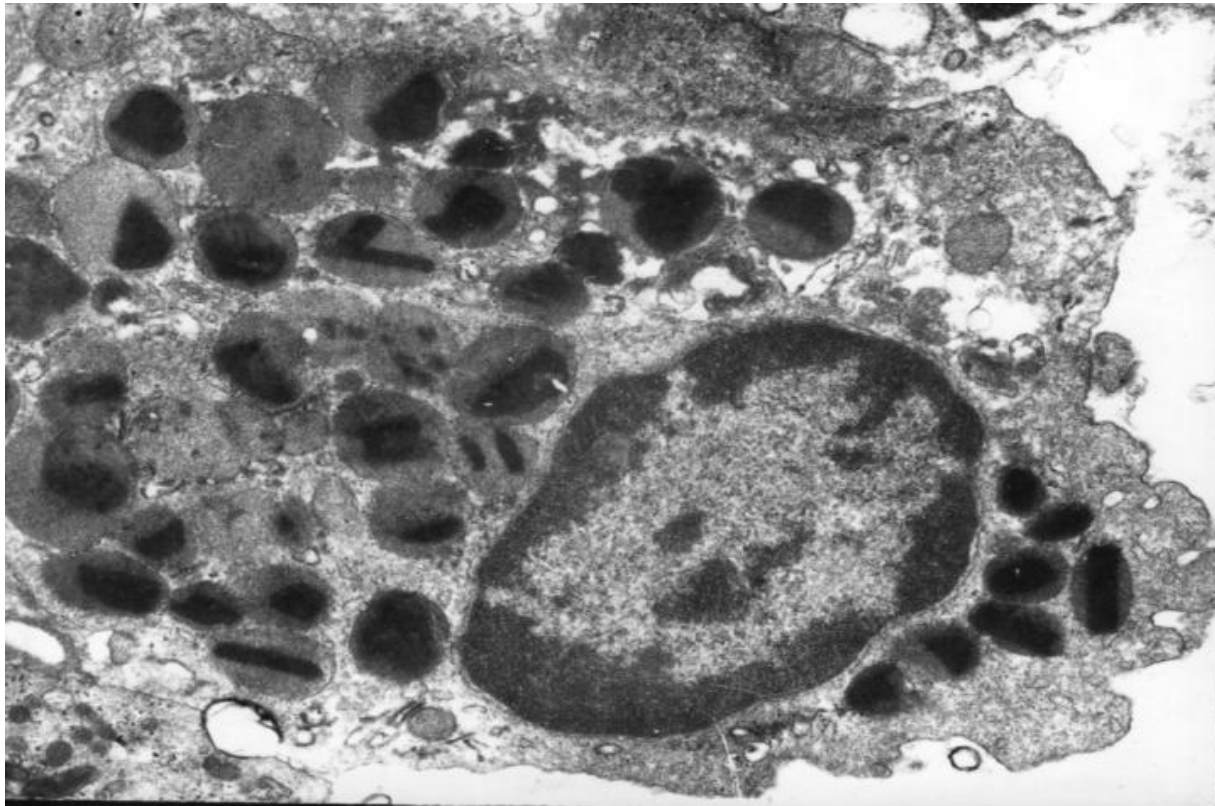
**EM:** 颗粒呈椭圆形, 有膜包被, 内含电子密度高的方形或长方形结晶体。

- 颗粒内含: 酸性磷酸酶, 过氧化物酶  
芳基硫酸酯酶, 组胺酶, 也是一种溶酶体。

# 嗜酸性粒细胞 (LM)



# 嗜酸性粒细胞 (TEM)





---

- 功能：

- ① 减轻过敏反应

- ② 杀灭寄生虫

当患过敏性疾病或寄生虫疾病时，血液中嗜酸性粒细胞数量增加。

- 寿命：血液中停留数小时，在组织中可存活8~12天。

### 3. 嗜碱性粒细胞

(basophilic granulocyte, basophil)

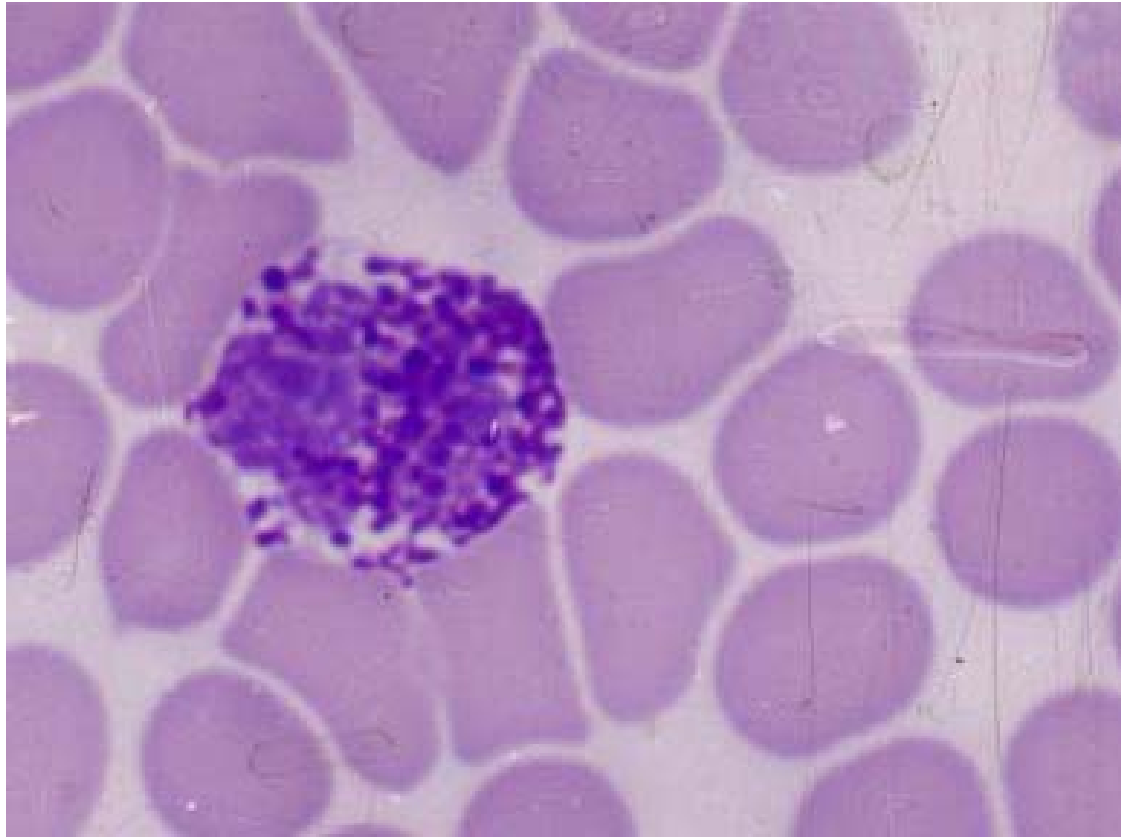
**LM:** 球形, 直径 $10\sim 12\mu\text{m}$ 。胞核不规则, 分叶或呈S形, 着色较浅, 常被胞质内的嗜碱性颗粒所掩盖。颗粒大小不等, 分布不均, 被染成蓝紫色。

**EM:** 颗粒电子密度高, 呈圆形或椭圆形, 有膜包裹, 内含肝素、组胺等, 细胞基质内有白三烯。

**功能:** 参与过敏反应

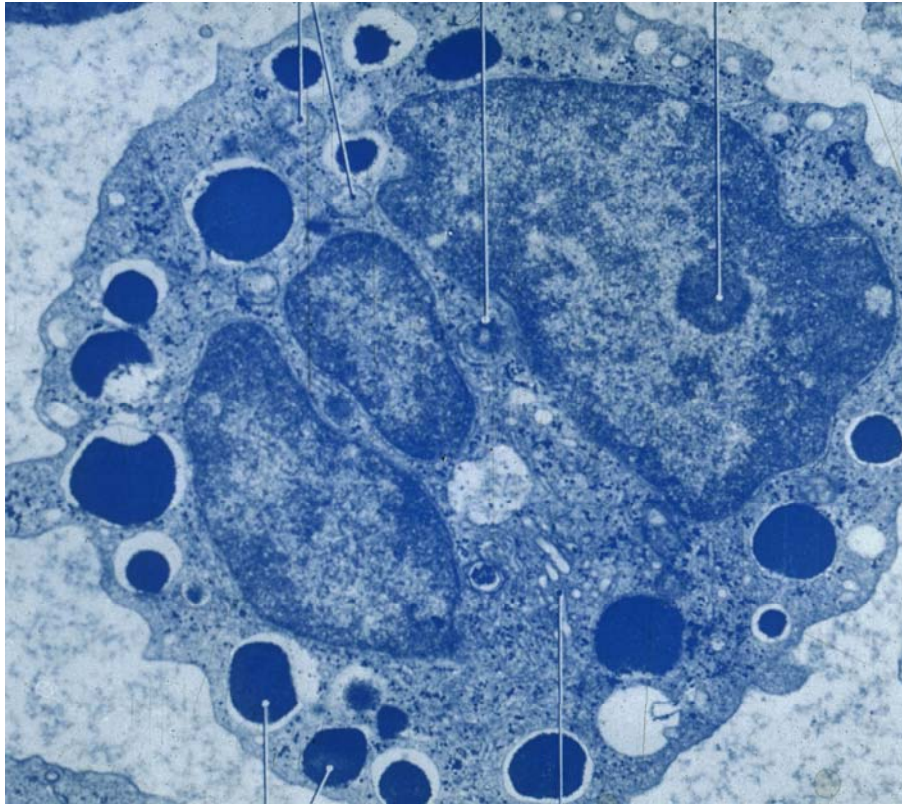
**寿命:** 在组织中存活 $12\sim 15$ 天。

# 嗜碱性粒细胞 (LM)





# 嗜碱性粒细胞 (TEM)





## 4. 淋巴细胞 (lymphocyte)

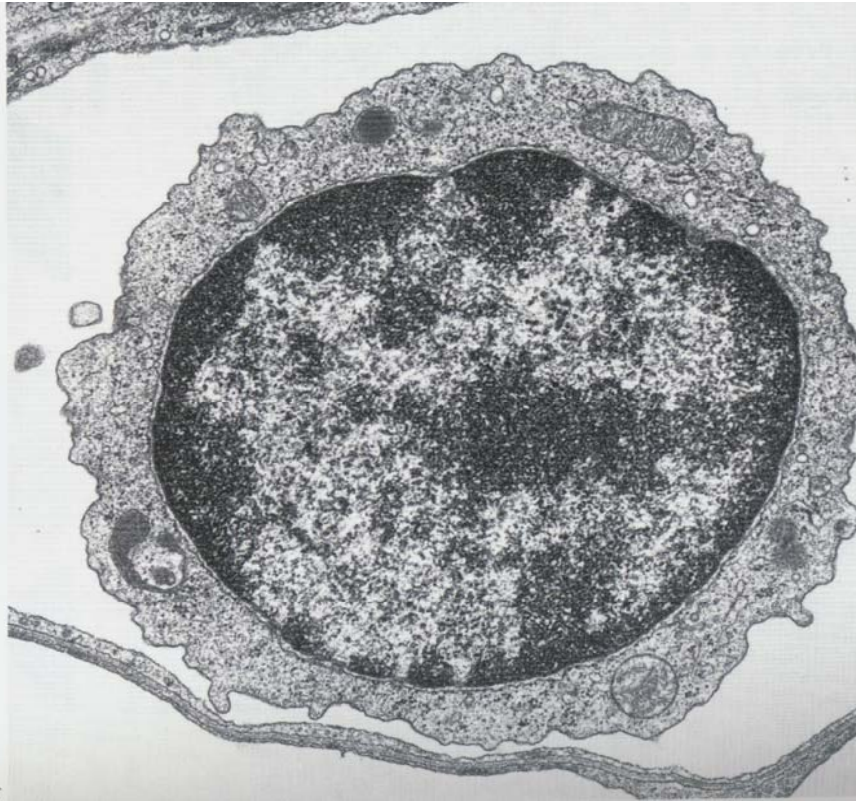
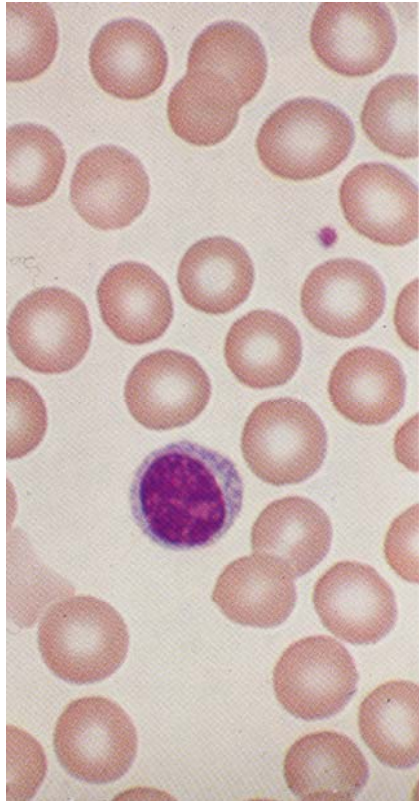
---

**LM:** 一般为圆形或椭圆形，大小不等。分为小、中、大淋巴细胞，其中小淋巴细胞数量最多。胞核圆形，一侧常有小凹陷，核大，染色质致密呈块状。胞质很少，染成天蓝色

**EM:** 胞质内的主要成分是游离核糖体，  
含少量嗜天青颗粒（无过氧化物酶）。

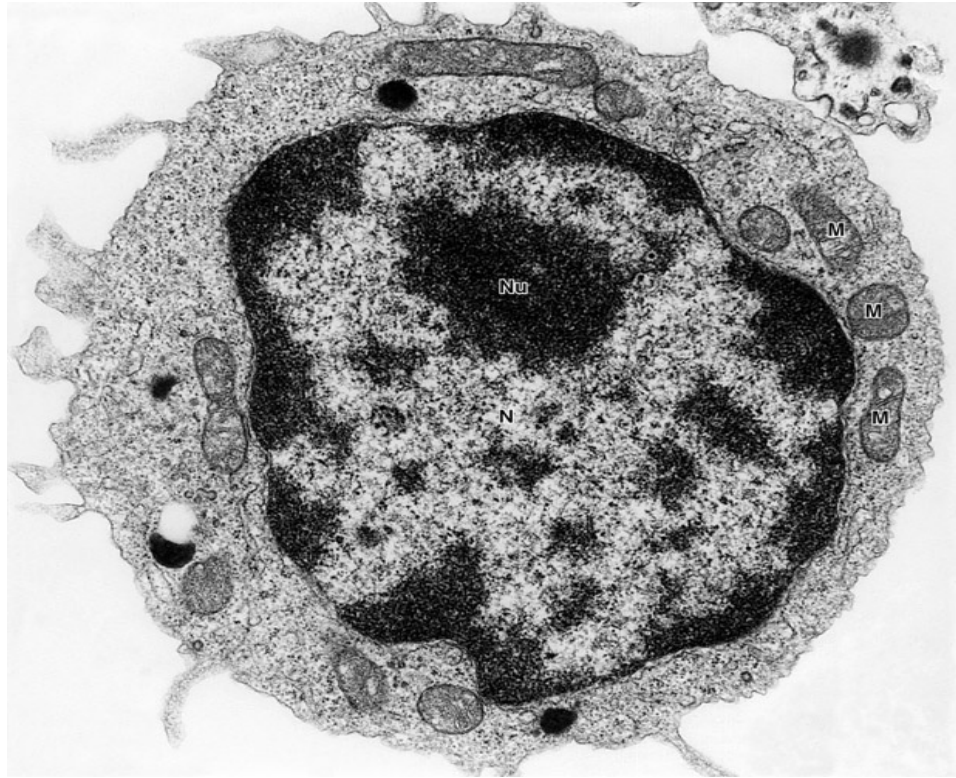
**功能:** 根据它们的发生部位、表面特征、寿命长短和免疫功能不同分为：**T**细胞、**B**细胞和**NK**细胞

# 小淋巴细胞 (LM and TEM)



a)

# 淋巴细胞 (TEM)





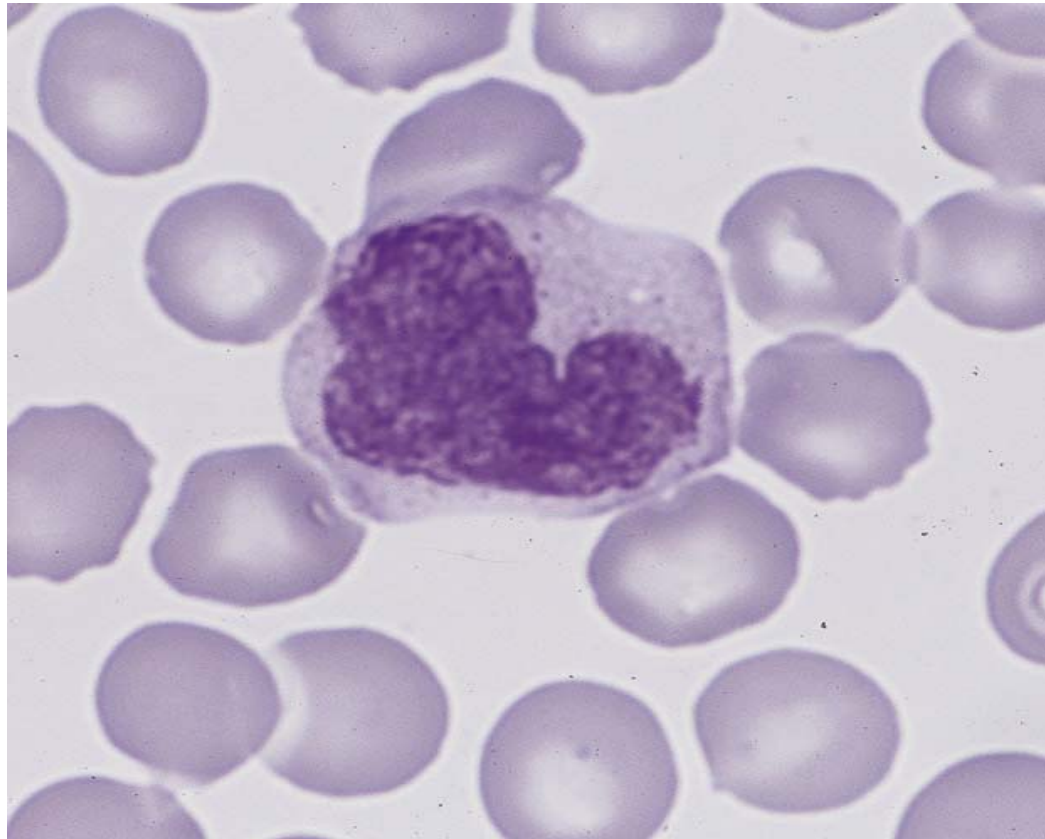
## 5. 单核细胞 (monocyte)

---

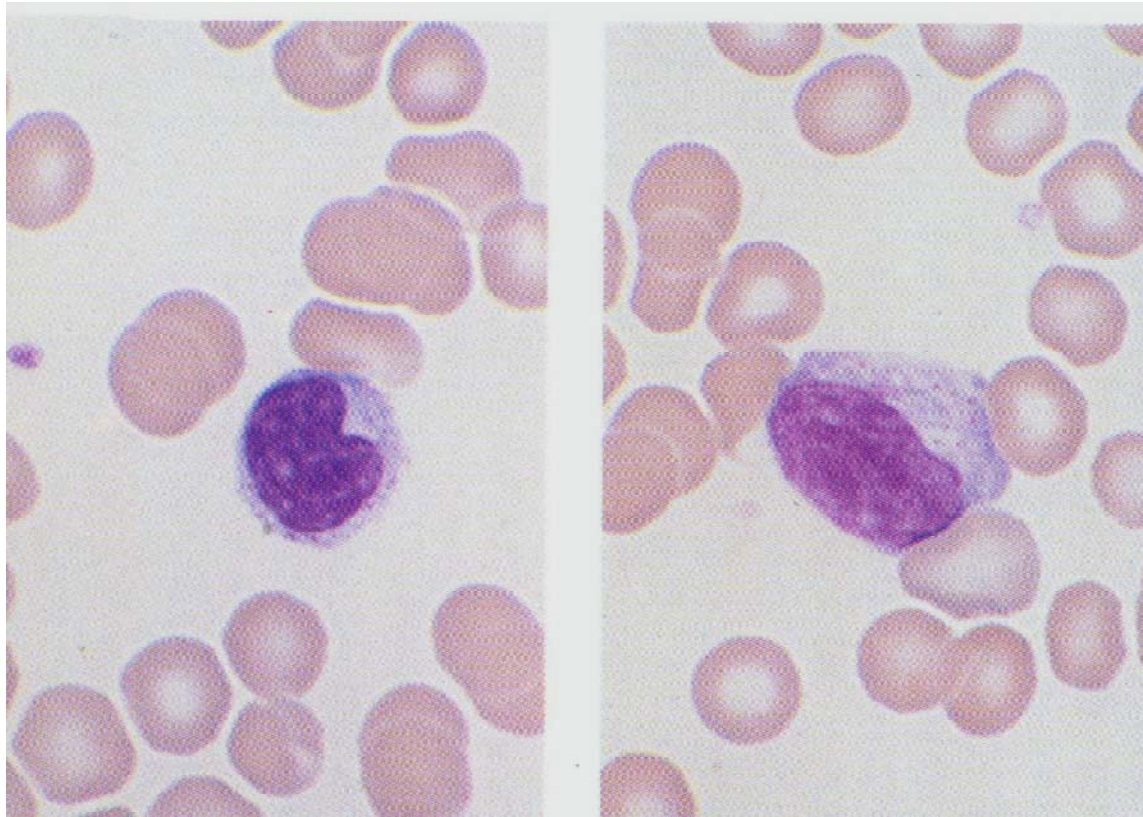
LM: 是白细胞中体积最大的细胞，直径14~20  $\mu\text{m}$ ，圆形或椭圆形。胞核呈卵圆形，肾形、马蹄形或不规则形，核常偏位，核染色质细而分散，故着色浅。胞质弱嗜碱性，染成灰蓝色，含有许多细小的嗜天青颗粒（含过氧化物酶）。

EM: 细胞表面有皱褶、伪足和微绒毛，胞质内有许多吞噬泡，线粒体，粗面内质网和溶酶体样结构

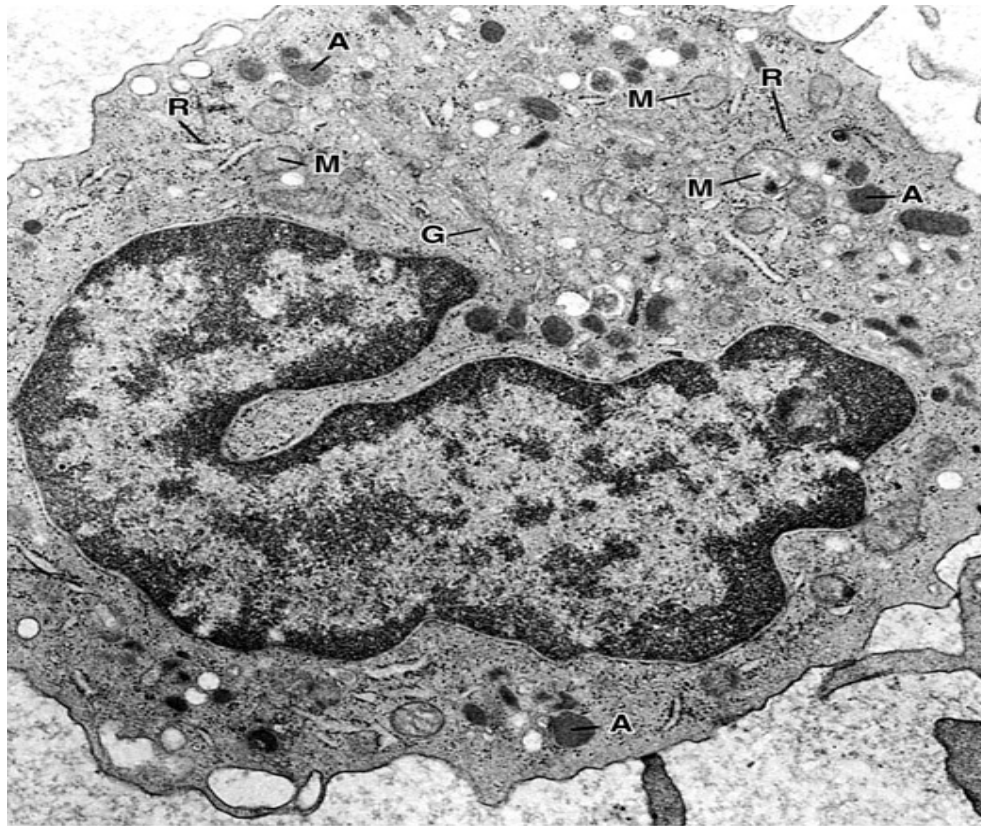
# 单核细胞 (LM)



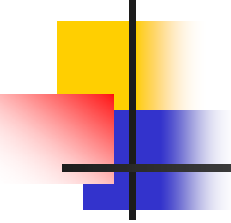
# 大淋巴细胞与单核细胞 (LM)



# 单核细胞 (TEM)







---

功能：单核细胞进入结缔组织后分化为巨噬细胞，进入肝则成为**Kupffer**细胞，进入神经组织则成为小胶质细胞等。在体内不同的微环境中，形态和功能亦不完全相同。

- 寿命：**2个月或更长。**



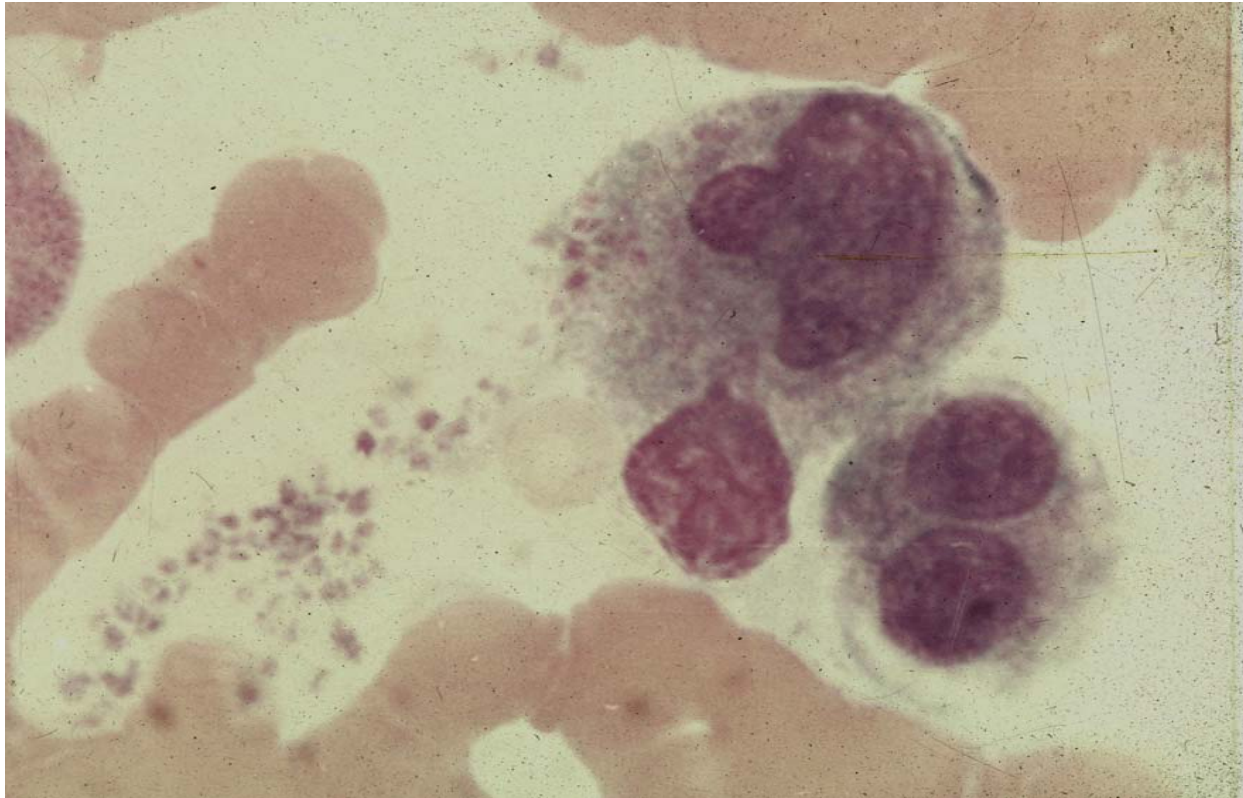
### (三) 血小板 (blood platelets)

---

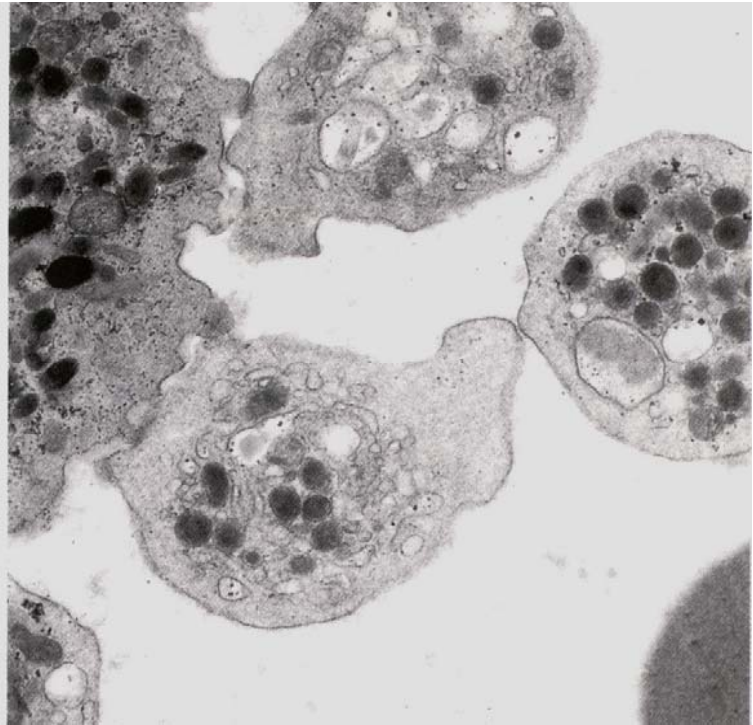
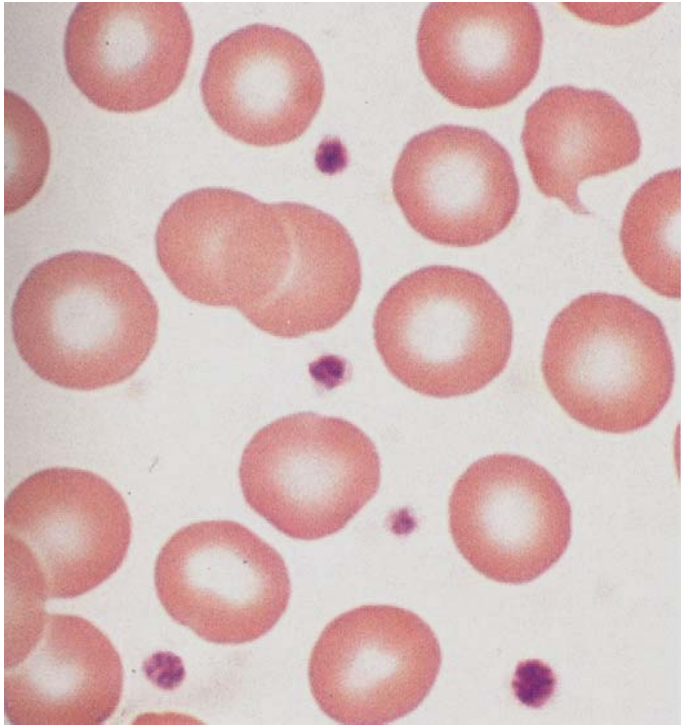
- 又称血栓细胞 (thrombocyte), 是骨髓中巨核细胞胞质脱落下来的小块, 故无细胞核, 表面有完整的细胞膜。

**LM:** 直径 $2\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m}$ , 呈双凸圆盘状, 易受机械、化学刺激伸出突起, 呈不规则形。在血涂片中, 血小板常聚集成群。血小板周围呈透明的浅蓝色, 称透明区, 中央部分有紫蓝色颗粒, 称颗粒区。

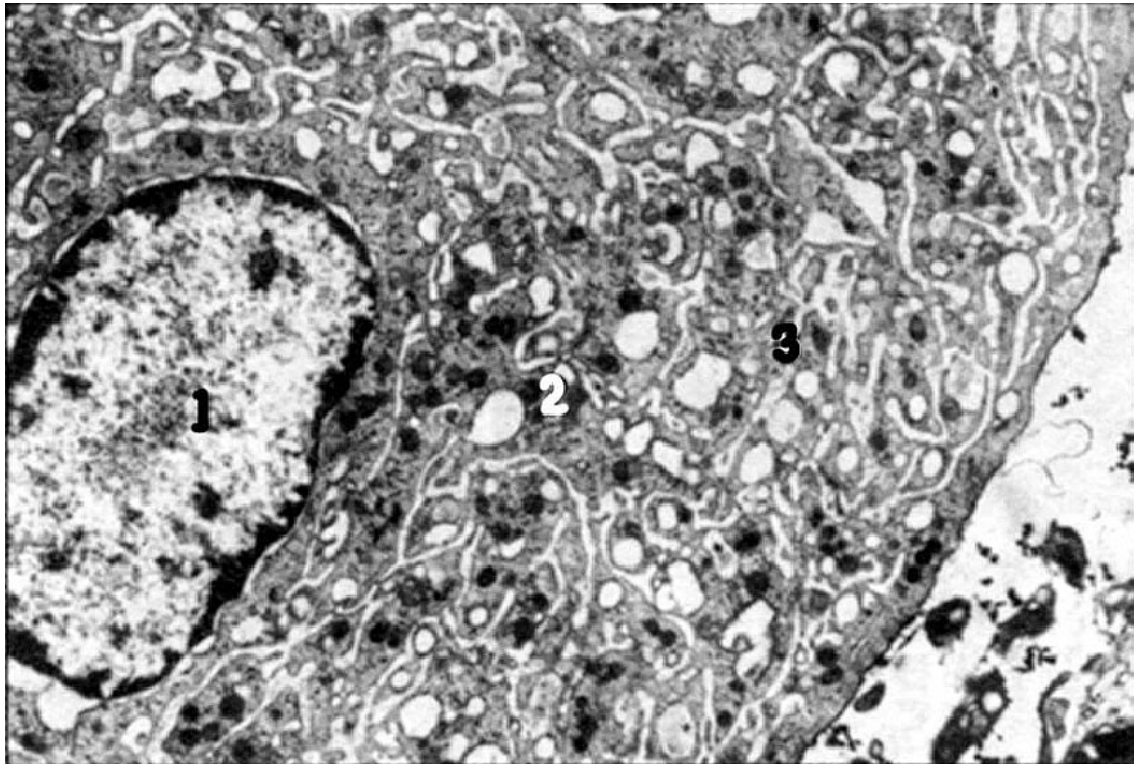
# 巨核细胞 (LM)

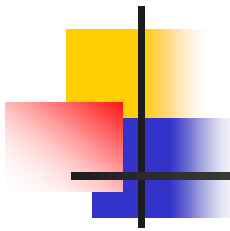


# 血小板 (LM and TEM)



# 巨核细胞 (TEM)





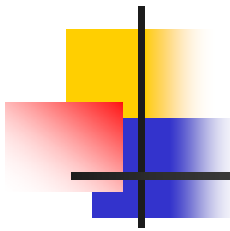
**EM:** 血小板的膜表面有糖衣，能吸附血浆蛋白和凝血因子III。血小板膜内陷形成许多弯曲的管道，扩大其表面积。

透明区：微管和微丝，维持血小板的形态。

颗粒区：含有血小板颗粒、小管系、线粒体、糖原等。

血小板颗粒有两种：

①特殊颗粒，体积较大，密度中等。含有凝血因子III、酸性水解酶等。



---

②致密颗粒，体积小、电子密度高。含有**ATP**、**ADP**、**5-羟色胺**、钙离子等。

小管系：①开放小管，开口于血小板表面，借此摄取血浆物质和释放颗粒内容物；

②致密小管，封闭小管，多分布在血小板周边，能收集钙离子和合成前列腺素。



---

功能：在止血和凝血过程中起重要作用。

血小板还有保护血管内皮、参与内皮修复、防止动脉粥样硬化的作用。

- 寿命：7~14天。

血小板减少：

低于 $50 \times 10^9/L$ 则有出血的危险。





## 二、血细胞的发生 (Haemopoiesis)

---

### 血细胞的新陈代谢

造血器官：卵黄囊→肝→脾→骨髓

- 从胚胎后期至生后终身，骨髓成为主要的造血器官，产生红细胞系、粒细胞系、单核细胞系和巨核细胞-血小板系，这些细胞系称为髓系细胞。此外淋巴器官和淋巴组织可产生和增殖淋巴细胞。



## (一) 骨髓的微细结构

---

- 骨髓分为红骨髓 (red bone marrow)
- 黄骨髓 (yellow bone marrow)
- 红骨髓有造血功能，黄骨髓内仅有少量幼稚的血细胞，仍保持造血潜能，当机体需要时可转变为红骨髓，进行造血。
- 红骨髓主要由造血组织和血窦组成。



# 1. 造血组织

---

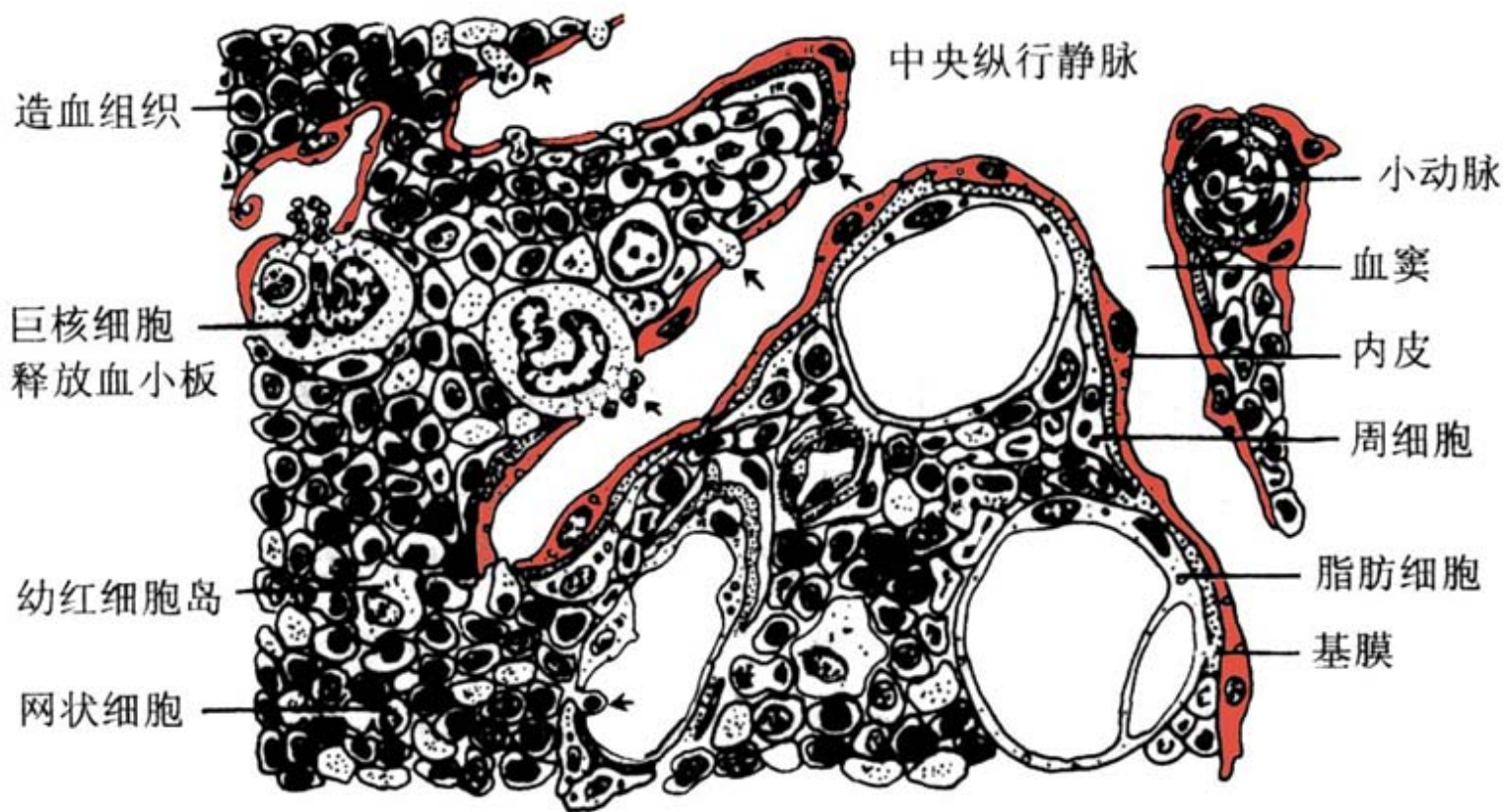
主要由网状组织和造血细胞组成

即：网状细胞和网状纤维构成支架，网眼内充满不同发育阶段的各种血细胞及少量的造血干细胞、巨噬细胞、脂肪细胞和间充质细胞等。

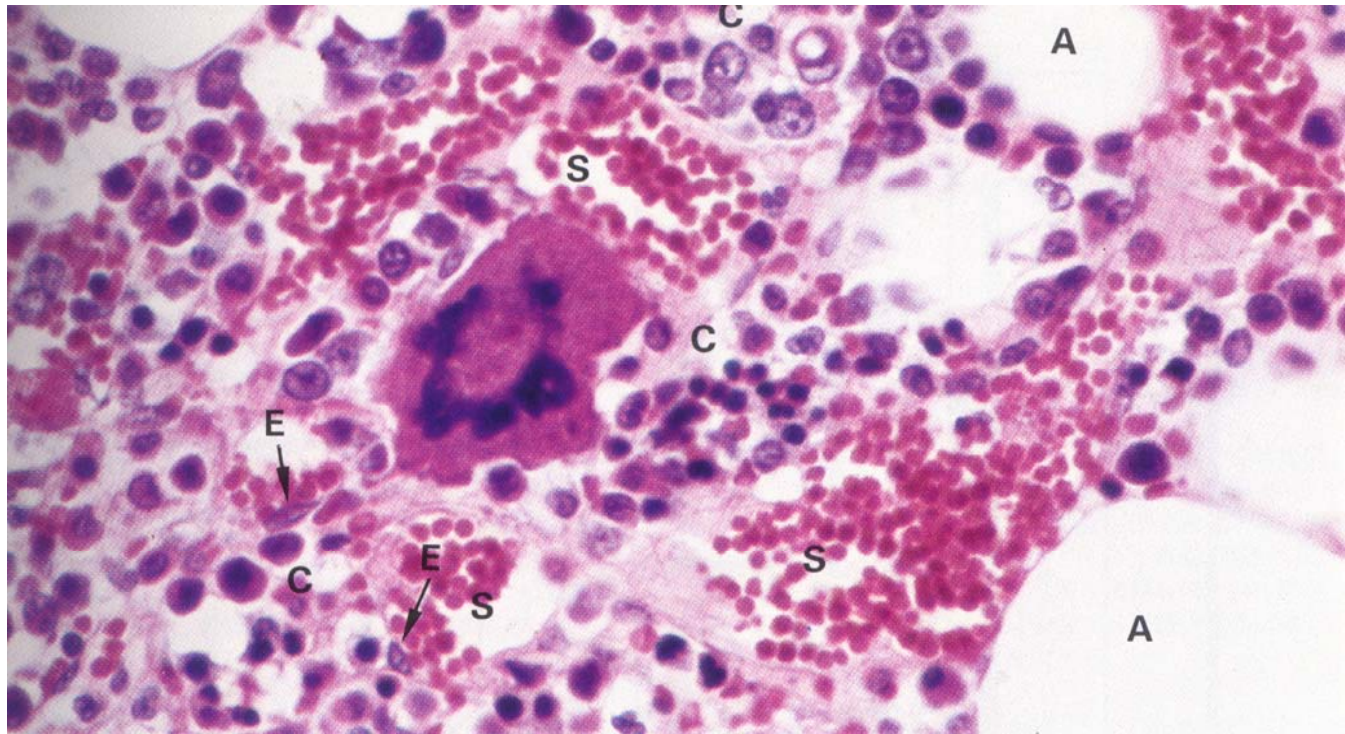
造血诱导微环境

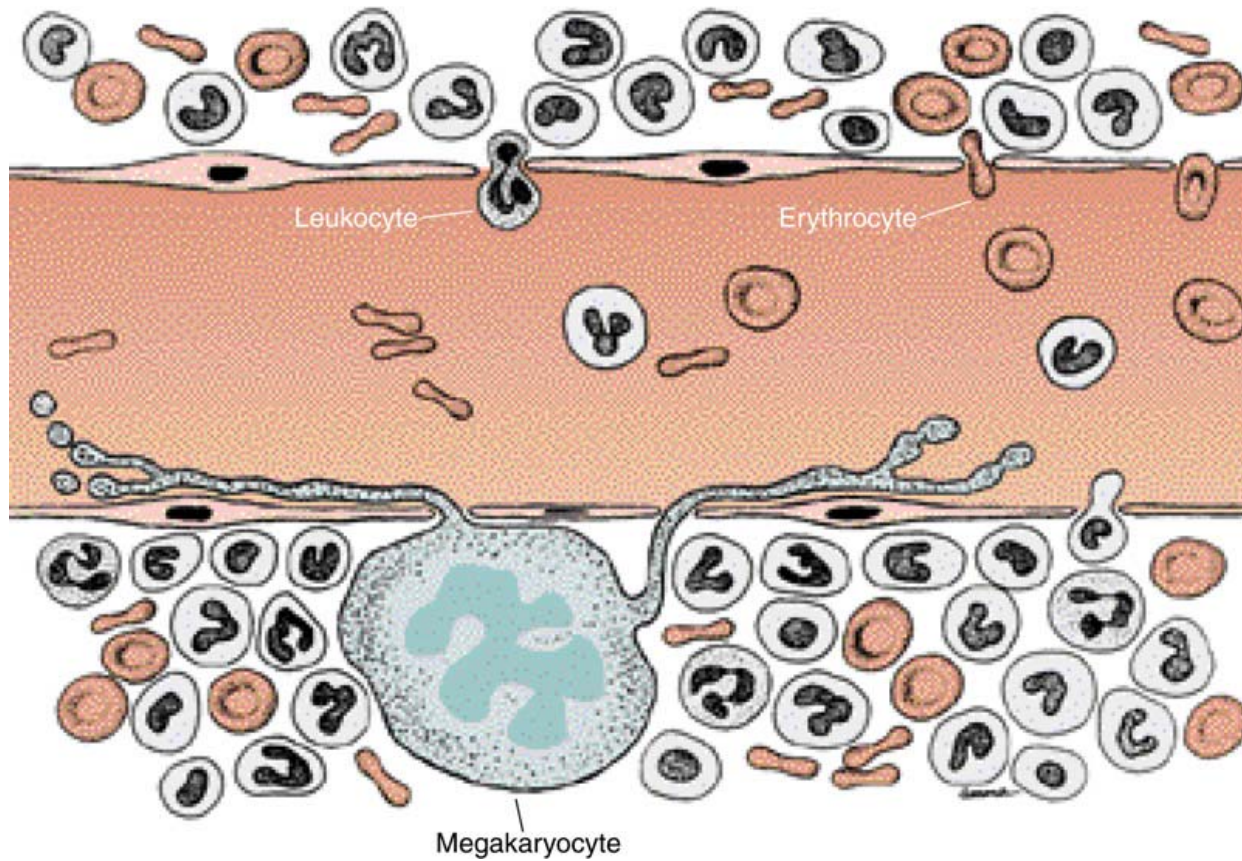
## 2. 血窦

# 骨髓微细结构模式图

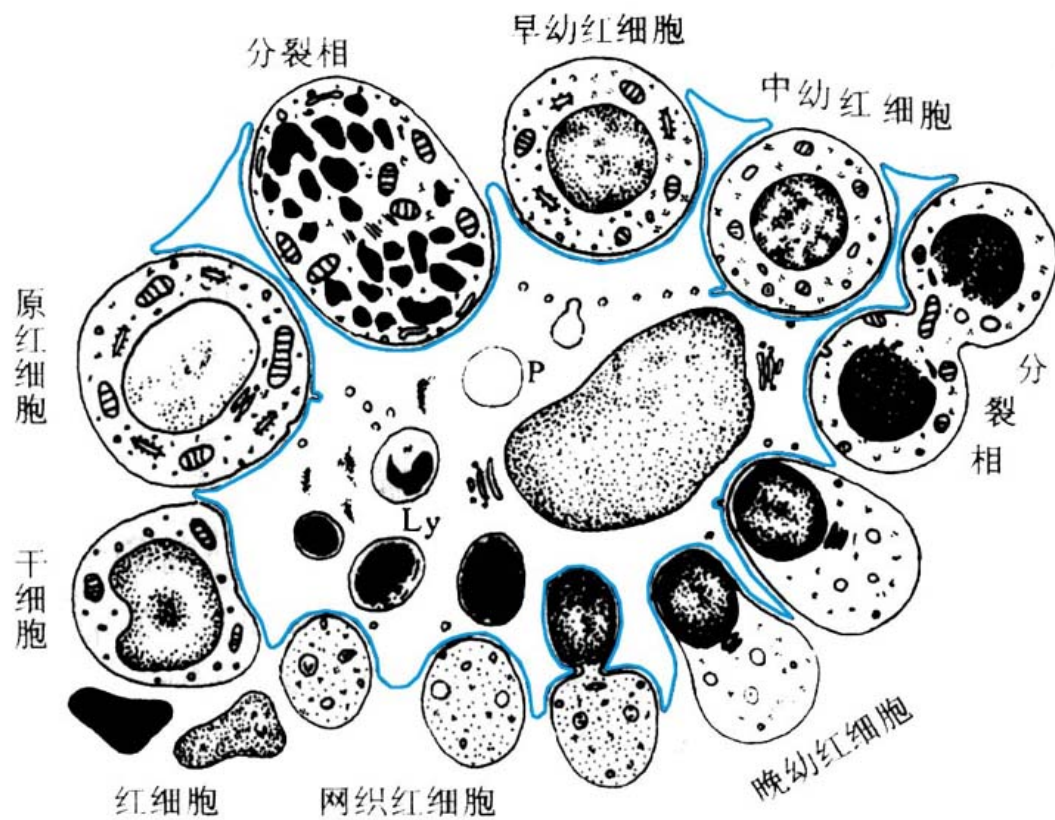


# 红骨髓 (LM)



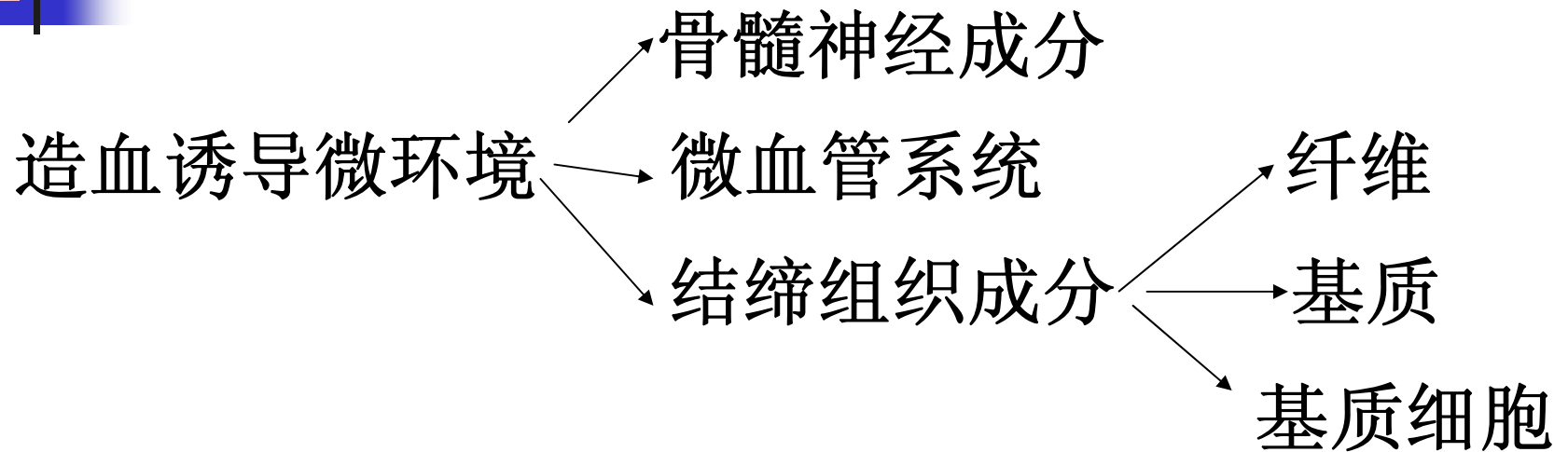


# 幼红细胞岛模式图



# 造血诱导微环境

(Hemopoietic inductive microenvironment, HIM)



基质细胞（**stromal cells**）：网状细胞，成纤维细胞，血窦内皮细胞，巨噬细胞和脂肪细胞

基质细胞的功能：支持，分泌体液因子，调节造血细胞的增殖分化。





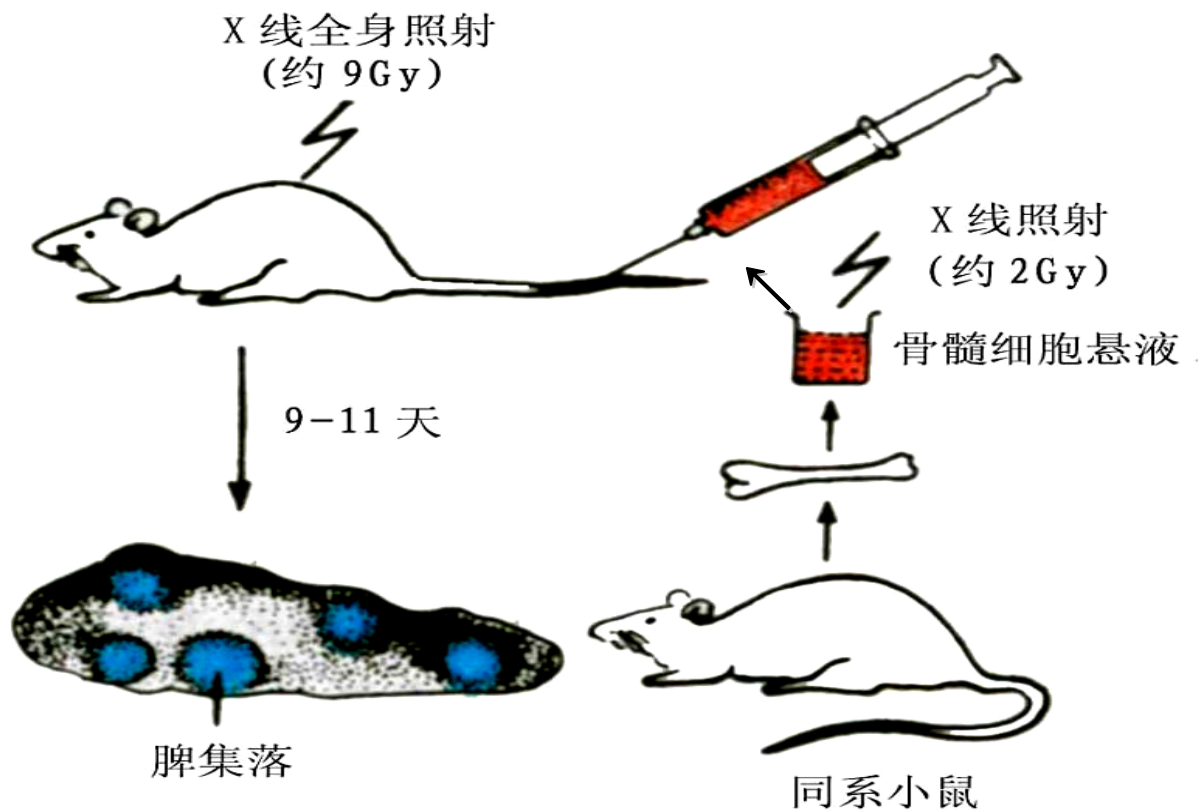
## (二) 造血干细胞和造血祖细胞

---

造血干细胞(**hemopoietic stem cell**): 是生成各种血细胞的原始细胞, 又称多能干细胞(**multipotential stem cell**)。

基本特性: ①有很强的增殖潜能  
②有多向分化能力  
③有自我复制能力

# 脾集落生成示意图





## 造血祖细胞

- 也称定向干细胞，造血干细胞在一定微环境和某些因素的调节下，增殖分化为各类血细胞，它能向一个或几个血细胞系定向增殖分化（增殖能力有限）。
- 目前已确认的造血祖细胞有：
  - ①红细胞系造血祖细胞-红细胞生成素（肾）
  - ②中性粒细胞-巨噬细胞系造血祖细胞  
粒细胞生成素（巨噬细胞产生）
  - ③巨核细胞系造血祖细胞-血小板生成素



---

■ 发育中血细胞的分布规律：

- ① 幼稚红细胞常位于血窦附近，成群嵌附在巨噬细胞表面，构成幼红细胞岛；
- ② 幼稚粒细胞多远离血窦；
- ③ 巨核细胞常靠近血窦内皮间隙，将胞质突起伸入窦腔，脱落形成血小板。



## (三) 血细胞发生过程的形态演变

各种血细胞的发育大致可分为三个阶段：

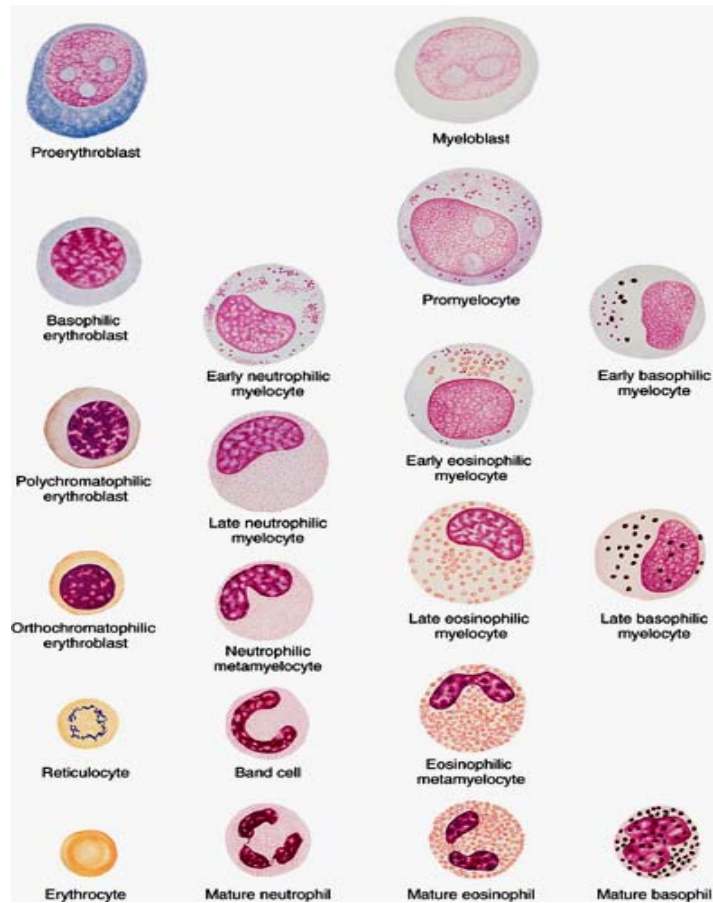
- 原始阶段
- 幼稚阶段(早、中、晚三期)
- 成熟阶段

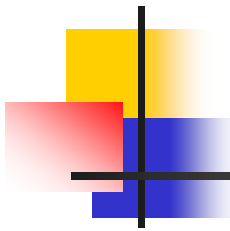
### 1. 血细胞发生：

形态变化的一般规律：

- ①胞体由大变小。但巨核细胞由小变大。
- ②胞核由大变小，红细胞核最后消失，粒细

# 血细胞发生的一般规律模式图





---

胞核由圆形逐渐变成杆状乃至分叶，巨核细胞的核由小变大且呈分叶状。

③胞质的量由少逐渐增多，胞质嗜碱性逐渐变弱，但单核细胞、淋巴细胞仍保持嗜碱性；胞质内的特殊结构如红细胞中的血红蛋白、粒细胞中的特殊颗粒，均由无到有，并逐渐增多。



---

④细胞的分裂能力从有到无。但淋巴细胞保持潜在的分化能力。

(1) 红细胞的发生：

红细胞的发生历经原红细胞、早幼红细胞，中幼红细胞、晚幼红细胞胞, 后者脱去胞核成为网织红细胞最终成为完全成熟的红细胞。





## (2) 粒细胞发生

---

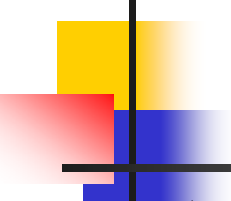
粒细胞发生历经原粒细胞、早幼粒细胞、中幼粒细胞和晚幼粒细胞，进而分化为成熟的杆状核和分叶核粒细胞。

### (3) 单核细胞发生:

单核细胞发生经过原单核细胞和幼单核细胞变为单核细胞

### (4) 血小板的发生:

原巨核细胞，经幼巨核细胞发育成为巨核细胞



■ 巨核细胞形态不规则，胞体大，直径达**40 μ m**~**70 μ m**，细胞核分叶状，。

**EM:** 胞质内有许多血小板颗粒，还有许多滑面内质网形成的网状小管，将胞质分隔成许多小区，每个小区即是一个未来的血小板。可见到巨核细胞伸出细长的胞质突起伸入到血窦腔内，其胞质末端脱落即成为血小板。每个巨核细胞大约可生成**2000**个血小板。