الانسجة الحيوانية النظري

المحاضرة الرابعة: الدم والجهاز المكون للدم

المرحلة الثالثة

قسم علوم حياة/ كلية العلوم/ جامعة الانبار

إعداد الدكتور

أحمد سامي فرحان

الـدم BLOOD

يعد الـدم نسيج رابط متخصص ويتكون من خلايا الدم والمادة البينية (البلازما)، ويبلغ حجم البلازما 55% من حجم الدم و44% خلايا الدم الحمراء و1% خلايا الدم البيضاء.

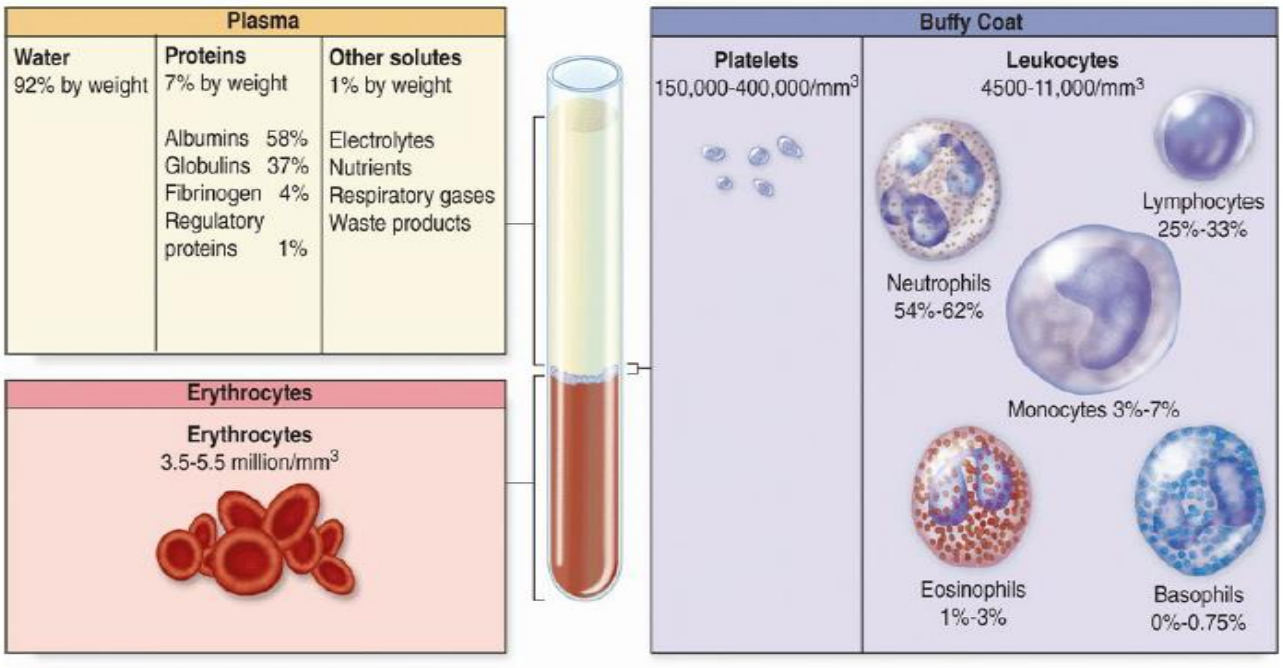


FIGURE 12–1 Composition of whole blood.

البلازما Plasma

تمثل البلازما المادة البينية في الدم وهي محلول مائي يحتوي جزيئات كبيرة اهمها البروتينات التي تشكل حوالي 7% من حجم البلازما وكذلك الهرمونات والفيتامينات والاحماض الامينية والبروتينات الدهنية وتشكل مجتمعة نسبة 2% من حجم البلازما. واهم بروتينات البلازما:

- مولد الليف fibrinogen الذي يولد الياف الخثرة الدموية.
- الكلوبين globin يدخل في تركيب الاجسام المضادة التي تخص المناعة.
- الالبومين albumin وهو البروتين الرئيسي في البلازما ويؤدي دور مهم استقرار الضغط الأسموزي للدم.

ويحتوي البلازما على بعض الاملاح التي تشكل نسبة 1% من حجم البلازما كأملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم وغيرها، وتوجد مركبات أخرى في البلازما كالفضلات النيتروجينية وغيرها.

خلايا الدم الحمراء Red blood cells

تتسم خلايا الدم الحمراء بالصفات التالية:

1. لها شكل كريات مقعرة من الوجهين مما يسهل التبادل الغازي.
2. لا تحتوي نوى ويبلغ عمر خلايا الدم الحمراء 120 يوم.
3. لها قطر بحدود 7.5 مايكرون ويبلغ سمكها 2.5 مايكرون، وتسمى الخلايا التي يقل قطرها عن 6 مايكرون الخلايا الصغيرة microcytes في حين تدعى تلك التي يزيد قطرها عن 9 مايكرون بالخلايا الكبيرة macrocytes.
4. يبلغ عددها 4 – 6 مليون خلية في الرجال و4 – 5.5 مليون خلية في النساء.
5. تشكل صبغة الهيموغلوبين ثلث حجم الخلية.

خلايا الدم البيضاء Leukocytes

لا تشكل هذه الخلايا مكونات دائمة في بلازما الدم وذلك لأنها تتحرك من الاوعية الدموية الى السائل البيني حول الانسجة. ومن اهم الصفات العامة لخلايا الدم البيضاء:

- لها شكل كروي عندما تكون معلقة في بلازما الدم ولكنها تتسطح عند مواجهة الاجسام الغريبة.
- تستطيع مغادرة مجرى الدم الى الانسجة الرابطة للدفاع عن الجسم.
- يتراوح عددها بين 15000 الى 25000 عند حديثي الولادة لينخفض عددها عند البالغين بين 6000 الى 10000 خلية في المايكرولتر الواحد.

تقسم خلايا الدم البيضاء حسب وجود الحبيبات في السايتوبلازم وشكل النوى الى:

A. **خلايا الدم البيضاء الحبيبية Granulocytes** وهي خلايا حاوية على حبيبات في السايتوبلازم وتكون النوى مفصصة، وتضم ثلاثة انواع:

1) خلايا الدم المتعادلة Neutrophils تدعى ايضاً خلايا الدم البيضاء مفصصة النوى polymorphonuclear leukocytes واهم صفاتها:

- لها قطر يتراوح بين 12–15 مايكرون وتشكل نسبة 60–70% من عدد خلايا الدم البيضاء.
- لنواها عدة فصوص (2–5).
- تحتوي حبيبات خاصة كروية أو عصوية في السايتوبلازم.
- عمرها قصير في الدم 6–7 ساعات واطول في النسيج الرابط 1–4 يوم.
- تشكل خط دفاعي ضد الاحياء الدقيقة وخاصة البكتريا.

2) خلايا الدم الحامضية Acidophils لهذه الخلايا سمات أبرزها:

- لها قطر يتراوح بين 12–15 مايكرون وتشكل نسبة 2–4% من عدد خلايا الدم البيضاء.
- لها نوى بفصين فقط.
- تحتوي على حبيبات قاعدية تصطبغ بالصبغة الحامضية.
- تشكل خط دفاعي ضد الاحياء الدقيقة وخاصة الطفيليات.

3) خلايا الدم القاعدية Basophils تتصف بما يلي:

- لها قطر يتراوح بين 12–15 مايكرون وتشكل نسبة تقل عن 1% من عدد خلايا الدم البيضاء.
- لها نوى بشكل حرف S.
- تحتوي حبيبات خاصة تصطبغ باللون الازرق

B. خلايا الدم البيضاء غير الحبيبية Agranulocytes لهذه الخلايا نوى كروية أو مثلمة وهي لا تحتوي على حبيبات، وتضم نوعين من الخلايا:

1. **الخلايا اللمفاوية Lymphocytes** تصنف هذه الخلايا الى عدة مجموعات اعتماداً على وجود جزيئات معينة في سطح الخلايا تحدد بطريقة الكيمياء الخلوية المناعية **Immunocytochemistry**, ويتراوح قطر الصغيرة منها بين 6–8 مايكرون وتشكل 5%, وقطر الخلايا الكبيرة يصل 18 مايكرون وتتمايز الى نوعين الخلايا البائية B–lymphocyte تشكل حوالي 15% والخلايا التائية T–lymphocyte وتشكل نسبة 80%.

2. الخلايا الوحيدة Monocytes لهذه الخلايا صفات اهمها:

- لها قطر يتراوح بين 12–20 مايكرون ولها انوية تتخذ شكل حذوة الحصان.

- تشكل 3-8% من خلايا الدم البيضاء.
- تعيش لفترة بين 24-200 يوم.

الصفائح الدموية Platelets

هي اجزاء خلوية وتدعى احياناً خلايا الخثرة الدموية thrombocytes غير انها لا تحتوي نوى، ومن ابرزت صفاتها:

- لها شكل صفائح وبقطر يتراوح بين 2-4 مايكرون.
- يتراوح عددها بين 200-400 الف في كل مايكرون من الدم.
- تلتصق مع بعضها لتكون خثرة عند حدوث جروح بمساعدة عدة عوامل.

جهاز تكوين الدم *HEMOPOIESIS SYSTEM*

تمتلك خلايا الدم الناضجة فترة حياة قصيرة نسبيا ويجب استبدالها باستمرار بسلسلة من الخلايا الجذعية المنتجة في الأعضاء المنتجة للدم. في المرحلة المبكرة من التطور الجنيني البشري تنشأ خلايا الدم من **الكيس الجنيني yolk sac** وفي الثلث الثاني من الحمل يتكون الدم في **الكبد والطحال**، وفي الثلث الثالث يصبح **نخاع العظام** العضو الرئيسي للدم. وبعد الولادة والى الطفولة تنشأ كريات الدم الحمراء والخلايا الحبيبية والوحيدات والصفائح الدموية من الخلايا الجذعية الموجودة في نخاع العظام. وتنشأ الخلايا الليمفاوية عن طريق الخلايا الجذعية اللمفاوية في النخاع العظمي وفي الأعضاء اللمفاوية التي تهاجر إليها الخلايا الأولية.

الخلايا الجذعية المكونة للدم Pluripotent Hemopoietic Stem Cells

الخلايا الجذعية هي خلايا متعددة القدرات إذ ان لها القادرة على الانقسام غير المتماثل والتجديد الذاتي أي تنقسم بعض الخلايا الجذعية الى خلايا متخصصة لتكون نوع محدد من خلايا الدم في حين ينقسم البعض الاخر ليبقي الخلايا الجذعية بعدد ثابت. وبذلك يتم الاحتفاظ بعدد ثابت من الخلايا الجذعية.

ويعتقد أن جميع خلايا الدم تنشأ من نوع واحد من الخلايا الجذعية في النخاع العظمي وتسمى خلية جذعية متعددة القدرات لأنها يمكن أن تنتج جميع أنواع خلايا الدم. وتتكاثر الخلايا الجذعية متعددة القدرات وتشكل سلالتين خلويتين رئيسيتين: واحدة للخلايا اللمفاوية وأخرى للخلايا النخاعية. وتشمل الخلايا النخاعية الحبيبية ووحيدات الخلية وكريات الدم الحمراء والخلايا العملاقة megakaryocytes المكونة للصفائح الدموية. وفي وقت مبكر من تطور الخلايا تهاجر الخلايا اللمفاوية من النخاع العظمي إلى الغدة الصعترية thymus gland أو إلى الغدد اللمفاوية lymph nodes أو الطحال spleen أو غيرها من التراكيب اللمفاوية للتمايز هناك.

نخاع العظم BONE MARROW

تنتج خلايا الدم بمعدل طبيعي في النخاع العظمي في الظروف الطبيعية ويزداد نشاط النخاع العظمي عند احتياج الجسم. ويوجد نخاع العظام والخلايا الدهنية في العظام الطويلة وفي العظام الإسفنجية. وهناك نوعان من نخاع العظم: **نخاع العظم الأحمر red bone marrow** (يكون الدم) ينتج لونه من خلال وفرة الدم **ونخاع العظم الأصفر yellow bone marrow** وهو مليء بالخلايا الشحمية والخلايا المكونة للدم. وفي حديثي الولادة كل العظام تحوي النخاع الأحمر وتنشط في إنتاج خلايا الدم ولكن عند نمو الطفل يتحول معظم النخاع تدريجيا إلى الصنف الأصفر في العظام الطويلة. وعند ظروف معينة مثل النزيف الشديد أو نقص الأكسجين يعود النخاع الأصفر إلى اللون الأحمر.

يتكون نخاع العظم الأحمر من **حشوة** stroma مكونة من نسيج رابط وحبال أو جزر cords or islands حاوية على الخلايا المكونة للدم وشعيرات دموية جيبية sinsudal blood capillaries. وعند تكون خلايا الدم في الحبال أو الجزر المكونة للدم تدخل تلك الخلايا الى الشعيرات الجيبية ثم الى الدورة الدموية. ويعد نخاع العظم الأحمر موقع تحطيم خلايا الدم الحمراء المتضررة وبذلك تخزن الحديد المشتق من تحطم الهيموجلوبين.

نضج خلايا الدم الحمراء MATURATION OF ERYTHROCYTES

تنقسم الخلايا الجذعية في نخاع العظم لتكون مجموعة من الخلايا تمر بمراحل:

- **ارومة الدم الحمراء الاولية proerythroblast:** وهي خلية كبيرة الحجم وذات سايتوبلازم قاعدي والنواة فيها الكروماتين والنويات بشكل مفكك.
- **ارومة الدم الحمراء القاعدية basophilic erythroblast:** هنا يكون السايتوبلازم أكثر قاعدية والنواة مكثفة وتكون النويات غير مرئية. ان السايتوبلازم القاعدي في هذه المرحلتين يكون نتيجة العدد الكبير من الرايبوسومات المصنعة لصبغة الهيموكلوبين.
- **ارومة الدم الحمراء متعددة الاصباغ polychromatophilic erythroblast:** خلال المرحلة الثالثة يقل حجم الخلية وتتناقص اعداد الرايبوسومات ويملئ السايتوبلازم بالهيموكلوبين مما يؤدي لتكون منطقة قاعدية ومنطقة حامضية في السايتوبلازم.
- **ارومة الدم الحمراء الحامضية الصبغة orthochromatophilic erythroblast:** في المرحلة الرابعة تتكثف النواة أكثر وتفقد الصبغة القاعدية وبذلك يصبح السايتوبلازم حامضي.
- **خلايا الدم الشبكية reticulocyte:** واخيراً في هذه المرحلة تطرح النواة خارج هذه الخلية ويتم التهامها بواسطة الخلايا البلعمية. ولا تزال تمتلك هذه الخلية عدد قليل من الرايبوسومات لذا عند اصطباغها بصبغة خاصة (brilliant cresyl blue) تظهر الرايبوسومات بها بشكل شبكة. تذهب هذه الخلية الى مجرى الدم وتشكل 1 % من عدد كريات الدم الحمراء في الدم.
- **كريات الدم الحمراء erythrocytes:** في هذه المرحلة تفقد الكرية الرايبوسومات وتصبح الخلية ناضجة

نضج خلايا الدم البيض MATURATION OF GRANUOCYTES

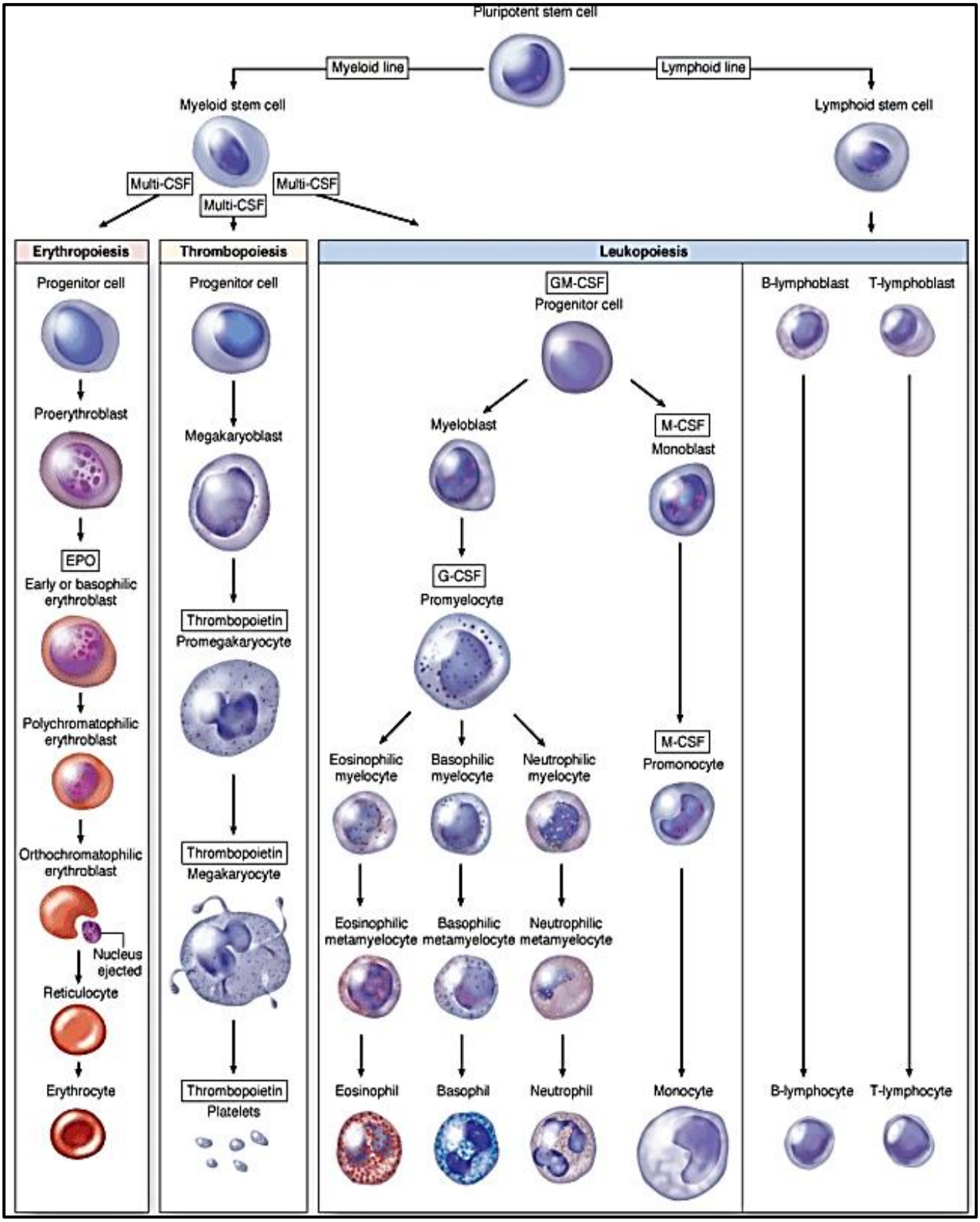
تتضمن عملية تكوين خلايا الد البيض Granulopoiesis عدة تغيرات في السايتوبلازم بتكوين حبيبات قاعدية خاصة (azurophilic granules) وتحوي هذه الحبيبات على انزيمات محللة. ومن أولى مراحل النضج التي يمكن تمييزها:

- **الارومة النخاعية myeloblast:** في هذه المرحلة تكون النوية باهته ولا يمكن رؤية الكروماتين.
- **مبتدئة الخلية النخاعية promyelocyte:** تمتاز الخلايا هنا بان لها سايتوبلازم قاعدية وفيها حبيبات خاصة حاوية على الانزيمات المحللة.
- **الخلية النخاعية myelocyte:** يتم في هذه المرحلة زيادة عدد الحبيبات بشكل تدريجي لتغطي معظم السايتوبلازم في مرحلة **الخلية النخاعية النهائية metamyelocyte**. وبالتالي تكون الخلية النخاعية المتعادلة neutrophilic metamyelocyte والخلية النخاعية القاعدية basophilic metamyelocyte والخلية النخاعية الحامضية eosinophilic metamyelocyte
- **الخلية المتعادلة والخلية القاعدية والخلية الحامضية:** تعد هذه المرحلة هي مرحلة النضوج التام.

منشأ الصفيحات الدموية ORIGIN OF PLATELETS

الصفيحات الدموية هي أجزاء من الغشاء السايتوبلازمي تتكون في نقي العظم من الخلية العملاقة **megakaryocytes**, والتي تتمايز من الارومة العملاقة **megakaryoblast** ذات الحجم 25 – 50 ميكرون وتحوي نواة كلوية أو بيضوية الشكل كبيرة الحجم وذو سايتوبلازم قاعدي.

للخلية العملاقة حجم 35 – 150 ميكرون ولها نواة مفصصة ولهذه الخلية أذرع سايتوبلازمية طويلة تمتد لتصل الى الاوعية الدموية داخل نقي العظم وتتجزأ منها اقسام من الغشاء السايتوبلازمي لتكون الصفيحات الدموية وتحوي هذه الصفيحات تركيب خاص من الخيوط والعضيات السايتوبلازمية. وتنتج الخلية العملاقة الاف من الصفيحات الدموية وتتحلل بعدها الخلية وتموت بعمر عشرة أيام تقريباً.


Pluripotent stem cell
Myeloid line
Lymphoid line
Myeloid stem cell
Lymphoid stem cell
Multi-CSF
Multi-CSF
Multi-CSF
Erythropoiesis
Thrombopoiesis
Leukopoiesis
Progenitor cell
Proerythroblast
EPO
Early or basophilic erythroblast
Polychromatophilic erythroblast
Orthochromatophilic erythroblast
Nucleus ejected
Reticulocyte
Erythrocyte
Progenitor cell
Megakaryoblast
Thrombopoietin
Promegakaryocyte
Thrombopoietin
Megakaryocyte
Thrombopoietin
Platelets
GM-CSF
Progenitor cell
Myeloblast
M-CSF
Monoblast
G-CSF
Promyelocyte
Eosinophilic myelocyte
Basophilic myelocyte
Neutrophilic myelocyte
M-CSF
Promonocyte
Eosinophilic metamyelocyte
Basophilic metamyelocyte
Neutrophilic metamyelocyte
Eosinophil
Basophil
Neutrophil
Monocyte
B-lymphoblast
T-lymphoblast
B-lymphocyte
T-lymphocyte