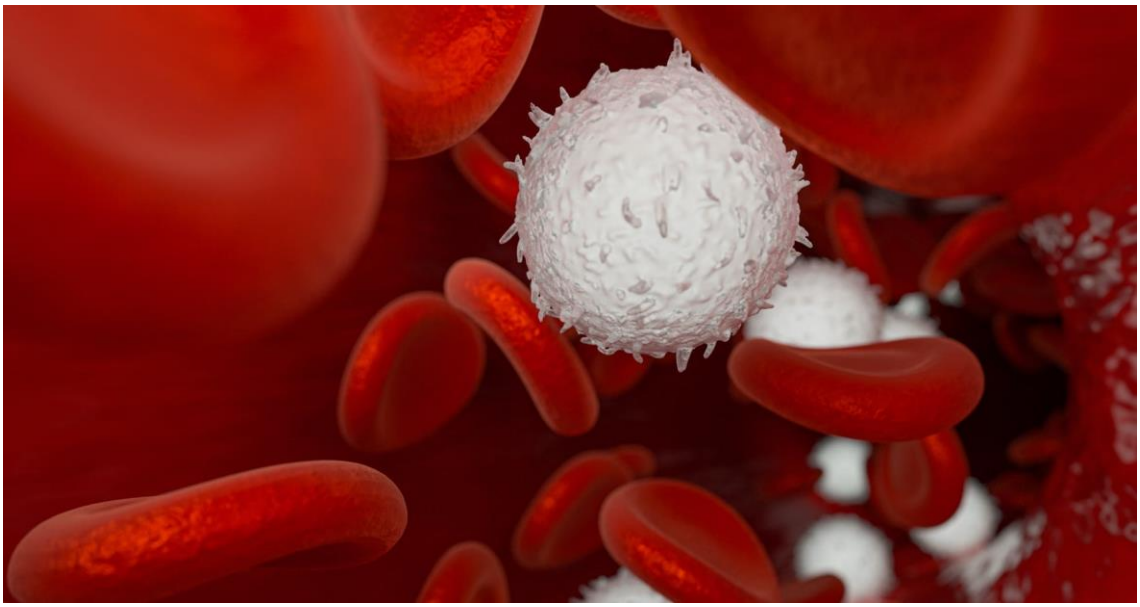
# الـــــدم Blood

بعـض العلمـاء يعـده مـن الأنسـجة الضـامة المتخصصـة والـبعض الآخـر يعـده نوعـاً مسـتقلاً بذاتـه. أهـم مـا يميـزه هـو مادتـه الخلاليـة (البينيـة) السـائلة والتـي لا تحتـوي علـى أليـاف بحالتهـا الطبيعيـة. يتكـون الـدم مـن كريـات الـدم الحمـر والخلايـا البـيض ومـادة أسـاس سـائلة هـي البلازمـا وأليـاف تظهـر فـي حالـة تخثـر الـدم بشـكل ليفـين Fibrin وعناصـر عالقـة هـي الصـفيحات الدمويـة Platelets ، ومصـطلح العناصر المكونة Formed elements يشمل (الكريات الحمر والخلايا البيض والصفيحات.)



يشـكل الـدم حـوالي 7 – 8 % مـن وزن جسـم الانسـان وبـذلك يشـكل الـدم حـوالي 5 – 6 لتـر مـن وزن جسـم انسـان صـحي يبلـغ 70 كغـم. صُـنفت كريـات وخلايـا الـدم إلـى حمـر Erythrocytes وبـيض Leukocytes نسـبة إلـى وجـود أو عـدم وجـود خضـاب الـدم (صـبغة الهيموكلـوبين Hemoglobin ) ، وعموماً تكون خلايا الدم البيض عديمة اللون عندما تكون مفردة وبيض عندما تكون مجتمعة.

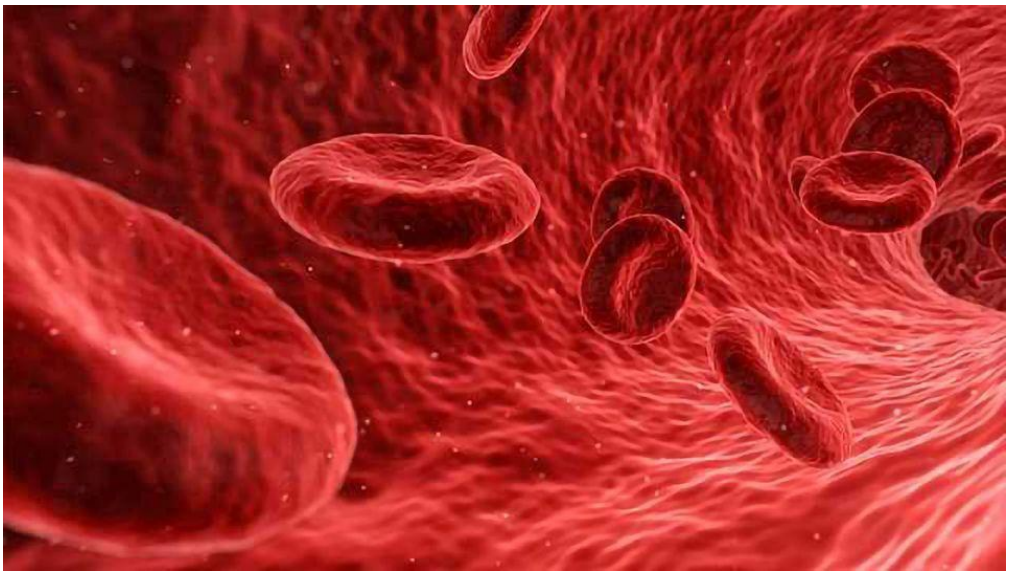
## *كريات الدم الحمرErythrocytes

1- قرصـية الشـكل مقعـرة الـوجهين مـا عـدا عائلـة الجمـل إذ تكـون بيضـوية الشـكل محدبـة الـوجهين خالية من النواة.

2- في التحضيرات المجهرية الملونة يظهر جزؤها الوسطي افتح لوناً لأنه مقعر ورقيق.

3- قطرهـا يتـراوح بـين 6 – 8 مـايكرون ، وقـد يحـدث تغـاير فـي الحجـم أكبـر أو أصـغر فـي الحـالات المرضية.

4-عددها يتراوح بين 4.5 – 5 مليون كرية/ملم 3 في المرأة و 5 – 5.5 مليون كرية/ملم 3 في الرجل.
5- يقل عددها في حالات فقر الدم ، ويزداد في حالات صعود المرتفعات أو التعرض لأول اوكسيد الكربون.
6- لونها منفردة يظهر أصفر مخضر فاتح وعند تجمعها بأعداد كبيرة تظهر حمراء.
7- مدة حياتها حوالي 120 يوم ، حيث تدخل حوالي 2.500.000 كرية جديدة/ثانية في مجرى الدم لتعوض عدد مساوٍ من الكريات فقدت حياتها في الوقت نفسه. حيث تلتهم الخلايا البلعمية في الكبد والطحال ونقي العظم الأحمر كريات الدم الحمر الميتة.
8-تحاط بغشاء بلازمي رقيق مرن فيسهل مرورها في الشعيرات الدموية الدقيقة.
9-تحت الغشاء البلازمي هيكل خلوي بشكل شبكة مكون من طبقتين: شبكية حبيبية عمودية للخارج ، وشبكية خيطية موازية للسطح للداخل. وتتكون هذه الشبكة من بروتين متقلص يدعى السبكترينSpectrin يحافظ على الشكل المقعر الوجهين للكرية ويتيح مجالاً واسعاً وكافياً لل O2 و CO2 داخلها.
10- السايتوبلازم متجانس لعدم وجود النواة والعضيات الأُخرى (جسيم مركزي وجهاز كولجي مايتوكوندريا)حيث فقدتها في المراحل الأخيرة من تكوينها.



11- تميل للالتصاق ببعضها من سطوحها المقعرة مكونة أعمدة أو صفوف تشبه النقود المعدنية الموضوعة فوق بعضها البعض وتدعى النضيدة Rouleau وقد يُعزى ذلك إلى الشد السطحي ، وتحدث هذه الظاهرة عند سحب الدم أو توقف دورانه.
12- إذا وضُعت قطرة دم على شريحة زجاجية فإن تركيز البلازما يزداد نتيجة تبخر الماء منه فيخرج الماء من الكريات الحمر إلى البلازما المرتفعة التركيز Hypertonic فتنكمش وتتجعد ، ويحدث العكس إذا خُففت البلازما بالماء المقطر فتمتص الكريات الماء من البلازما المنخفضة التركيز Hypotonic وتفقد الهيموكلوبين وتصبح فاتحة اللون وتدعى هذه الحالة بحل الدم

Hemolysisوالـذي قـد يحـدث بسـبب مـواد أُخـرى غيـر البلازمـا المخففـة بالمـاء مثـل مـذيبات الدهون (الايثر) وأملاح الصفراء Bile salts وسم الحية.

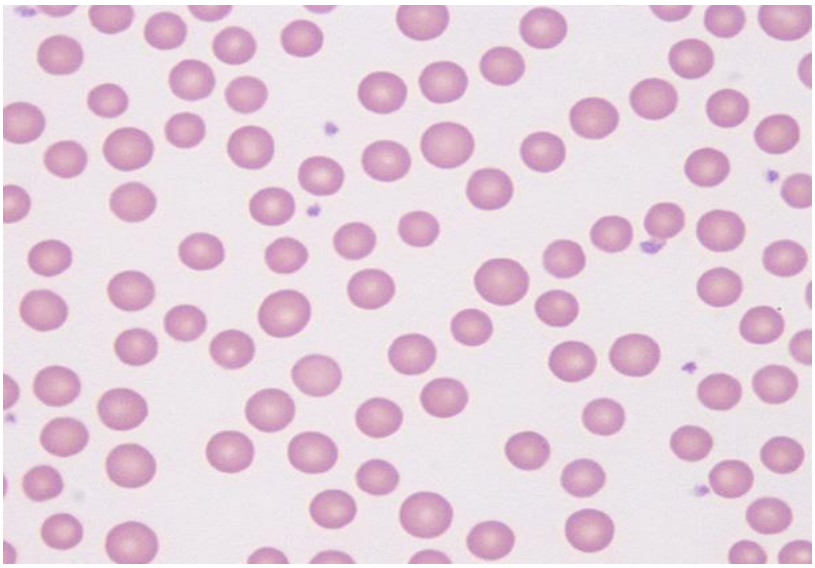
13- الكريـــة الحمـــراء تحـــوي الهيموكلـــوبين ومـــواد دهنيـــة معقـــدة أُخـــرى ، والهيموكلـــوبين عبـــارة عـــن بـــروتين لـــه القابليـــة علـــى الارتبـــاط بالاوكســـجين بنســـبة 1.2 مـــرة بقـــدر حجمـــه فيتكـــون مركـــب قلـــق Oxyhemoglobin إذ يتشـــبع الهيموكلـــوبين بالاوكســـجين فـــي دم الشـــعيرات الدمويـــة فـــي الـــرئتين ثـــم يُـــوزع إلـــى خلايـــا الجســـم ويأخـــذ بـــدلاً عنـــه حـــامض الكاربونيك Carbonic acid الذي يتجمع في نسج الجسم بصورة مستمرة.

14- تمتلك الكريات الحمر أيضاً المستضد الريسي. Rh antigen

15-محتويات الكرية في توازن مع محتويات البلازما أي أن تركيز محتوياتهما متساوٍ Isotonic

16-تحلل الخلايا البلعمية الهيموكلوبين في الكريات الميتة إلى مواد أبسط هي الهيم( hem مادة غير بروتينية )والكلوبين( globin مادة بروتينية.)

17-يحتوي الهيم على الحديد الذي ينفصل عنه ويستعمل في تكوين كريات حمر جديدة ، وما يتبقى منه يكون صبغتي البليروبين Bilirubin والبليفردين Biliverdin تطرحان مع مادة الصفراء إلى الإثنى عشر ، أما الكلوبين فإنها تتحلل إلى الحوامض الأمينية المكونة لها ويستفاد منها الجسم في فعالياته الحيوية.



## *خلايا الدم البيضLeukocytes

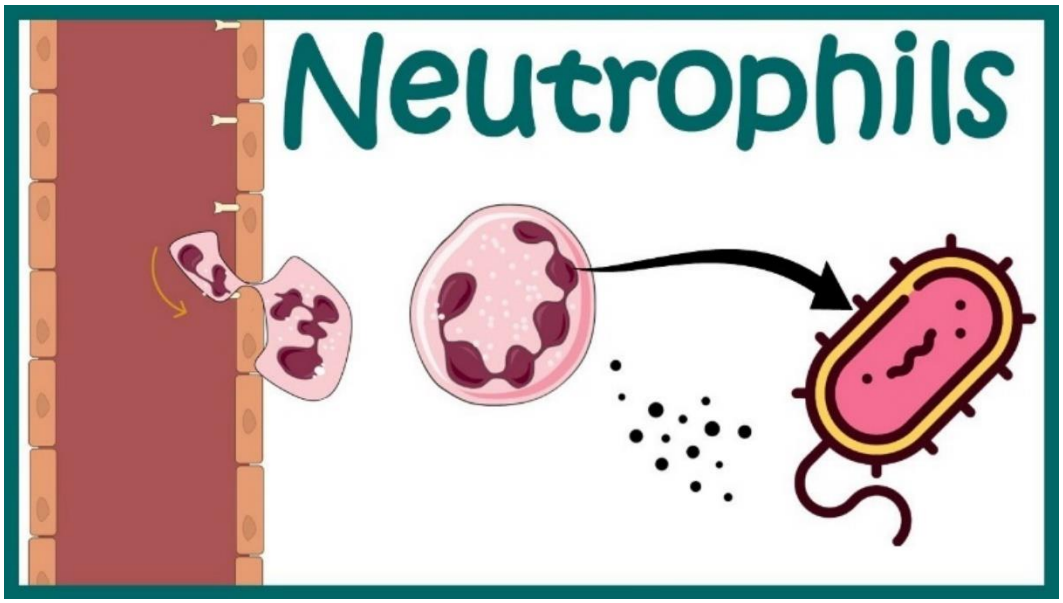
1-غير منتظمة الشكل ، تحتوي على نواة ومحتويات الخلية الحية.

2-لها القابلية على الحركة الأميبية ، وفي التحضيرات المجهرية تسحب أقدامها الكاذبة فتظهر كروية تقريباً.

3-يتراوح عددها في الانسان البالغ بين 5000 – 9000 آلاف خلية/ملم 3 من الدم وتحدث تغيرات كبيرة في العدد في الحالات المرضية ، كما يكون عددها في الأطفال أكثر مما في البالغين.. ففي الأطفال حديثي الولادة يكون عددها حوالي 16000 خلية/ملم 3.

4-نسبة عددها إلى الكريات الحمر 700:1.

5- .تهاجر خلال جدران الأوعية بعملية الانسلال Diapedesis لتصبح فعالة في النسج الضامة.




**تصنف إلى مجموعتين رئيستين هما:**

أولاً: خلايا الدم البيض الحبيبية / Granular leukocytes يحتوي السايتوبلازم على حبيبات نوعية ،

ونواتها غالباً مفصصة ، وتشمل هذه المجموعة ثلاثة أنواع تبعاً لقابلية تلونها بالملونات الحامضية والقاعدية وهي:

## خلايا الدم البيض العدلة Neutrophil

1-تسمى أيضاً مفصصة النوى. Polymorphonuclear

2- تشكل تقريباً 46 – 81 % من مجموع خلايا الدم البيض وتعد الأكثر شيوع اً في دم الفقريات.

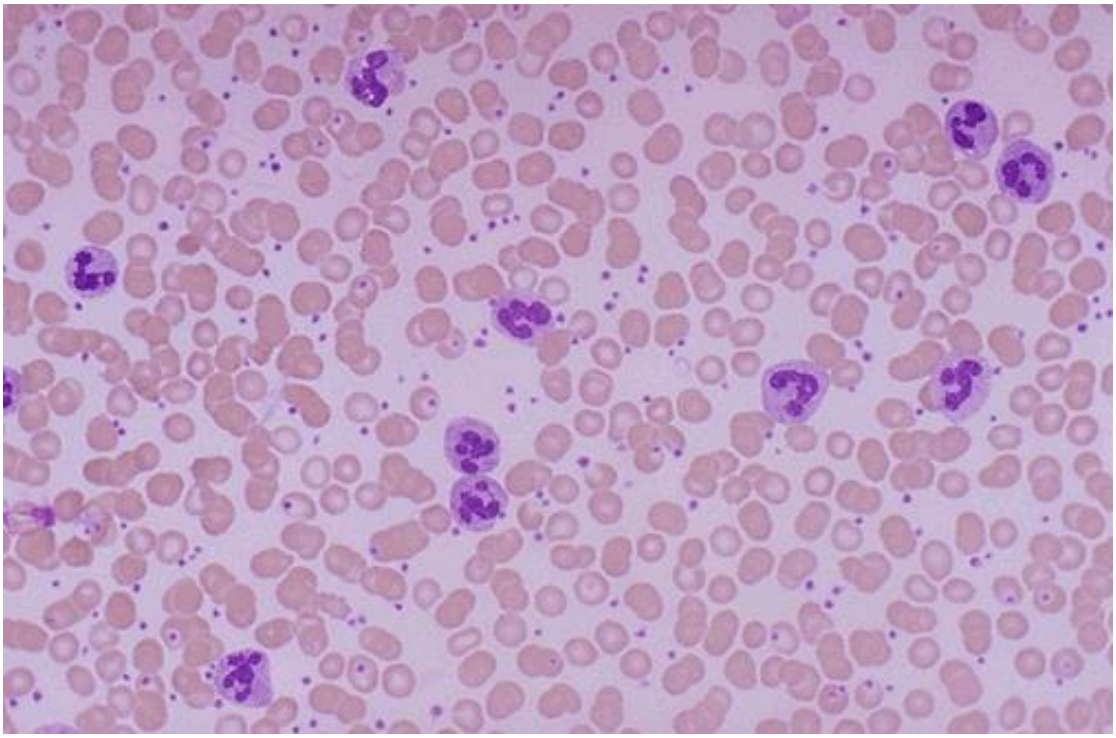
3-يتراوح قطرها بين 10 – 12 مايكرون.

4-نواتها مفصصة إلى 3 – 6 فصوص غير منتظمة الشكل ترتبط ببعضها بخيوط صبغينية دقيقة ، وكلما كثر عدد الفصوص كان عمر الخلية أكبر.

5-لكثافة المادة الصبغينية لا يمكن رؤية النوية.

6- لوحظ في حوالي 3 % من خلايا الدم البيض العدلة للإناث فقط بروز نووي مفرد صغير قطره حوالي 1.5مايكرون يتصل بأحد فصوص النواة بخيط صبغيني دقيق يدعى هذا البروز عصى الطبل drum stick يمكن أن يمثل الصبغين الكروموسومين الجنسيين X في حال عدم وضوحه فقد يكون مندمجاً مع أحد فصوص النواة.

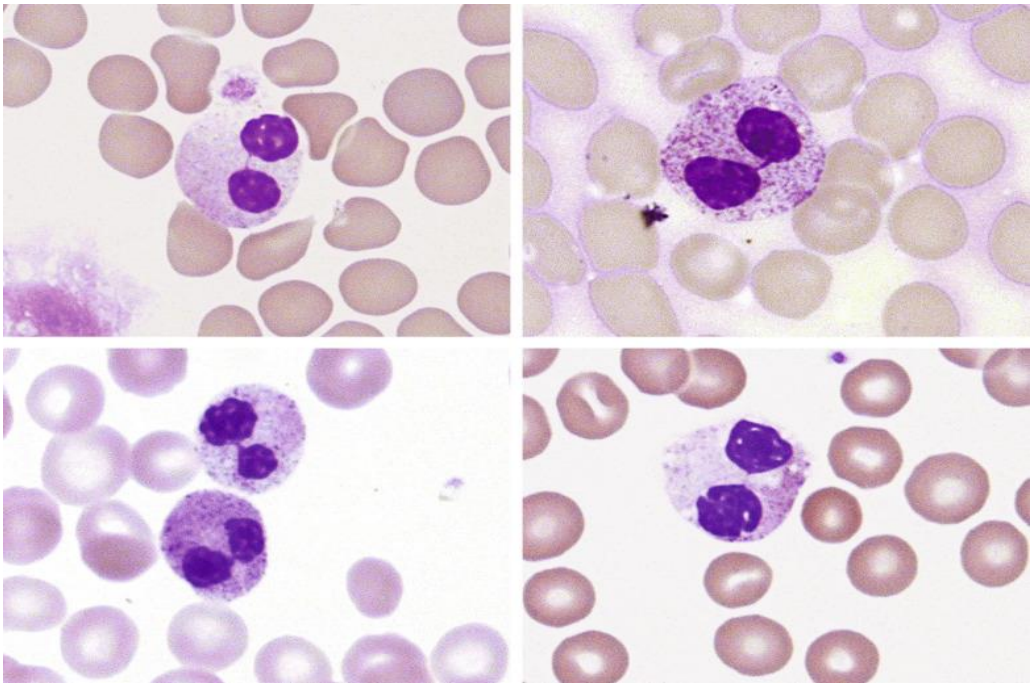
7- السايتوبلازم يحوي حبيبات نوعية تتقبل الملونات المتعادلة ، عند استخدام ملونات الدم الخاصة مثل Wright's stain تتلون بين البنفسجي والوردي.
8- تحوي الحبيبات السايتوبلازمية على مواد مبيدة للبكتريا تدعى. Phagocytins
9-بقية السايتوبلازم يحوي قليل من ,(الشبكة البلازمية الداخلية الحبيبية ، المايتوكوندريا ، رايبوسومات حرة ، جهاز كولجي بدائي مختزل.)



## خلايا الدم البيض الحمضة Acidophil or Eosinophil

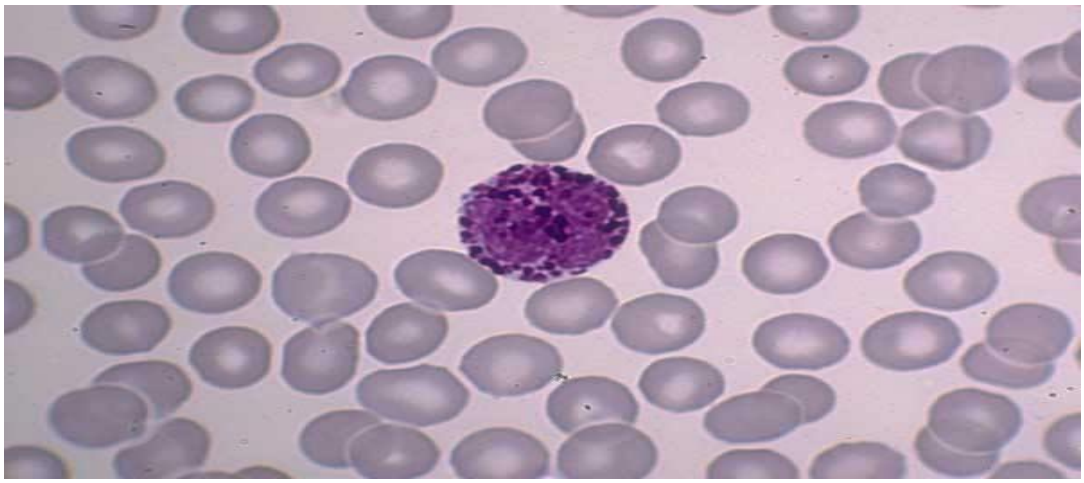
1-تشكل تقريباً 1 – 3 % من مجموع خلايا الدم البيض.
2-يتراوح قطرها بين 12 – 14 مايكرون.
3-نواتها كروية ذات فصين بيضويين bi-lobed متصلين بخيط صبغيني دقيق ، قد تتكون النواة من أكثر من فصين في حالات قليلة جداً.
4-كثافة المادة الصبغينية أقل مما في نواة العدلة.
5-السايتوبلازم يحوي حبيبات نوعية خشنة بيضوية متساوية في الحجم تقريباً تتقبل الملونات الحامضية. إذ تتلون بلون برتقالي أو أحمر براق.
6-تعد هذه الحبيبات السايتوبلازمية بمثابة جسيمات حالة.
7-يزداد عددها في بعض الأمراض الجلدية ، وعند العدوى ببعض الطفيليات لاسيما الديدان الخيطية.
8-لها قابلية الحركة الأميبية القادرة على الالتهام لكنها أكثر بطء واختيارية من العدلة.
9-الشبكة البلازمية الداخلية والمايتوكوندريا وجهاز كولجي ضعيفة التكوين.

10-تحوي مادة Profibrinolysin التي تحافظ على سيولة الدم لاسيما عند تغير سائليته في الحالات المرضية.



## خلايا الدم البيض القعدة Basophil

1-تشكل تقريباً 1 % من مجموع خلايا الدم البيض.
2- حجمها يماثل تقريباً حجم العدلة إذ يتراوح قطرها بين 10 – 12 مايكرون.
3-نواتها غير منتظمة الشكل تشبه (حرف S) وذات تخصرات عديدة.
4-المادة الصبغينية في النواة مفككة لذا تظهر النواة فاتحة اللون.
5- السايتوبلازم يحوي حبيبات نوعية خشنة مختلفة الحجم تتقبل الملونات القاعدية.. فتظهر بلون أزرق داكن.
6-تشبه الخلايا البدينة في كثير من النواحي التركيبية والكيميائية وخير دليل على ذلك تكوينها للهيبارين والهستامين في مجرى الدم في تفاعلات الحساسية العالية.
7-يزداد عددها في الحالات المرضية كالجدري Smallpox وجدري الماء Chickenpox وبعض الالتهابات المزمنة.
8-لها قابلية الحركة الأميبية والقدرة على الالتهام لكنها ليست نشطة في هذا المجال.

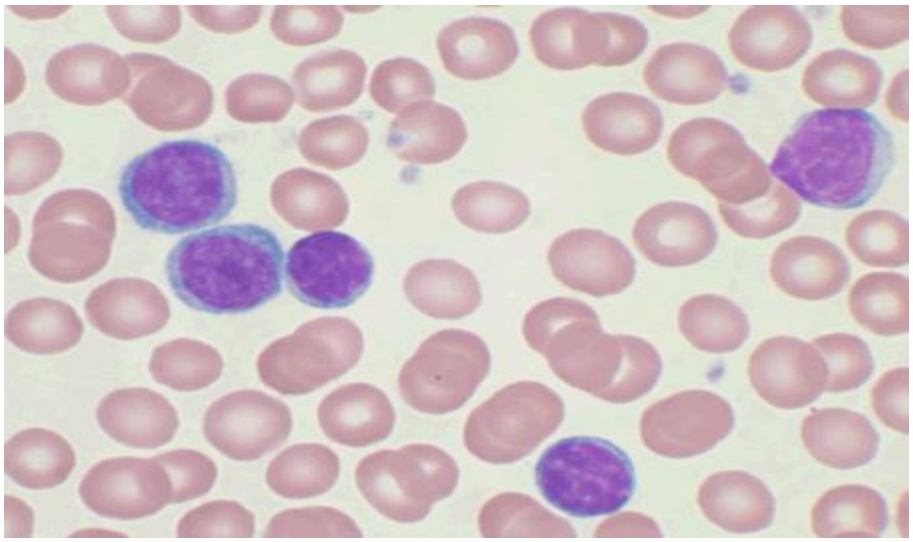


## ثانياً: خلايا الدم البيض اللاحبيبية Nongranular (agranular) leukocytes

يمتاز السايتوبلازم بخلوه من الحبيبات النوعية ، ونواتها غير مفصصة ، وتشمل هذه المجموعة نوعين هما:

### خلايا الدم البيض اللمفية Lymphocyte

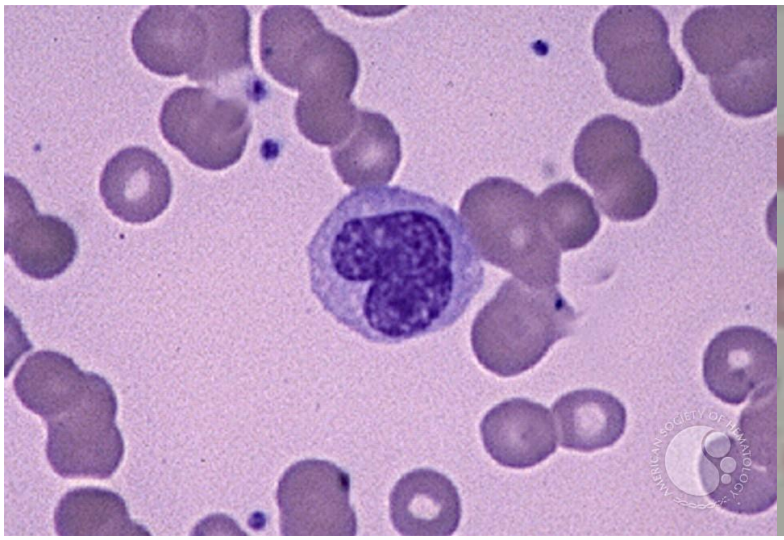
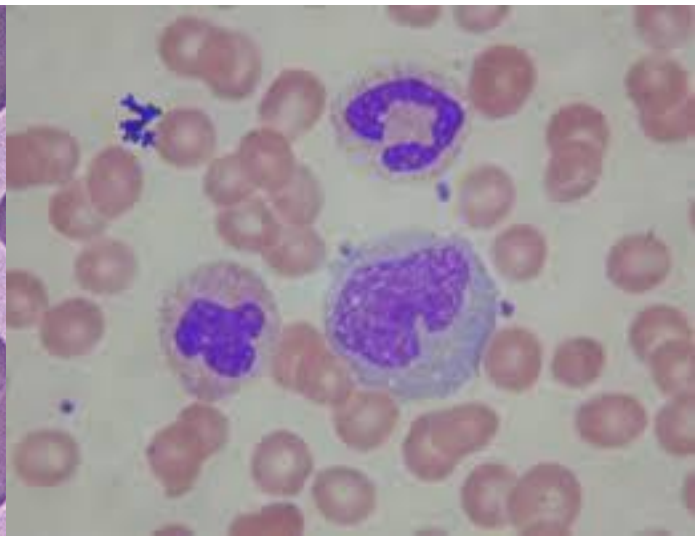
1-تشكل تقريباً 24 – 44 % من مجموع خلايا الدم البيض.
2-تكون أكبر قليلاً من كريات الدم الحمر إذ يتراوح قطرها بين 6 – 8 مايكرون.
3-نواتها كبيرة نسبياً وكروية الشكل تقريباً وذات تخصر طفيف غير واضح.
4-المادة الصبغينية كثيفة لذا تظهر النواة داكنة اللون ، والنوية يمكن ملاحظتها فقط بتقنية تلوين خاصة أو بالمجهر الالكتروني.
5-النواة محاطة بطبقة رقيقة من السايتوبلازم الذي يتقبل الملونات القاعدية.
6-تصنف إلى خلايا:
T -تنشأ في نقي العظم وتنضج في ال Thymus تعمل كوسائط خلوية مناعية Cell-mediated immune
B -التي تنشأ في نقي العظم وتحمل إلى النسج اللمفاوية والأعضاء حيث تصبح فعالة وتتكاثر وتتحول إلى خلايا بلازمية في النسيج الضام ، وتشارك في المناعة الخلطية من خلال إفراز الأجسام المضادة.
7- عموماً معظم الخلايا اللمفية في الدم هي من النوع T وهي تحدد نمط وكمية الأضداد التي تكونها الخلايا اللمفيةB



### خلايا الدم البيض الوحيدة Monocyte

1- تشكل تقريباً 3 – 7 % من مجموع خلايا الدم البيض.
2-هي أكبر خلايا الدم إذ يتراوح قطرها بين 12 – 18 مايكرون.

3- نواتها بيضوية أو كلوية أو بشكل حرف U في الخلايا الكبيرة العمر وهي غير مركزية الموقع عادة.
4-المادة الصبغينية أدق مما في نواة اللمفية لذا تظهر أفتح لوناً ، وفي المجهر الالكتروني يظهر حوالي 3 – 2 نويات.
5-يحتوي السايتوبلازم على كمية صغيرة من شبكة بلازمية داخلية حبيبية ورايبوسومات متعددة وكثير من المايتوكوندريا الطويلة الصغيرة وجهاز كولجي جيد التكوين.
6-يوجد عند سطح الخلية كثير من الزغيبات وحويصلات احتسائية. Pinocytotic vesicles

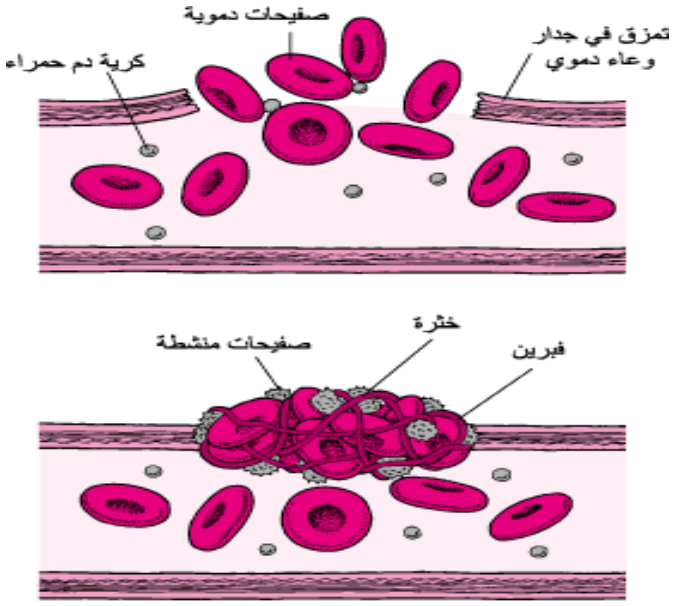



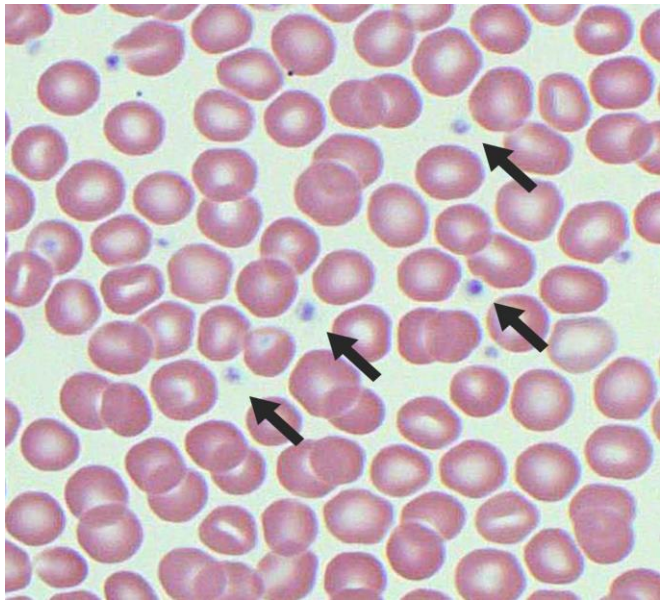
.

***الصفيحات الدموية**

1-أجسام بروتوبلازمية صغيرة غير منتظمة الشكل ، تظهر دائرية أو بيضوية في المنظر السطحي ، أما في المنظر الجانبي فتظهر مغزلية أو قضيبية.
2- عديمة النواة ، يقابلها في دم الفقريات الواطئة خلايا مغزلية الشكل حاوية على نواة وتكون أكبر حجما منها تدعى خلايا التجلط Thrombocytes يعتقد أنها تشابه الصفيحات في وظيفتها.
3-قطرها حوالي 2 – 4 مايكرون.
4-عند تلوينها بملونات الدم الخاصة يظهر فيها جزآن:
**القسيم الحبيبي أو الصبغي Granulomere or Chromomere** - وهو الجزء الوسطي الداكن اللون الذي يتقبل الملونات القاعدية ، أظهر المجهر الالكتروني احتوائه على مايتوكوندريا وحبيبات كثيفة وحبيبات نشأ حيواني وجهاز من النبيبات والحويصلات.
**القسيم الشفاف Hyalomere** - وهو الجزء المحيطي الفاتح اللون الشفاف المتجانس ، ويظهر تحت المجهر الالكتروني حاوياً على خييطات ونبيبات.

5-للصفيحات الدموية الميل للالتصاق ببعضها وبالأجسام التي تكون متماسة معها لهذا يصعب عدها بالطرائق الاعتيادية.. فتستعمل طرائق خاصة لمنع التصاقها وبالتالي عدها ، وقد وجد أن عددها يتراوح بين 200 – 400 ألف صفيحة/ملم 3 من الدم.
6-مدة حياتها في دم الانسان قد تصل إلى 9 أيام ، تلتهم الخلايا الملتهمة الصفيحات الميتة في الكبد والطحال ونقي العظم.
7-تنشأ الصفيحات على شكل قطع بروتوبلازمية تنفصل عن خلايا عملاقة تدعى الخلايا النوّاء Megakaryocytesالتي توجد في نقي العظم الأحمر.
8-تُحرر انزيم Thromboplastin الذي يحول Prothrombin إلى Thrombin الذي يحول Fibrinogen إلى Fibrin .
9- عند حدوث قطع في الوعاء الدموي تكوّن الصفيحات الدموية سدادة الصفيحة Platelet plug التي تسد منطقة القطع فتمنع تسرب الدم وتوقف جريانه.. سبب تكون السدادة يعزى إلى التصاق الصفيحات بالسطح الداخلي للوعاء المقطوع وباستمرار تجمعها والتصاقها تتضيق الفتحة في منطقة القطع تدريجياً إلى أن تنغلق.
10-تحوي الصفيحة على مادة Serotonin التي تساعد على تقلص الأوعية الدموية الصغيرة.
11-تحوي الصفيحات أيضاً على حبيبات ذات طبيعة حالة Lysosomal فضلاً عن مواد تماثل الهيبارين.
12-تعمل الصفيحات على التهام الرواشح والبكتريا والدقائق الأُخرى.



## *البلازما Plasma

1-سائل ضعيف القاعدية متجانس يمكن الحصول عليه بترشيح الدم ويكون بلون أصفر فاتح.
2-يشكل نسبة 55 % من الدم ، ويكوّن الماء حوالي 90 % منه والباقي 10 % مواد ذات وزن جزيئي عالي أو واطئ.

3- يحوي مواد مختلفة بروتينات ، أملاح لاعضوية ، فيتامينات ، كلوكوز ، قطيرات دهنية عالقة Chylomicrons، اوكسجين ، نتروجين ، هرمونات ، انزيمات.
4- يحوي أيضاً على الفضلات كاليوريا وحامض اليوريك وثاني اوكسيد الكربون.
5-المواد الرئيسة في البلازما هي البروتينات التي تشمل البومين المصل Serum albumin وكلوبيولين المصل Serum globulin ومولد الليفين Fibrinogen
6-عند توقف دوران الدم أو حين تعرضه للهواء يترسب Fibrinogen بشكل شبكة من خيوط دقيقة من Fibrin تاركاً سائلاً أصفراً رائقاً هو المصل Serum أي أن المصل = البلازما – Fibrinogen .
7-يعد الألبومين المكون البروتيني السائد في بروتينات البلازما وله دور أساس في المحافظة على ضغط الدم التناضحي التنافذي Osmotic pressure .

## اللمف Lymph

1- سائل يتجمع من النسج ويرجع إلى مجرى الدم بوساطة أوعية لمفاويةLymphatic vessels
2- يتكون من الماء والمواد المذابة في بلازما الدم.

3- يحوي مكونات الدم نفسها باستثناء الكريات الحمر وبعض البروتينات الكبيرة.
4-لا يحوي لمف الأوعية الشعرية اللمفاوية عناصر خلوية ولكن بمروره في العقد اللمفية تزاد عليه خلايا لمفية.
5-اللمف المترشح من جدران المعي الدقيق يكون أبيض حليبي اللون لاحتوائه قطيرات دهنية تدعى الكيلوس. Chyle
6-عملية التخثر أبطأ مما في الدم ، والخثرة تكون لينة لا صلبة.
7- يستلم اللمف الاوكسجين والمواد الغذائية المذابة من الدم وينقلها إلى الخلايا ثم يأخذ ثاني اوكسيد الكربون والفضلات من الخلايا ويحملها إلى مجرى الدم.

## النسيج المكون للدم (النخاعاني واللمفي ) :

بما أن العناصر الخلوية المكونة للدم قصيرة العمر وتتلف باستمرار.. توجب تعويضها لكي يبقىعددها ثابت تقريباً ، والنسيج المكون للدم هو من ينتج خلايا دم جديدة وتدعى العملية بتكون الدمhemopoiesis .
ويشمل هذا النسيج نوعين:
1- **النسيج النخاعاني أو النقوي أو نقي العظم / Myeloid tissue or bone marrow** وهو المسؤول عن تكوين كريات الدم الحمر والبيض الحبيبية والصفيحات الدموية ، أما تكوين الخلايا اللمفية والوحيدة فيكون قليلاً. ويشمل نقي العظم نوعان: الأحمر والأصفر، ويكون الأول فعال في تكوين كريات الدم وتكثر فيه الأوعية الدموية ويوجد في عظم القص والأضلاع والفقرات وعظام الجمجمة ونهايات بعض العظام الطويلة، أما الثاني فيكون غير فعال وتقل فيه الأوعية الدموية

وتكثر الخلايا الدهنية ويوجد في بقية العظام. ويتألف نسيج نقي العظم من هيكل شبكي يمثل السدى stroma وأوعية دموية وخلايا حرة.

***مراحل تكوين كريات الدم الحمر تشمل:**

**أرومة الخلايا الدموية Hemocytoblast - أو الخلية الجذعية الحرة / Free stem cell** وتعد أصل تكوين كل مكونات الدم من كريات حمر وبيض وصفيحات ، وهي تتكون أصلاً من الانقسامات الخيطية للنوع نفسه من الخلايا ، أما الخلايا الجديدة فتتكون من الخلايا الشبكية البدائية.

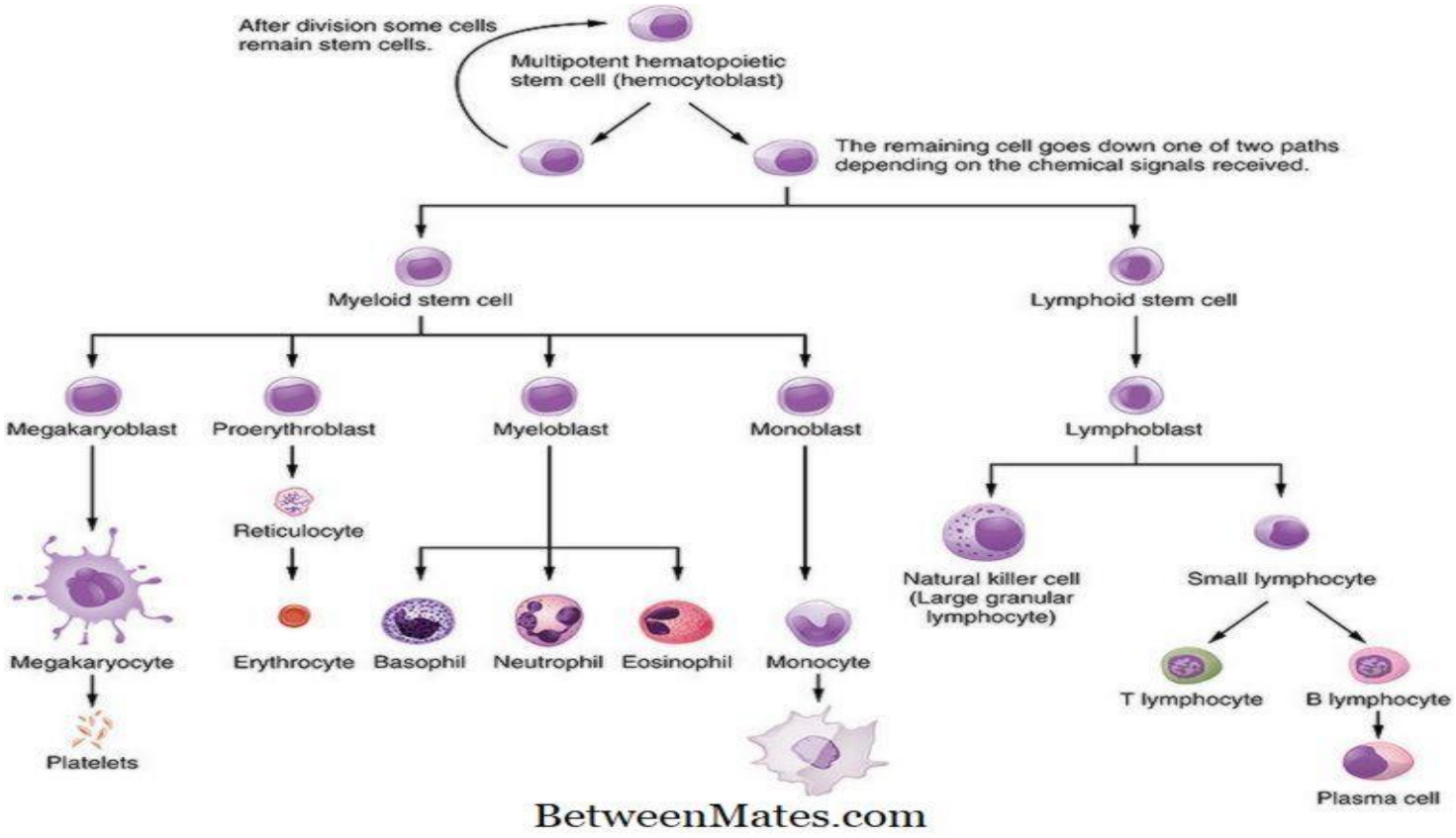
**سليفة الأرومة الحمراء / Proerythroblast -** تتمايز من أرومة الخلايا الدموية وهي أكبر منها قليلاً ، وتنقسم لتكون الخلايا التي تليها.

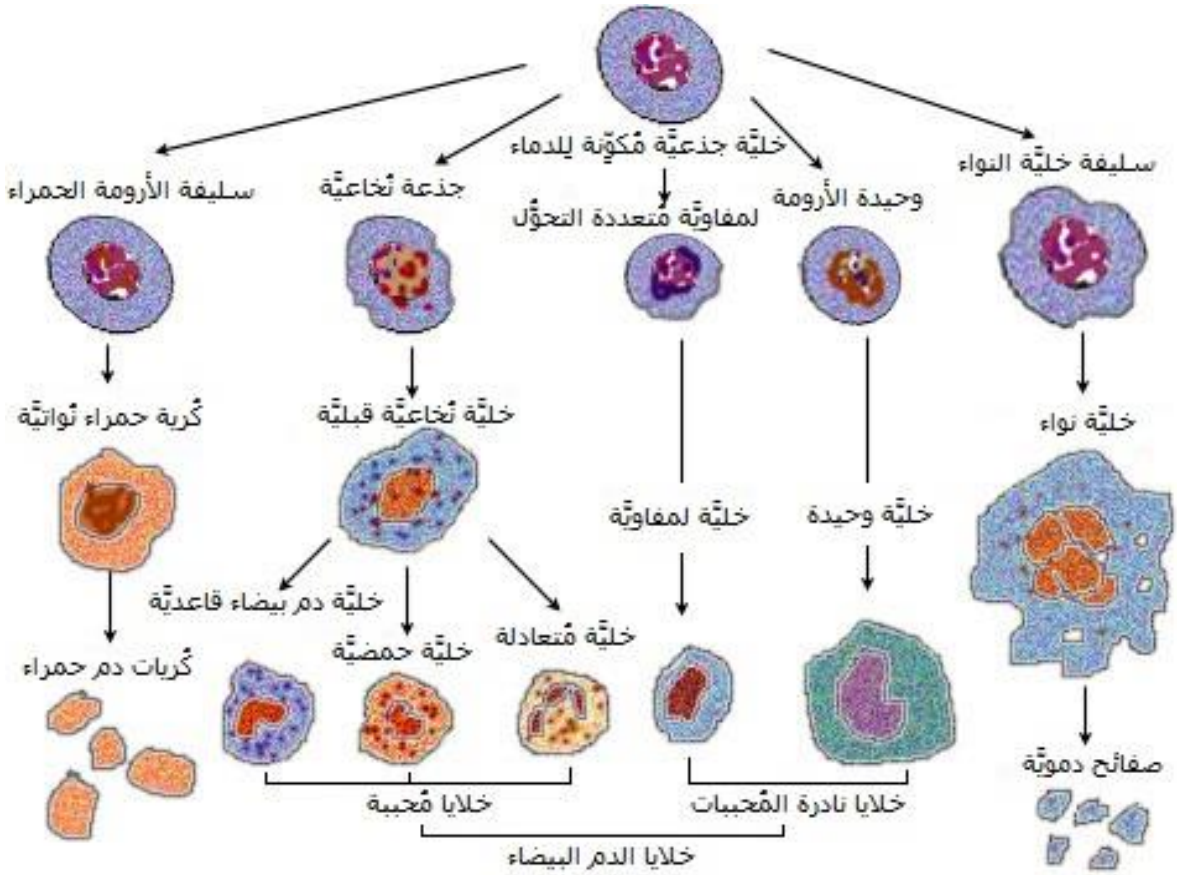
**الأرومة الحمراء القعدة / Basophil erythroblast -** أصغر من سليفة الأرومة الحمراء قليلاً ، تعاني اختزالاً في الحجم وزيادة في كمية الهيموكلوبين وانكماشاً في النواة حيث تُفقد في المراحل الأخيرة من النمو.

**الأرومة الحمراء المتعددة التلوين / Polychromatophil erythroblast -** تعاني الأرومة الحمراء القعدة عدة انقسامات خيطية يتكون منها أرومات الكريات الحمر المتعددة التلوين التي يتميز فيها ظهور الهيموكلوبين لذا يظهر السايتوبلازم بلون ارجواني مزرق أو بنفسجي أو رمادي عند تلوينها بملونات الدم الخاصة ، والنواة ذات صبغين أكثف مما في الخلية التي سبقتها ، وحجم الخلية أصغر من ذلك أيضاً.

**أرومة الحمراء السوية / Normoblast -** تعاني الخلية السابقة عدة انقسامات خيطية بعضها يبقى في دور راحة مصدراً لتزويد خلايا أُخرى ، والبعض الآخر تقل فيه قابلية السايتوبلازم في تقبل الملونات القاعدية وتزداد فيه كمية الهيموكلوبين.. إذ يظهر السايتوبلازم متقبلاً للملونات الحامضية كالكريات الحمر الكاملة النمو ، وتكون هذه الخلايا أصغر ونواتها أيضاً أصغر من سابقتها ، ثم تنكمش النواة تدريجياً وتتوقف فعاليتها الانقسامية وتُفقد مع طبقة رقيقة من السايتوبلازم بطريقة يُعتقد أنها مجرد عملية خروج بسيطة ، مع أن بعض الباحثين يعدها تحللاً.

تظهر كريات الدم الحمر الفتية المسماة بالشبكية Reticulocytes حاوية على شبكة دقيقة هي بقايا بروتين نووي ريبي .. Ribonucleoprotein تفقد الخلية هذه الشبكة لتكون كرية الدم الحمراء الاعتيادية التي تدخل الجيبانيات في نقي العظم نتيجة للضغط المتولد من النمو المتزايد للخلايا المحيطة بها ومن هناك تذهب إلى مجرى الدم ، قد توجد نسبة ضئيلة من الكريات الشبكية تقدر ب 1 % من عدد كريات الدم الحمر في مجرى الدم.


After division some cells remain stem cells.
Multipotent hematopoietic stem cell (hemocytoblast)
The remaining cell goes down one of two paths depending on the chemical signals received.
Myeloid stem cell
Lymphoid stem cell
Megakaryoblast
Proerythroblast
Myeloblast
Monoblast
Lymphoblast
Reticulocyte
Natural killer cell (Large granular lymphocyte)
Small lymphocyte
Megakaryocyte
Erythrocyte
Basophil
Neutrophil
Eosinophil
Monocyte
T lymphocyte
B lymphocyte
Platelets
Plasma cell
BetweenMates.com


خليّة جذعيّة مُكوّنة للدماء
سليفة الأرومة الحمراء
جذعة لُخاعيّة
لمفاويّة مُتعددة التحوّل
وحيدة الأرومة
سليفة خليّة النواء
كُرية حمراء لُواتيّة
خليّة لُخاعيّة قبليّة
خليّة نواء
خليّة لمفاويّة
خليّة وحيدة
خليّة دم بيضاء قاعديّة
خليّة مُتعادلة
خليّة حمضيّة
كُريات دم حمراء
صفائح دمويّة
خلايا مُحببة
خلايا نادرة المُحببات
خلايا الدم البيضاء

***مراحل تكوين كريات الدم البيض الحبيبية تشمل:** أرومة الخلايا الدموية hemocytoblast الموصوفة سابقاً تمر بالمراحل الآتية:

**الخلايا قبل النخاعية / Promyelocytes -** كبيرة الحجم لكنها أصغر من أرومة الخلايا الدموية ، تعاني اختزالاً تدريجياً في الحجم وتكثفاً وتخصصاً في النواة وتمايزاً في الحبيبات النوعية السايتوبلازمية.

**الخلايا النخاعية / Myelocytes -** تنقسم الخلايا السابقة فتتكون هذه الخلايا ، وتبدأ الحبيبات النوعية بالظهور أولا في المنطقة حول النواة ثم تم السايتوبلازم فيما بعد ، ويزداد عددها وتتميز نوعيتها فتتحدد بذلك الخلية النخاعية فيما إذا ستكون عدلة أم حمضة أم قعدة ، وكذلك يبدأ ظهور تخصر في نوى هذه الخلايا في المرحلة الأخيرة من تحولها.

**الخلية بعد النخاعية / Metamyelocyte -** تتكون نتيجة الانقسامات المتكررة لسابقتها ، وتكون صغيرة الحجم وتتوقف عن الانقسام ، ويزداد التخصر في النواة وحسب ذلك ستكون إما عدلة أو حمضة أو قعدة.

**2- النسيج اللمفي / Lymphoid tissue** يوجد في العقد والعقيدات اللمفية nodes and nodules والطحال spleen والتوتة thymus ، يكوّن الخلايا اللمفية والوحيدة. ويتألف من هيكل شبه اسفنجي يسمى( السدى )خلايا شبكية وألياف شبكية تتخللها فسح( وخلايا حرة )في فسح السدى ، وتكون جميع الخلايا من نوع اللمفية بحجوم مختلفة صغيرة ومتوسطة وكبيرة ، وتتكون الخلايا من انقسام الخلايا اللمفية الموجودة أصلاً في النسيج اللمفاوي لاسيما العقد اللمفية والطحال ، كما تنشأ الخلايا اللمفية المتوسطة والكبيرة من الخلايا الشبكية البدائية primitive reticular cells .

تُشتق الخلايا اللمفية في الجنين من الخلايا المتوسطة mesenchymal cells - الموجودة في جدار الكيس المحي وفي الكبد والطحال. تهاجر هذه الخلايا الجذعية بعد ذلك إلى نقي العظم. اعتماداً على سلوكها فيما بعد تصنف إلى نمطين- :

**(a )** يمر بعضها من الدم إلى التوتة فتنقسم بتكرار وتعاني بعض التغيرات فتسمى بالخلايا التائية (ت من التوتة) T cells ، ثم تعود بعد نضجها في التوتة إلى الدم لتصل النسيج اللمفي في قشرة العقد اللمفية حول المراكز الانتاشية وفي اللب الأبيض للطحال واللوزات والمعي. ثم يعبر الكثير منها خلال النسيج اللمفي لهذه الأعضاء إلى الأوعية اللمفية ومن خلالها ترجع إلى الدورة الدموية مرة أُخرى )وبذلك تستمر بخروجها من الدم إلى النسيج اللمفي ومنه إلى الدم ثانيةً( ، تكون مسؤولة عن التفاعلات المناعية الخلوية الوسيطة كفرط الحساسية Delayed hypersensitivity

**(b )** بعضها يمر من مجرى الدم إلى النسج اللمفية الأُخرى فتسمى بالخلايا البائية )ب من bursa تعني كيس أو جراب وهو انبعاج خارجي اصبعي B cells )، وهي التي تتضاعف لتكون المراكز الانتاشية أنفسها ، وتشبه الخلايا التائية من حيث دورانها بين النسيج اللمفي ومجرى الدم ، ويُعتقد أنها تمر بمرحلة نضوج أيضاً لكن ليس في التوتة وإنما في نقي العظم نفسه أو في النسيج اللمفي للقناة الهضمية.

تتحول الخلايا البائية إلى بلازمية تنتج أضداد خلطية Humoral antibodies تُفرز إلى الدم واللمف والسائل ما بين الخلايا.
أما الخلية الوحيدة فقد وجد أنها تنشأ من الخلية اللمفية حيث تمر بتغيرات بسيطة ، وإن الخلية اللمفية نفسها تنشأ من خلايا مشابهة لأرومة الخلايا الدموية Hemocytoblast والموقع الرئيس لتكوين الخلية الوحيدة هو الطحال )كذلك الكبد ونقي العظم( ، وحسب النظرية الوحدوية Unitarian theory تنشأ الخلية الوحيدة من أرومة الخلايا الدموية مباشرة أو تمر بمرحلة خلية لمفية Lymphocyte والاعتقاد الأخير مقبول لاسيما عند عدم إمكانية تحديد الخلية فيما لو كانت لمفية أو وحيدة في بعض المسحات الدموية.

***تكوين الصفيحات الدموية**

1- تنشأ الخلايا النواء( Megakaryocytes قطرها 30 – 100 مايكرون أو أكثر( من الأرومة النواء Megakaryoblast .
2- تتميز عن أرومة الخلايا الدموية في أن نواتها كبيرة وذات تخصرات عديدة وتحوي نويات عديدة.
3- السايتوبلازم متجانس وأليف للملونات القاعدية.
4- تتحول إلى الخلية النواء نتيجة الانقسام الخيطي المتكرر للنواة دون انقسام السايتوبلازم ، فتمتاز Megakaryoblast بأنها كبيرة جداً وذات نواة كبيرة وصبغينها خشن ولا تتميز فيها النويات.
5- النواة مفصصة بصورة معقدة ، والفصوص متراصة ببعضها أو متصلة بشرائط صبغينية دقيقة.
6- تكوّن هذه الخلايا الكبيرة بروزات سايتوبلازمية تشبه الأقدام الكاذبة Pseudopodia التي تنفصل عن الخلية الأُم لتكون الصفيحات الدموية.