الكريات البيض والصفيحات الدموية

01 د. تهاني العلي

محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري

07/07/2020

RB Medicine

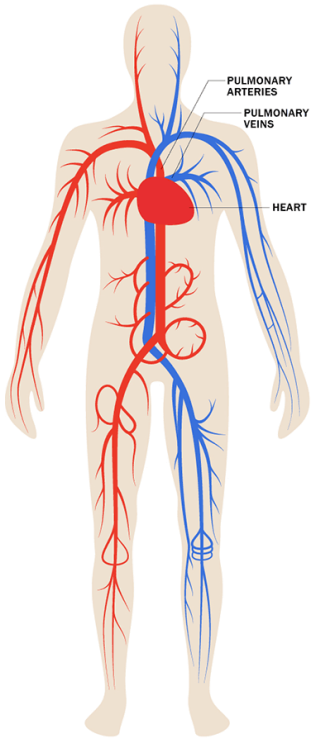
علم الدمويات | Hematology

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

نكمل وإياكم أصدقاءنا لنبحر في قسمنا الجديد، علم الدم والمخبريات الدموية، بادئين بلمحة عامة عن النسيج الدموي، لنتعمق بعدها في الحديث عن خطوط دفاع أجسادنا؛ كرياتنا البيض ونختم بالحديث عن الصفيحات، ننوه إلى أن الدكتورة لم تقم بشرح كامل المحاضرة مع مطالبتها بها كاملةً، وسنقوم بوضع (*) إلى جانب الأفكار التي اكتفت بشرحها في المدرج (وما تبقى من الأفكار فهي من السلايدات أو الأرشيف) ^_^

بسم الله نبدأ..

تذكرة بالجهاز القلبي الوعائي والدم



- يتألف **الجهاز القلبي الوعائي** Cardiovascular System مما يلي:*
  1. **القلب** Heart.
  2. **الأوعية الدموية** Blood Vessels.
  3. **الدم** Blood.
- **وتتمثل وظائفه في:***
  1. ضخ الدم إلى كامل أنحاء الجسم.
  2. حمل الأوكسجين والمواد المغذية للخلايا، ونقل الفضلات منها.
  3. تنظيم كل من الحرارة، التوازن الحمضي-القلوي، وكمية الماء ومحتوياته.

لنبدأ معكم بتعريف النسيج الدموي، خصائصه، وأهم مكوناته...

alkamal
22330113

الدم Blood

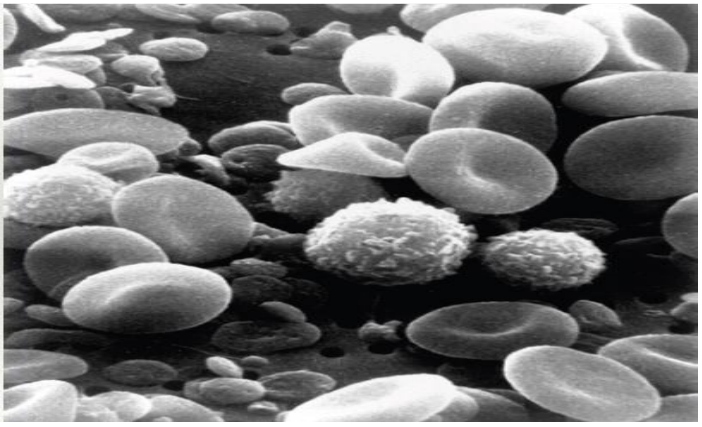
❖ يمكن تعريف الدم بأنه نسيج ضام متخصص، يتكون بشكل أساسي من خلايا ومطرس خلوي "اللُحمة" Matrix.*

- يطلق على الخلايا اسم خلايا المصوّرة[1] Formed Elements Of blood (وهي الكريات الحمراء والبيضاء والصفيحات الدموية).*
- أما المطرس (والذي يعد مادة غير حية) فيدعى البلازما.*

❖ من أهم مميزاته أنه النسيج **الوحيد** السائل في جسم الإنسان، بالإضافة إلى كونه سائل داعم وأساسي للحياة.*

❖ يتحرك ضمن الجهاز القلبي الوعائي عبر الأوعية الدموية (نظام نقل **مغلق**[2]).

❖ يعدّ سائل **عالي التخصص**، وبالمقارنة مع الحجم الكلي للسائل خارج الخلوي يعتبر حجم الدم صغيراً، حيث يشكل حوالي 70 ml/kg عند الرجل، و65-67 ml/kg عند المرأة من وزن الجسم (ويشكل حوالي 8% من سوائل الجسم).



صورة مجهرية توضح الخلايا الدموية، وهي تسبح ضمن البلازما

وظائف الدم Functions of Blood

1. النقل Transportation (التوزيع Distribution):*

ينقل الدم كل من: O_2، CO_2، الفضلات الاستقلابية، المغذيّات، الهرمونات، وغيرها من المواد..*

2. التنظيم Regulation:*

حيث يقوم الدم بالمحافظة على:

- درجة الحموضة (الـ PH) ضمن مجال معتدل بواسطة **الدارئات**.*
- استقرار درجة حرارة الجسم.*
- كمية الماء في الخلايا، وذلك عن طريق التفاعلات مع الشوارد المنحلة والبروتينات[3].

[1] ترجمة المصطلح حسب الدكتورة.

[2] على الرغم من كونه نظام نقل مغلق، إلا أنه يرشح قسم من السوائل والخلايا الدموية للنسج لتشكيل اللمف.

[3] توضيح: يتم هذا الأمر عبر ما يسمى بالضغط التناضحي الغرواني Colloid Osmotic Pressure: وهو الضغط الذي يعمل على إبقاء السوائل داخل الأوعية الدموية والحفاظ على توازن السوائل داخل الجسم، وتعد البروتينات المسؤول الأول في المحافظة على هذا الضغط.

3. الحماية Protection:*

وذلك عن طريق:

- الدفاع ضد المستضدات (المسببة للأمراض) من خلال: الأضداد، خلايا الدم البيضاء WBCs.*
- الحفاظ على السوائل ضمن الدوران من الخسارة والضياع عند الإصابة والجروح، وذلك عن طريق **عملية التخثر**.

الخصائص الفيزيائية للدم*

1. اللون:

- يكون لون الدم الغني بالأوكسجين أحمر **فاتح** (قرمزي).
- أما الدم الفقير بالأوكسجين فلونه أحمر **غامق**.

2. PH الدم:

- يتراوح ما بين 7.35 و7.45، فعند ازدياده عن هذا المجال أو نقصانه عنه سيصاب الشخص بالقلاء أو الحماض (على الترتيب).

3. حرارة الدم:

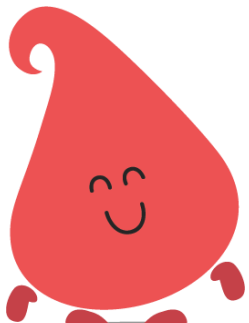
- تكون أعلى بقليل من حرارة الجسم، أي تكون بحدود (38°C أو 100.4°F).

4. كثافته (لزوجته):

- كثافته أعلى من الماء (4.5-5.5 g/ml للدم مقابل 1 g/ml للماء)، وبالتالي يتدفق الدم ببطء أكثر بالمقارنة مع الماء.

5. حجم الدم:

- يشكل 7-8% من وزن الجسم، ويبلغ متوسط حجمه الطبيعي حوالي 5-6 L عند الرجل، يقابله 4-5 L عند المرأة.
- يحوي الدّم على ما يقارب 0.85-0.9% **أملاح** (ولذلك يبلغ تركيز السيرومات الملحية المستخدمة 0.9%)[4].



[4] ما بين القوسين إضافة.

محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري

مكونات الدم Components Of Blood

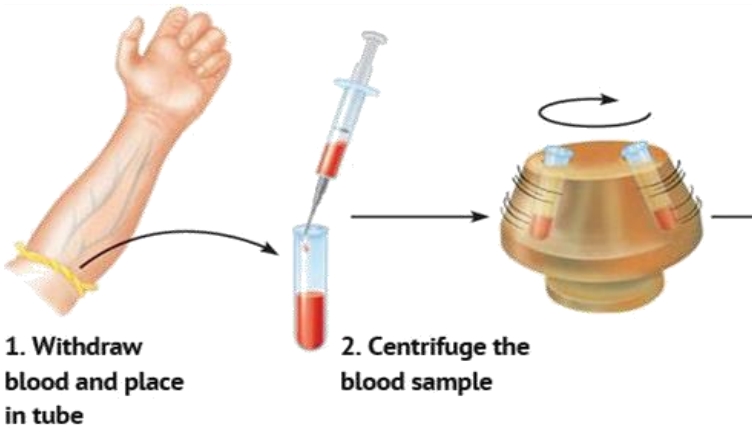
❋ نلاحظ عند سحب عينة من الدم أن مكوناته تكون ممزوجة مع بعضها البعض، ولنتمكن من فحص كل مكون على حدة، فلدينا خياران:

☜ إما أن نترك عينة الدم لبعض الوقت، حيث ستنفصل بشكل تلقائي إلى طبقات، تحوي كل طبقة أحد المكونات.

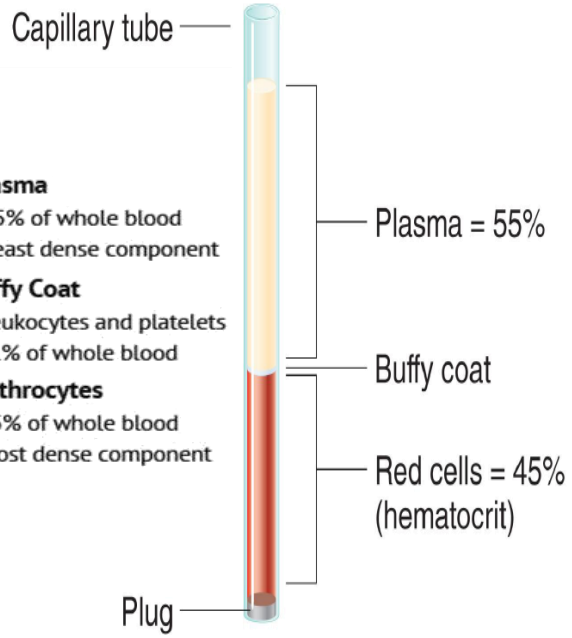
☜ أو نخضعها إلى عملية **التثفيل (التنبيذ) Centrifugation**، وذلك باستخدام المثفّلة (النابذة أو جهاز الطرد المركزي) Centrifuge مع إضافة مانع التخثر[5]، فنحصل على تلك المكونات مفصولة عن بعضها على شكل طبقات.

ملاحظة*:

- بعد تثفيل الدم، ينفصل إلى طبقات ضمن الأنبوب، حيث تظهر البلازما في الأعلى وتشكل تقريباً 55%، وفي المنتصف تتوضع طبقة الغلالة الشهباء Buffy coat مشكلة أقل من 1%، أما في أسفل الأنبوب تظهر الكريات الحمر (الهيماتوكريت)، حيث تشكل تقريباً 45%.
- **الغلالة الشهباء Buffy Coat:** هي طبقة تحوي الكريات البيض والصفيحات الدموية.
- **الهيماتوكريت:** هو نسبة الكريات الحمر من الدم الكامل، وتساوي 45%.



الصورة توضح طريقة سحب عينة الدم وتثفيلها



أنبوب شعري به دم مثفل

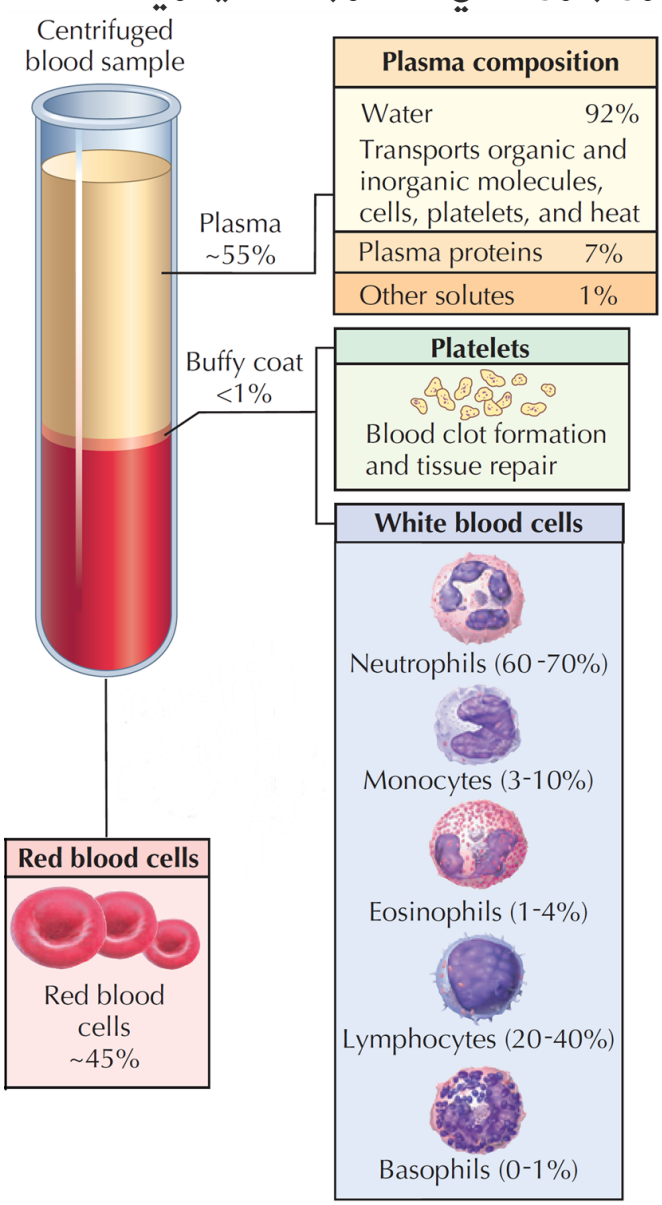
[5] وذلك للحصول على البلازما (وليس المصل) كما سنرى لاحقاً.

توزع مكونات الدم[6]:

يشكل الدم حوالي 8% من سوائل الجسم كما ذكرنا، ويضم:

1. البلازما (المصورة)*: (ذكرت الدكتورة مكونات البلازما بشكل عام، بالإضافة للفرق بين البلازما والمصل)

- وهي عبارة عن سائل سميك، صافٍ (لا يوجد عكر)، متلون بلون قشي (أصفر باهت)، يحوي مجموعة من المواد من ضمنها عوامل التخثر.
- تشكل 55% من مكونات الدم، وتشمل:



1. الماء*:

- يمثل 91.5% من البلازما (90-92%).

2. مواد مذابة:

- وتبلغ نسبتها 8.5%، وتضم:
  - **البروتينات*:** تمثل 7% منها، وتتضمن:
    - ✓ الألبومين والبروتينات الأخرى الخاصة بالنقل (كالبروتينات الشحمية)، وتشكل 54%.
    - ✓ الغلوبيولينات (كالأضداد)، وتشكل 38%.
    - ✓ الفيبرينوجين (من عوامل التخثر)، يشكل 7%.
    - ✓ بروتينات أخرى 1%.
  - **مواد منحلة أخرى** تمثل 1.5%، تتألف من:
    - ✓ مغذيات.
    - ✓ غازات (N_2، O_2، CO_2).
    - ✓ مواد منظمة لعمليات الجسم.
    - ✓ شوارد*: Na^+، K^+، HCO_3^-، Cl^-، Ca^{+2}.
    - ✓ فضلات: بولة، حمض البول، أملاح الأمونيا، كرياتين، كرياتينين، وبيليروبين.
    - ✓ مكونات أخرى: غلوكوز، أحماض دسمة، إنزيمات، هرمونات.

[6] ملاحظة هامة: يوجد اختلاف بين المراجع حول النسب وأعداد الخلايا، وجميع الأرقام والنسب التي ستذكر خلال المحاضرة ليست مطلقة، أي من الممكن أن تزيد أو تنقص قليلاً على الرغم من كونها قيم طبيعية لا تشير لأي دلالة مرضية، ولكن المهم أن تكون هذه الأرقام ضمن مجال الحدود الطبيعية.

ملاحظة:*

- **المصل Serum:** هو عبارة عن بلازما الدم **دون** وجود عوامل التخثر داخلها (هاام).
- أي عند سحب الدم إلى أنبوب يحوي موانع تخثر، فنحصل منه على البلازما إذ تبقى عوامل التخثر موجودة فيه (وعادةً تستعمل هذه الأنابيب للاختبارات الإرقاء والـ CBC)، وعند السحب إلى أنبوب جاف نحصل على المصل إذ يتم تخثر الدم بداخل الأنبوب وتُستهلك عوامل التخثر.

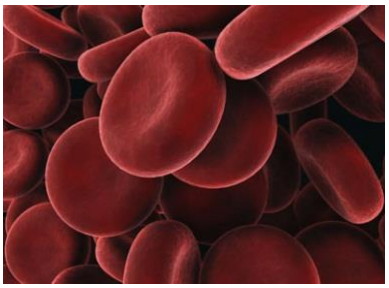
في الصورة المجاورة:
أكياس من بلازما الدم، تم أخذها من متبرعين ومعالجتها، لاحظ لونها القشي ومظهرها الرائق

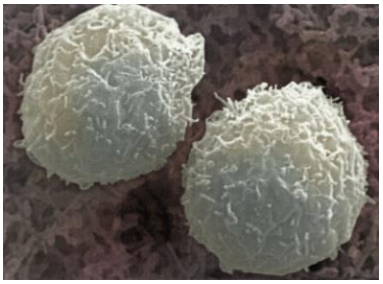
2. العناصر الخلوية*: (ذكرت الدكتورة كل مكون بالإضافة لنسبته)

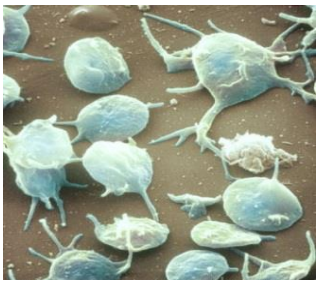
- هي **الخلايا الحيّة** في الدم، تشكل حوالي 45% من الدم.
  - ويطلق مصطلح خلايا الدم على الخلايا التي تنتج خلال عملية تكون الدم Hematopoiesis، وتوجد بشكل رئيسي ضمن الأوعية الدموية.

1. وتتضمن:

- كريات الدم الحمراء RBCs: نسبتها 95.1% من العناصر الخلوية، ويبلغ تعدادها 4.5-4.8 مليون في ملم^3 من الدم.
- الصفيحات الدموية Platelets: نسبتها 4.8% من العناصر الخلوية، وتمثل 150-400 ألف صفيحة/ملم^3.
- كريات الدم البيضاء WBCs: نسبتها 0.1% من هذه العناصر، يبلغ تعدادها 5-10 آلاف في ملم^3 من الدم، وتقسم إلى:
  - العدلات (60-70)%.
  - اللمفاويات (20-25)%.
  - الأسسات (0.5-1)%.
  - الوحيدات (3-8)%.
  - الحمضات (2-4)%.


RBCs


WBCs


Platelets

أنواع خلايا الدم كما تظهر تحت المجهر

2. نشأتها:

- تنشأ جميع خلايا الدم من خلية بدئيّة كبيرة وهي **أرومة الخلية الدموية**[7] Hemocytoblast.
- وتحدث عملية **تكوّن الدم** Hematopoiesis[8] في كل من: الكبد Liver، الطحال Spleen، الغدة التيموسيّة Thymus، نقي العظم Bone Marrow[9]، وذلك حسب مراحل الحياة، حيث يختلف العضو المكون للدم عند الجنين وفي مرحلة الطفولة عن فترة ما بعد البلوغ.

3. عمرها وتكاثرها:

- إنّ غالبية عناصر الدم الحية ذات عمر قصير نسبياً[10]، حيث تعيش فيه لعدة أيام فقط، عدا الكريات الحمر التي تعيش حوالي 120 يوم.
- لا تنقسم معظم مكونات الدم ولا تتكاثر، حيث يكون الشكل الجائل في الدم هو الشكل الناضج النهائي غالباً (أغلب الكريات الحمر الموجودة في الأوعية هي الشكل الناضج النهائي)[11].

ملاحظة*:

- كل خليتين من أصل ثلاث خلايا ضمن المصورة تعد **خلايا غير حقيقية**.
- حيث تعد الكريات البيض خلايا حية حقيقية، في حين أن الكريات الحمر والصفيحات الدموية **ليست** خلايا حقيقيّة، وذلك لعدم امتلاكها للنواة وبالتالي فهي لا تحوي المادة الوراثية DNA.

---

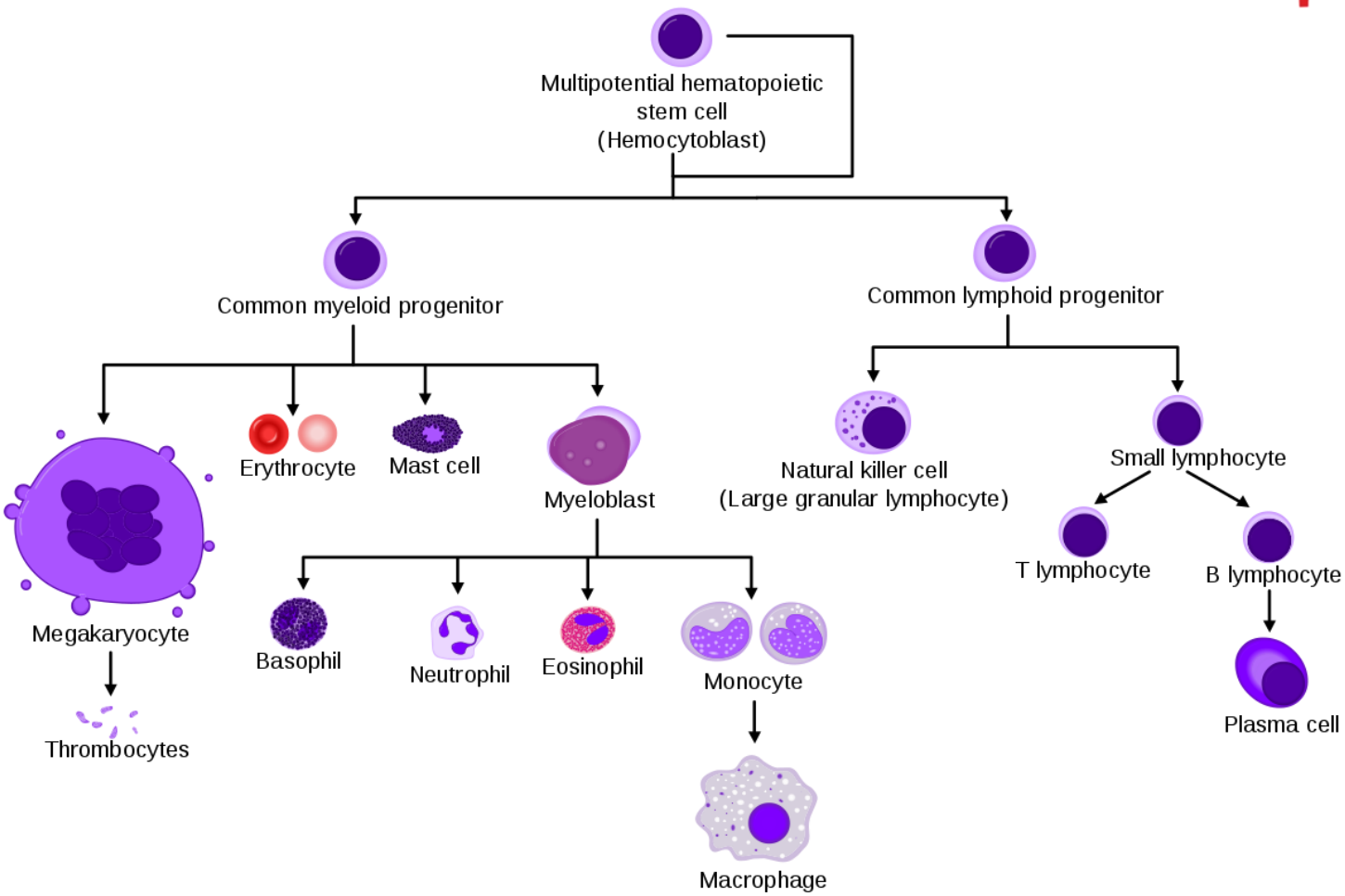
[7] يطلق أيضاً على أرومة الخلية الدموية اسم الخلية الجذعية الدموية.

8 سنتحدث عن عملية تكوّن الدم بتفاصيلها وأماكن هذا التكون في محاضرات لاحقة.

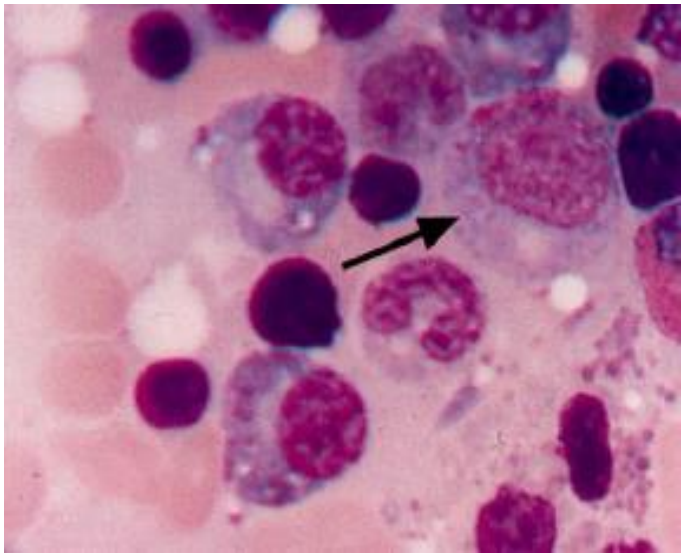
9 حسب مرجع كابلان، تبدأ عملية تكون الدم في الكيس المحي، ثم في الكبد والطحال، انتهاءً بنقي العظم.

10 حسب الدكتورة، ولكن هناك العديد من الخلايا الدموية ذات العمر الطويل كالوحيدات، وخلايا الذاكرة البائية التي تعيش لسنوات.

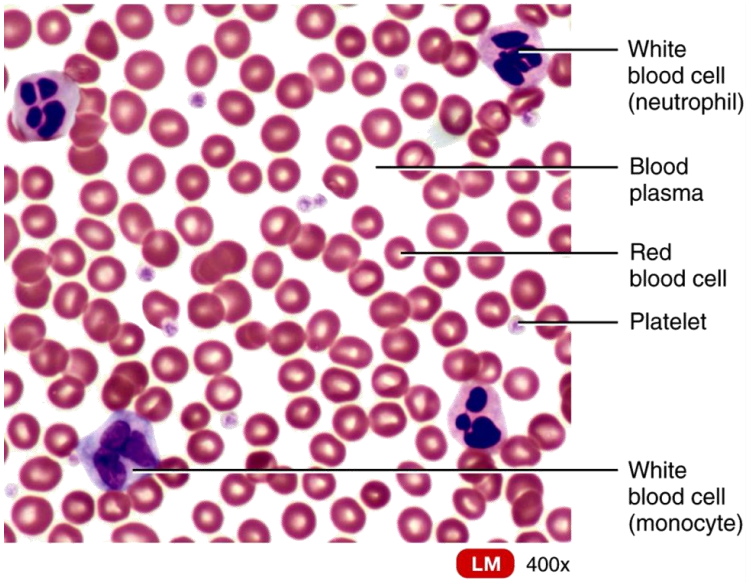
11 ستمر مراحل تشكل الكريات الحمر لاحقاً.



يوضح المخطط السابق عملية تكون الدم بدءاً من أرومة الخلية الدموية، وصولاً إلى الخلايا الدموية الناضجة (الكريات الحمراء، الكريات البيضاء بأنواعها، والصفيحات الدموية)، وسنتحدث عنها في محاضرة لاحقة



يوضح الشكل لطاخة دموية، تظهر فيها أرومة الخلية الدموية Hemocytoblast



صورة مجهرية للطاخة دموية بالمجهر الضوئي

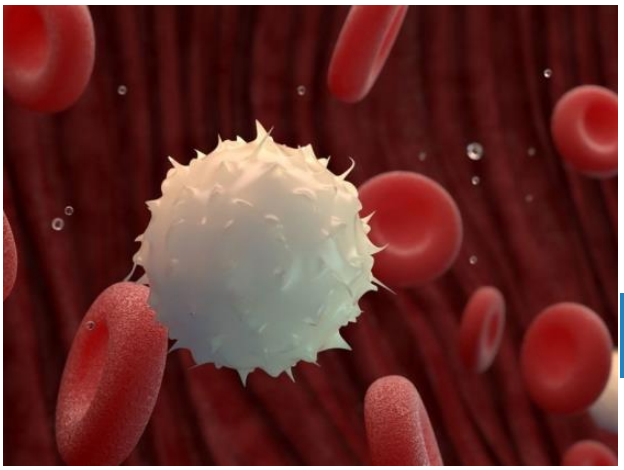
لننتقل وإياكم الآن للحديث عن أسلحة جسمنا العتيدة؛ كرياتنا البيض، متناولين بشيء من التفصيل أنواعها، وأهم خصائصها...

خلايا الدم البيضاء White Blood Cells (WBCs)

❖ تعدُّ الكريات البيض **الخلايا الأولية لجهاز المناعة**، حيث تكافح المرض (تحارب الأمراض والأجسام الغازية الأجنبية).

❖ تتكوّن في نقي العظم، وبعض أنواعها تتكون في العقد اللمفيّة[12].

تسميتها*:



- سميت بالكريات البيضاء لأنها لا تحمل أي صباغ، حيث تظهر عديمة اللون بسبب **خلوها من** الهيموغلوبين (الخضاب).
- يطلق عليها أيضاً Leukocytes.

صفاتها الخلوية*:

- للكريات البيض العديد من الأنواع، ويعتمد شكل الخلية على نوعها.
- تحوي نواة بداخلها الـ DNA، كما تحوي الخلية عضيات خلوية أخرى، بالإضافة إلى أن بعضها يحوي حبيبات تفيدنا بالتمييز بين الأنواع المختلفة للكريات البيضاء.
- يتراوح عمرها الوسطي بين **24 ساعة إلى عدة سنوات** (بعض أنواع الخلايا البيض المسؤولة عن الذاكرة المناعية تبقى في الجسم مدى الحياة).

على الرغم من كونها **أكبر** الخلايا الدموية حجماً، حيث يبلغ قطرها 8-20 ميكرومتر، إلا أنها **الأقل عدداً** في الدم (حوالي 4.500 - 11.000 كرية بيضاء/ملم^3) عند الشخص السليم.*

[12] حسب السلايدات، ولكن الأصح أن نقول أن بعض أنواعها (تتمايز) في العقد اللمفاوية كالخلايا التائية.

محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري

تتسم الكريات البيض بكونها*[13]:

- قادرة على **التحرك والانتقال** داخل وخارج الأوعية الدموية (تقوم بالانسلال diapedesis)، حيث تتحرك حركة أميبية[14] Ameboid motion عبر تبدلات السيتوبلازما الموجودة داخلها.
- تستجيب للعوامل الكيميائية (**الجاذبات الكيميائية**) الناتجة عن أذية الأنسجة.

أهم وظائف الكريات البيض:

1. الدفاع عن الجسم ضد العوامل الممرضة.
2. التخلص من الخلايا المتضررة، السموم، وبعض الفضلات الناتجة.
3. تفرز بعض أنواع الكريات البيض الأضداد.
4. تلعب دور مراقبة لحدوث أي أذية في أي مكان في الجسم، لذلك تسمى بعمال النظافة (Scavengers)، أو رجال الشرطة المجهريين Microscopic Policemen.

تقوم الكريات البيض بوظائفها من خلال البلعمة، إفراز السايتوكينات أو إفراز الحبيبات وغيرها من الآليات.*

أنواع الكريات البيضاء

- تم تصنيف الكريات البيض اعتماداً على:
  1. وجود أو غياب **الحبيبات** (Presence or Absence of Granules)*.
  2. الخصائص **التلوينية** للسيتوبلازما ومحتوياتها (أي حسب اللون الذي تأخذه الحبيبات الموجودة في البلازما داخل الخلايا عند تحضير اللطخات وتلوينها).
- ويمكننا تصنيف عدة أنواع من الكريات البيض باستخدام تلوين رايت أو غيمزا[15].

عموماً تظهر الكريات البيض بلون **فاتح** عند التحضير، وهي تمتلك **نواة** تأخذ تلويناً مختلفاً عن السيتوبلازما، وتتميز الكرية البيضاء بحجم **أكبر** من حجم الكرية الحمراء.

[13] أهم سمتين (قامت الدكتورة فقط بذكرهم)، ولكننا سنفصل في صفاتها لاحقاً.

[14] الحركة الأميبية: هي حركة شبيهة بالزحف، حيث تتزحلق الكريات البيض ببطء عبر تشكيل أرجل كاذبة.

[15] ملون غيمزا: هو مزيج من الأيوزين (الأحمر)، وصباغ الميثيلين الأزرق، وصباغ Azure B اللازوردي.

ووفقاً للصفات السابقة، يمكننا تقسيم الكريات البيض إلى:

1. كريات بيض محببة Granulocytes*:

وهي: العدلات Neutrophils، **الحمضات** Eosinophils، **والأسسات** Basophils.

2. كريات بيض غير محببة Agranulocytes*:

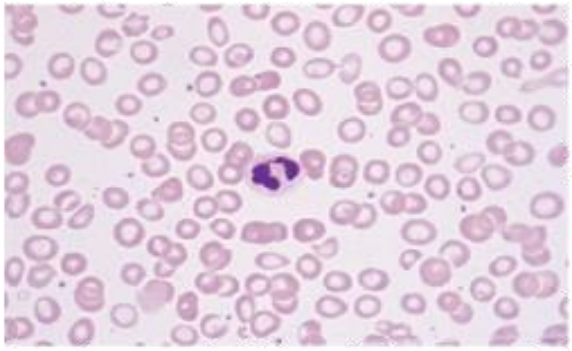
وتتضمن: 1. **الوحيدات** Monocytes. 2. **اللمفاويات** Lymphocytes.

ملاحظة أكدت عليها الدكتورة*:

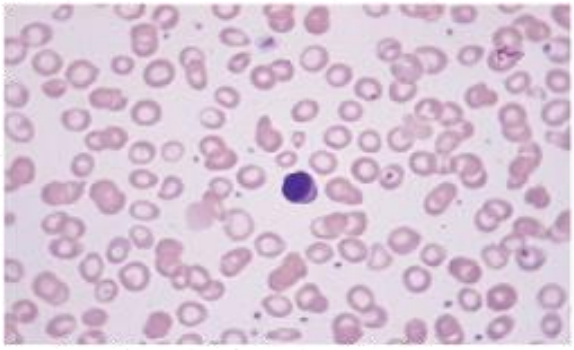
يكون التصنيف السابق مُضللاً أحياناً، حيث يحتوي كلا نوعي الكريات البيض على حبيبات (حويصلات إفرازية وجسيمات حالّة)، غير أنّه من الصّعب ملاحظة هذه الحبيبات والجسيمات تحت المجهر الضوئي في الخلايا غير المحبّبة، وإنما تظهر بالمجهر الإلكتروني (لذلك تعد التسمية غير صحيحة).

تُظهِر الصور السابقة أنواع الكريات البيض بالتلوين تحت المجهر الضوئي، حيث نلاحظ الوحيدات؛ وهي أكبر الكريات، بالإضافة إلى اللمفاويات (صغيرة وكبيرة لا نموذجية)، العدلات، الحمضات، والأسسات (سيرد شرح مفصل في المحاضرة لكل نوع من الأنواع السابقة)

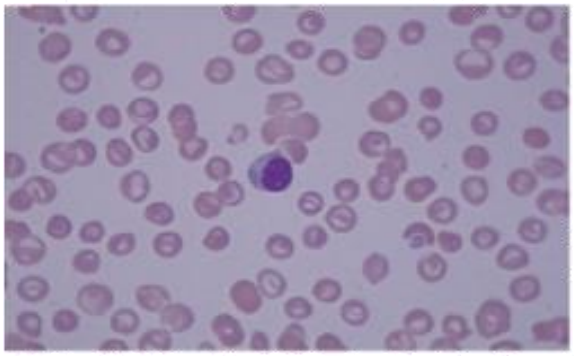
Neutrophil



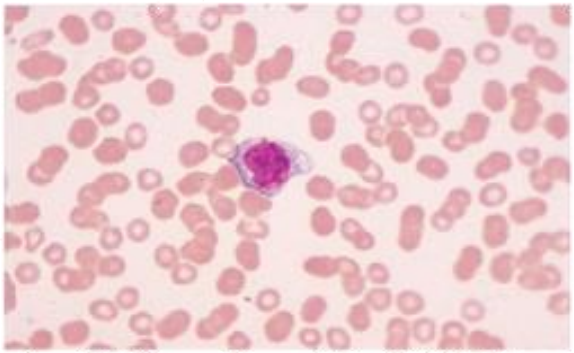
Lymphocyte



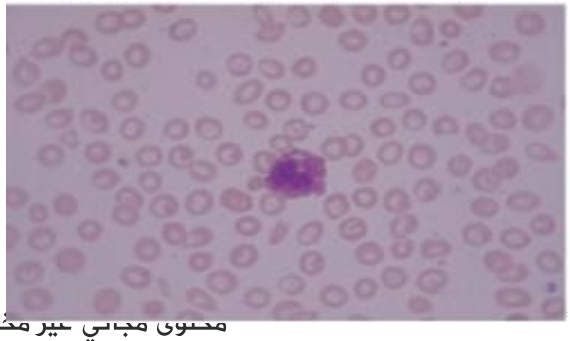
Large granular lymphocyte



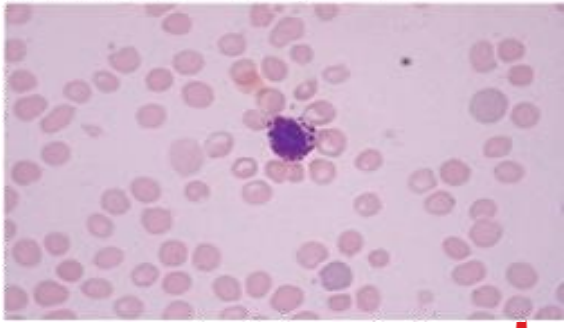
Monocyte



Eosinophil



Basophil



خصائص الكريات البيض

تمتلك الكريات البيض أربع خصائص رئيسية تميزها عن الكريات الحمر:

1. إمكانية الهجرة خارج مجرى الدم:

ففي الواقع، تقضي الكريات البيض معظم حياتها خارج الدم (على الرغم من كونها جزء من عناصره الخلوية)، حيث يوجد جزء ملتصق بالأوعية وجزء آخر داخل النسج، بالإضافة إلى عدد قليل ضمن مجرى الدم[16].

2. الهجرة *Emigration* أو الانسلال *Diapedesis*:

هي عملية تحدث عند تفعيل الكريات البيض، حيث إنها تلتصق على الطبقة المبطنة للأوعية الدموية، حتى تمر في النهاية بين الخلايا البطانية وصولاً إلى السائل الخلالي (سيتم شرحها لاحقاً).

3. القدرة على القيام بالحركة الأميبية:

وذلك بتدفق السيتوبلاسما لتشكّل استطالات خلوية، عن طريق إعادة تنظيم خيوط الأكتين، ممّا يسمح للخلية بالتحرّك حول الأنسجة.

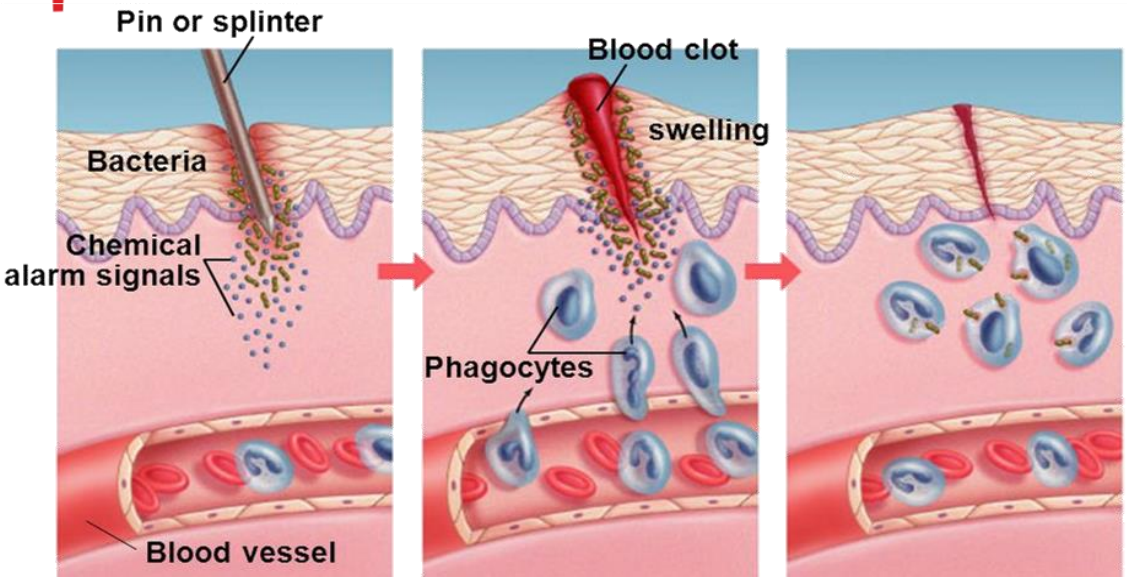
4. الانجذاب بتأثير العوامل الكيميائية:

حيث يوجه الانجذاب الكيميائي الكريات البيض باتجاه النسيج المتأذّي، أو العوامل الممرضة، أو الكريات البيض الأخرى.

ملاحظة:

- تلعب جميع أنواع الكريات البيض دوراً في الآلية الدفاعية للجسم.
- تعتبر العدلات، والحمضات، والأسسات والوحيدات كريات **غير نوعية** (أي مسؤولة عن المناعة غير النوعية **-المتأصلة-**)، حيث تتفعّل عن طريق منبهّات متنوعة وكثيرة.
- بينما تكون اللمفاويات مسؤولة عن المناعة **النوعيّة (التلاؤمية)**، وتستجيب لمنبهات نوعية مسببة الالتهاب (الخمج).

[16] ملاحظة: تعداد الكريات البيض الذي نحصل عليه عند القيام بتحليل عينة من الدم لا يعبر إلا عن الكريات الجائلة في الدوران، ولكن هناك كريات بيض أخرى ضمن النسج أو ملتصقة بجدران الأوعية.

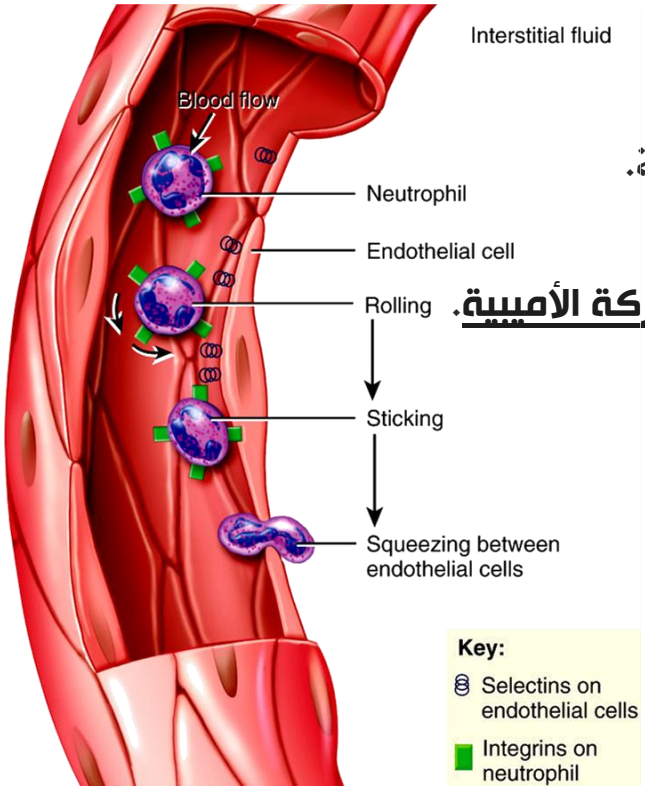


توضح الصورة كيفية تفاعل الكريات البيض مع المواد المخرشة أو الجراثيم عند حدوث أذية في النسج، وأكثر الكريات استجابة في هذه الحالة **هي العدلات والبالعات الكبيرة**

هجرة الكريات البيض Emigration والانسلال Diapedesis*:

- **الانسلال Diapedesis: هي العملية التي تغادر عبرها معظم الكريات البيض المجرى الدموي، مخترقةً جدار الشعيرة[17] Capillary Wall، ومن ثم دخولها الأنسجة.**
- **وتلعب الجاذبات الكيميائية دوراً في هذه العملية، حيث تتصف بكونها دقيقة ونوعية، وتختلف حسب الأنواع المختلفة والعديدة من الكريات البيض.**
- **يمكن تلخيص عملية الهجرة وفق المراحل التالية[18]:**

1. **دوران (دحرجة) الكرية على طول البطانة الدموية.**
2. **الالتصاق (التعلق) بالبطانة.**
3. **الانسلال (الانحشار) بين الخلايا البطانية عبر الحركة الأميبية.**
4. **توجّه الكريات البيض إلى النسيج المتأذي.**



توضح الصورة المجاورة كيفية انجذاب الكرية البيضاء باتجاه النسج، حيث تقترب من بطانة الوعاء وتتعلق به، ومن خلال حركات أميبية، تستطيع تشكيل أرجل كاذبة وعبور بطانة الوعاء

[17] توضيح: تحدث عملية هجرة الكريات بشكل رئيسي في الوُريدات، وذلك لأن الجاذبات الكيميائية وجزيئات الالتصاق التي تتحكم بعملية الهجرة يتم التعبير عنها في الوريدات، كما تكون قوى القص الناتجة عن جريان الدم في الأوعية منخفضة نسبياً في الورديات، مما يسهّل استقبال الكريات البيضاء للإشارات من الخلايا البطانية ويسمح بتفاعل جزئيات الالتصاق بينهما، بالإضافة لكون الشحنة الخاصة بالسطح الخارجي للخلايا البطانية أخفض ما تكون في الوريدات.

[18] تم شرح عملية الانسلال والهجرة بشكل مفصل في مقرر المناعة.

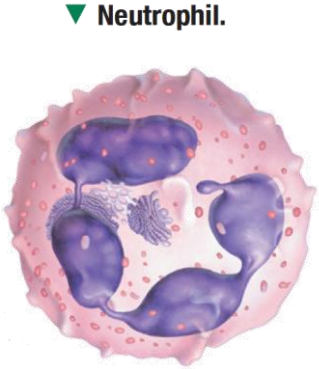
وبعد تَعرُّفنا على الكريات البيض وخصائصها بشكلٍ عام، سنخوض بقليل من التفصيل في أنواعها، والتي -كما أسلفنا- تندرج تحت صنفين رئيسين: الكريات المحببة، والكريات غير المحببة

أنواع الكريات البيض

أولاً: الكريات البيض المحببة Granulocytes

العدلات Neutrophils

خصائصها:



- **وفرتها:** هي الشكل **الأكثر شيوعاً** من الكريات البيضاء، حيث تشكل ما يقارب 50-70% من الكريات البيض الجائلة في الدوران.
- **نواتها:** تُعرف العدلة أيضاً باسم الكرية متعددة[19] "مفصصة" النوى Polymorph nuclear[20] (PN)، بسبب البنية المفصصة لنواتها الكثيفة.
- **حركتها:** تتميز العدلة بكونها **متحركة بشدّة**، فهي أكثر أنواع الكريات البيض حركةً.
- **عمرها:** يعد عمر العدلات **قصير نسبياً**، حيث إنها تعيش -بشكل نموذجي- حوالي 10 ساعات، بدءاً من خروجها من النقي ومسيرها في الدم حتى موتها، ولكن من الممكن أن يصل عمرها إلى 30 دقيقة في الدوران وذلك عندما تبتلع الجراثيم بنشاط.

لمحة عن عملها:

- تتواجد العدلات في مقدمة خط الدفاع ضد **العدوى الجرثومية**، حيث تقوم بالتعرّف على الجراثيم الموسومة، سواءً بارتباط هذه الجراثيم بالأجسام المضادة، أو ببروتينات جملة المتممة (فهي لا تتعرف **إلا** على العناصر الموسومة[21]).
- تُنتِج العدلات عند تفعيلها **البروستاغلاندينات** (أحد عوامل المشاركة في الحدثية الالتهابية)، التي تزيد النفوذية الشعرية وتسبب الالتهاب، ولذلك يحدث الالتهاب Inflammation عند الجواب المناعي لأي عدوى أو عامل أجنبي.

[19] في الواقع، تمتلك العدلة نواة واحدة فقط، ولكنها تتميز بتفصصها إلى عدة فصوص، لذلك دعيت بمتعددة النوى.

[20] يطلق هذا المصطلح على كل الكريات البيض المحببة، ولكن بالسلايدات ورد فقط للعدلات.

[21] حسب السلايدات، ولكن الأصح أن العملية **تتعزز** عند ارتباط الجراثيم بالأجسام المضادة أو مكونات المتممة، وهذا ما ندعوه بالطهاية.

أماكن تواجد العدلات:

1. يقع أكبر تجمُّع للعدلات في **نقي العظام** (ويطلق على مُجمَّع العدلات في النقي اسم **التجمع الاحتياطي** Reserve Pool).
2. في حين تدور كمية قليلة في **الدم المحيطي** (وتدعى **بالتجمع الجوال** Circulating Pool).
3. كما تدخل تقريباً نفس الكمية الجائلة في الدم إلى **الأنسجة** (مشكلةً ما يسمى **بالتجمع النسيجي** Tissue Pool).

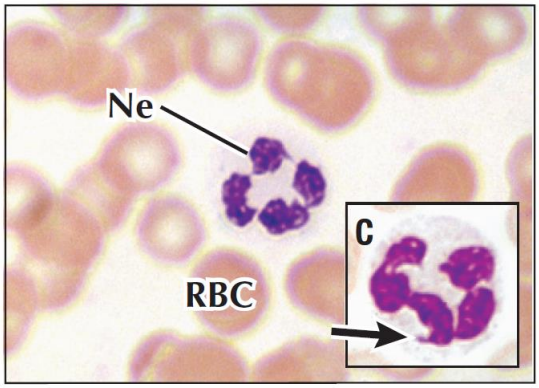
- ولذلك نقول إن الكريات البيض الناضجة **لا** توجد في الدم فقط، وإنما يمكن أن يتواجد الشكل الناضج في نقي العظم مشكلاً مخزوناً احتياطاً، ومنها ما يكون ناضجاً جائلاً بالدوران.
- بينما الكريات الحمر لا تُخزّن بالنقي، وقد تخرج منه قبل وصولها للنضج (مرحلة الشبكيات).

التجمّع الجوال:

- يعد العمر النصفي للعدلات الجائلة قصيراً، ويبلغ حوالي 6-8 ساعات فقط.
- يمكن تقسيم التجمع الجوال للعدلات إلى تجمعين فرعيين متساووين تقريباً:
  - ✓ **تجمع هامشي:** يلتصق بضَعف مع بطانة الأوعية الدموية.
  - ✓ **تجمع حر:** يدور مع بقية عناصر الدم، وهو **الوحيد** الذي يمكن حساب كميته.

علاقة العدلات بالفيبرينوجين:

- يعتبر الفيبرينوجين من بروتينات الطور الحاد، وهو البروتين المسؤول عن المرحلة الأخيرة من عملية التخثر (الإرقاء)، وقد لوحظ وجود علاقة بينه وبين العدلات.
- ما زالت الوظيفة الدقيقة للفيبرينوجين غير واضحة، ولكن من المعروف أنه يقوم بتشكيل شبكة تشبه شبكة العنكبوت تعرف **بالشبكة الفيبرينية**، ويُعتقد أنها تقوم بحصر والتقاط الجزيئات الدقيقة (كالجراثيم)[22]، كما وتسهّل هجرة العدلات، وبالتالي الحد من انتشار العدوى وتوسع الالتهاب، وبإمكاننا أن نقول أنّ العدلات تتميز **بتفاعلها أو تآزرها** مع الفيبرينوجين.



توضح الصورة المجاورة شكل الخلية العدلة مجهرياً، ونواتها متعددة الفصوص

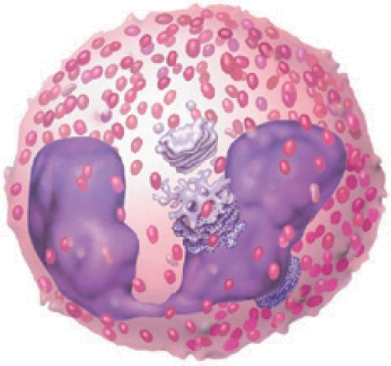
[22] توضيح: في الواقع تقوم العدلات بتشكيل شبكة تسمى neutrophil extracellular traps (NETs)، تقوم بالتقاط الجزيئات الدقيقة، والشبكة الفبرينية علاقة بتثبيت هذه الشبكة.

الحمضات Eosinophils

خصائصها:

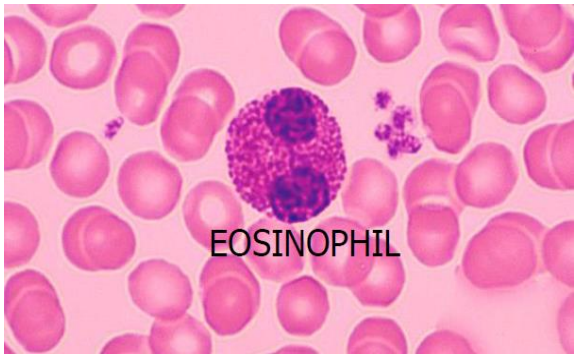
- **وفرتها:** تشكل الحمضات حوالي 2-4% من الكريات البيض الجائلة.
  - وتشكل الحمضات الناضجة حوالي 5-10% من المحببات (200/ميكرولتر) أو ($0.2x10^9$/L).
- **نواتها:** يتم تمييزها عبر نواتها ذات الفصين Bilobed Nucleus، والحبيبات السيتوبلازمية الكبيرة الحمراء **الغزيرة** التي تتوضع فوق النواة (شبهتها الدكتورة بالرمان لكثرة حبيبياتها).
- **حجمها:** **تشابه** العدلات من حيث الحجم.

▼ Eosinophil.



لمحة عن عملها:

1. إنّ عمل الحمضات **الأساسي** يعتمد على **مهاجمة** الأجسام الغريبة عن طريق **إفراز المواد السامة** (مثل أوكسيد النتريك والأنزيمات الأخرى السامة للخلايا).
   - حيث يكون أسلوب إفراز المواد السامة فعّالاً في عرقلة (حجز) العضويات الكبيرة متعددة الخلايا، والتي تكون ضخمة على البلعمة، في حين تتبع أسلوب البلعمة للجزيئات الصغيرة.
   - وبفضل خاصيتها السابقة، فإن عدد الحمضات يزداد بشكل كبير خلال **العدوى الطفيلية**[23].
2. كما تعمل الحمضات على **بلعمة** الجراثيم الموسومة بالأضداد، وبقايا الخلايا الميتة.
3. تستجيب الحمضات أيضاً **للمواد المُحَسِّسة** في الدوران، **فيزداد** عددها في التفاعل التحسسي.
4. كما يعد الحد من توسع الالتهاب[24] مثالاً على الأدوار الأخرى للحمضات، حيث تعمل على **تقييد التأثير الالتهابي** للعدلات والخلايا البدينة في موقع الأذية أو الخمج.



صور مجهرية للحمضات تُظهِر النواة ذات الفصين، والحبيبات الأيوزينية الغزيرة والملونة باللون الأحمر، حيث تتوضع الحبيبات فوق النواة عادةً

[23] وخاصة الديدان.

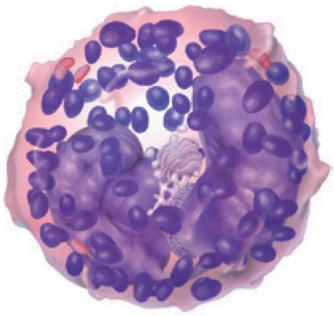
[24] توضيح: كما يمكن أن يكون للحمضات فعل معاكس لهذا الفعل (وذلك من خلال البروتين MBP).

الأسسات Basophils

خصائصها:

- **وفرتها:** تكون الأسسات **نادرة**، حيث تشكل حوالي 1% من الكريات البيض فقط.
  - كما تعد الأسسات الكريات الأقل شيوعاً بين الكريات البيض المحببة.

▼ Basophil.



- **نواتها:** تمتلك الأسسات نواة ذات فصين، وتتميز عن العدلات بحبيباتها الكبيرة متبدلة اللون Metachromatic (بين البنفسجي والأسود)، والغنيّة بالهيستامين، السيروتونين والليكوترينات.
- **حجمها:** **أصغر** من العدلات.

العلاقة بين الأسسات والخلايا البدينة:

- للخلايا البدينة Mast Cells علاقة بالأسسات، ولكنها تختلف عنها ببعض السمات.
- **الخلايا البدينة:** هي خلايا تعيش لمدّة طويلة، تتواجد في **النسج** بدلاً من الدّم المحيطي، وتتميز بقدرتها على الانقسام، وتحوي بداخلها نفس محتويات الأسسات، مثل حبيبات الهيستامين.
  - وبإمكاننا القول إن الخلايا البدينة Mast Cells الموجودة في **الأنسجة** هي خلايا مقابلة للأسسات الموجودة في **الدوران** (أي أن الأسسات تغادر مجرى الدم وتتطور إلى خلية بدينة).
- داخل النسج، ترتبط المستضدات[25] بالخلايا البدينة مسببةً انفجار الخلية البدينة وموتها[26]، ومن ثم تنطلق الوسائط الالتهابية من الحبيبات، ومنها **الهيستامين**، ويبدأ الفعل الالتهابي.

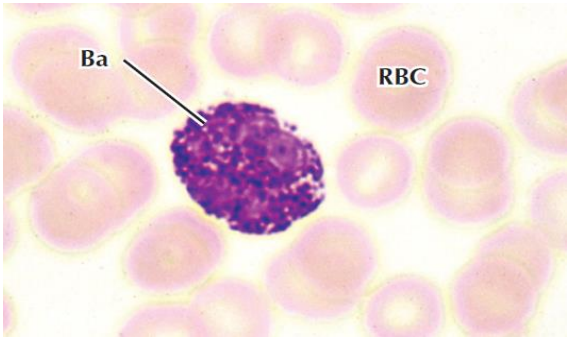
لمحة عن عملها:

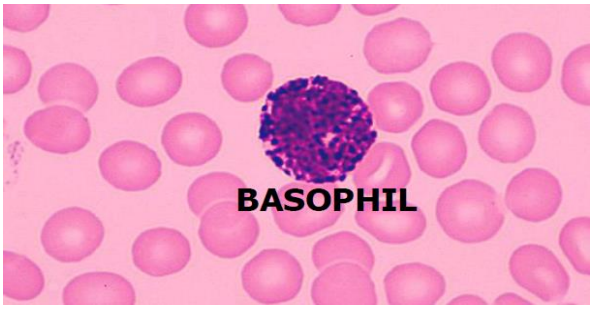
- تزداد الأسسات خلال **التفاعلات الالتهابية**، ويكون المبدأ الرئيسي لعملها هو **الهجرة** لمكان الإصابة، **وإطلاق** الهيستامين والهيبارين.
  - يقوم الهيستامين بعد ذلك بتوسيع الأوعية، بينما يمنع الهيبارين تخثر الدم، وتبعاً لذلك **سيزداد تدفق الدم** لمكان الإصابة.

[25] المستضدات حسب الأرشيف وهي المعلومة الصحيحة، ولكن وردت في السلايدات (الأضداد).

[26] توضيح للفكرة كاملةً: عندما يدخل المستضد للمرة الأولى يتم إنتاج أضداد له من قبل الخلايا البائية، وتقوم هذه الأضداد بالارتباط على سطح الخلايا البدينة، وعندما يدخل المستضد للمرة الثانية يحدث تفاعل بين هذه المستضدات والأضداد المرتبطة مسبقاً على سطح الخلايا البدينة، فتقوم هذه الخلايا بتحرير الوسائط الالتهابية من الحبيبات (وبالتي الارتباط المذكور في الفقرة بين المستضد والخلايا البدينة هو ارتباط غير مباشر تتواسطه الأضداد).

- تتدخل كل من الأسسات والخلايا البدينة ضمن تفاعلات **فرط الحساسية السريعة والجلديّة**، مثل: **الربو** Asthma، **الشرى**[27] Urticaria، **التهاب الأنف التحسّسي** Allergic Rhinitis، **والحساسية المفرطة "التأق"** Anaphylaxis.





صور مجهرية للأسسات، حيث تظهر بلون غامق (كحلي)، ونواة غير واضحة، كما تتوضع الحبيبات تحت النواة

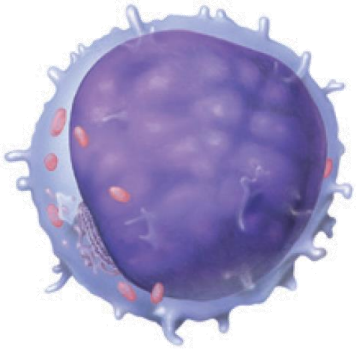
ثانياً: الكريات البيض غير المحببة Agranulocytes

اللمفاويات Lymphocytes

خصائصها:

- **وفرتها:** تشكل اللمفاويات حوالي 25% من الكريات البيض، وتشكل حوالي **ثلث** الكريات البيض الجائلة في الدم المحيطي $0.1\text{-}0.4\times10^9/L$.
- **نواتها:** تمتلك اللمفاويات نواة **دائرية كبيرة تملأ معظم الخلية**، محاطة بهالة رفيعة (تاج) من السيتوبلازما زرقاء اللون[28].
- **حجمها:** يتراوح حجمها بين 10-14µ والصغير منها بين 6-9µ.
- **عمرها:** تعيش من عدة أشهر إلى سنوات.

▼ Lymphocyte.



لمحة عن عملها:

- تعد اللمفاويات مسؤولة عن **المناعة** أو الحصانة عند الإنسان، وذلك عن طريق **الدفاع النوعي** كردّ على الخمج.
- **فتزداد** أعدادها عند الإصابة بأنواع متعددة من الأمراض: كالأمراض الفيروسية، الأورام Tumors، السعال الديكي Whooping Cough، والسل TB[29].
- بالمقابل، **تنخفض** أعدادها في الاضطرابات المناعية الذاتية Immune Disorders.

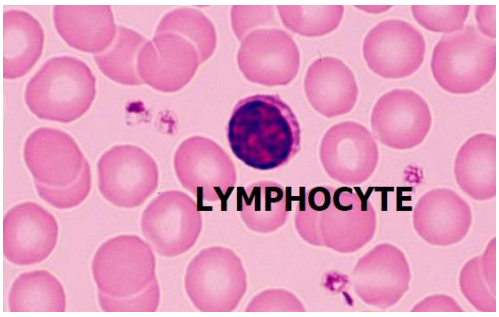
[27] مرض تحسسي جلدي، يحدث عادة نتيجة التعرض لمادة مؤرجة (مُحسِسة).
[28] وفيها حبيبات لا تظهر بالمجهر الضوئي.
[29] حسب السلايدات، إلا أن اللمفاويات تنقص عند الإصابة بالسل (حسب مرجع Livro).

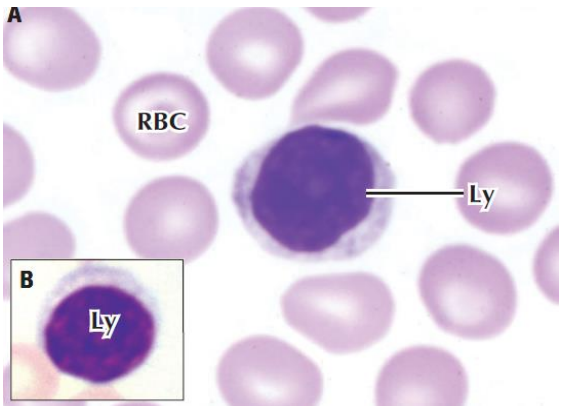
أنواع اللمفاويات:

- تقسم اللمفاويات إلى **ثلاثة أنواع**:
  - الخلايا التائية T Cells، الخلايا البائية B Cells، والخلايا القاتلة الطبيعية NK Cells.
- تشكل الخلايا التائية **حوالي الثلثين**، حيث تشارك في الجواب المناعي **الخلوي**.
- وتشكل الخلايا البائية معظم القسم الباقي، ولا يمكن تمييزها **شكلياً** عن اللمفاويات التائية.
  - تتمايز الخلايا البائية إلى:
    1. خلايا ذاكرة.
    2. خلايا بلازمية، وهي المسؤولة عن إنتاج الأضداد.
- بينما يكون النمط الثالث من اللمفاويات هو الخلايا القاتلة الطبيعية NK، وهي المسؤولة عن المراقبة المناعية للنسج الطبيعية.

ملاحظات حول عمل الخلايا القاتلة الطبيعية:

- أُطلِق على الخلايا القاتلة هذا الاسم بسبب قدرتها على تدمير الخلايا **المخموجة بالفيروسات**، بالإضافة إلى الخلايا الهدف **غير المتوافقة** بـ HLA[30] (مستضدات الكريات البيض البشرية).
  - تُعبِّر الخلايا السرطانية عن **مستضدات نوعية للورم**، فيمكن التعرف على هذه الخلايا من خلال المستضدات، ومن ثم تدميرها بواسطة الخلايا القاتلة الطبيعية.
  - كما تُعبِر الخلايا المخموجة بالفيروسات عن **مستضدات فيروسية** على غشائها مما يساعد في التعرف عليها.
- وتلعب هذه الخلايا دوراً في رفض زرع نقي العظم الخيفي[31] وزرع الأعضاء الصلبة، وذلك من خلال قدرتها على التعرف على الخلايا المزروعة.





صور مجهرية تظهر اللمفاويات، والنواة الدائرية التي تملأ معظم الخلية، مع القليل من الهيولى المحيطة بها، ولا يوجد حبيبات في السيتوبلازما

[30] HLA هو المسمى الآخر لمعقد التوافق النسيجي الأعظمي MHC.

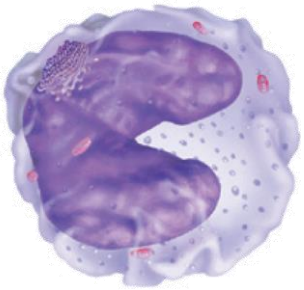
[31] زرع نقي العظم الخيفي: هي زرع خلايا نقي مأخوذة من متبرع من نفس نوع المستقبل، ولكنهما غير متطابقين وراثياً.

الوحيدات Monocytes

خصائصها:

- **وفرتها:** تشكل حوالي 2-8% من الكريات البيض ($0,3 \times 10^9/L$) أو (300 في الميكروليتر).
- **نواتها:** نواتها لها شكل الكلية (أو بيضوية مطوية).
- **حجمها:** تعد **أكبر** الكريات البيض (12-20 µ).
- **عمرها:** تقضي **فترة قصيرة** في الدوران (حوالي 24 ساعة) قبل دخولها إلى النسج وتحولها إلى بالعات كبيرة Macrophages.

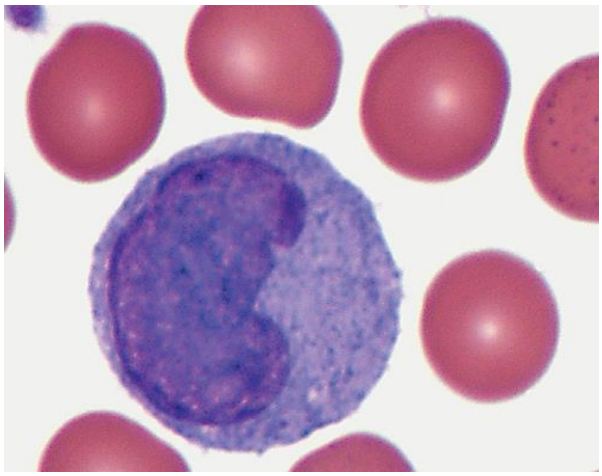
▼ Monocyte.



يطلق عليها في المجرى الدموي اسم **البلاعم**[32] **Phagocyte**.

لمحة عن عملها:

- تقوم البالعات Macrophages في النسج (وهي الشكل **الفعّال** من الوحيدات) ببلعمة مواد ذات أحجام كبيرة نسبياً.
- تزداد في الأخماج الفيروسية (مثل كثرة الوحيدات الخمجيّة[33] Mononucleosis)، وفي الأخماج أخرى التي قد تسببها الجراثيم (مثل الحمى التيفيّة Typhoid Fever) أو الأوالي (كالملاريا Malaria)، **وفي الأخماج الفطرية، والأمراض المزمنة Chronic Diseases**.



صورة مجهرية للوحيدات، حيث تظهر نواتها مطويّة تشبه الكليّة، مع غياب الحبيبات ضمن السيتوبلازما

تذكر: تتحول الوحيدات في النسج إلى بالعات كبيرة Macrophages*.

[32] حسب السلايدات، إلا أن البلاعم تضم الوحيدات (التي تتمايز في النسج إلى بالعات كبيرة)، وتضم العدلات (البالعات الصغيرة).

[33] للاطلاع : هو مرض فيروسي تزداد فيه الوحيدات، يختفي تلقائياً بعد أسابيع لشهر، ويسمى أيضاً داء القُبل لأنه ينتقل بالمفرزات الفمويّة يسببه فايروس EBV.

↙ جدول عرضته الدكتورة يوضح نسب تبدل الكريات البيض (للاطلاع)[34]:

نوع الكرية البيضاء	نسبتها الطبيعية	الحالات التي تزداد فيها	الحالات التي تنقص فيها
العدلات	%62-54	الأخماج البكتيرية، الحروق، التوتر، الالتهاب.	التعرض للأشعة، العقاقير السامة، عوز فيتامين B_{12}، الذئبة الحمامية الجهازية.
اللمفاويات	%33-25	الأخماج الفيروسية، بعض أنواع اللوكيميا.	الأمراض طويلة الأمد، المعالجة بالكورتيزون، التثبيط المناعي.
الوحيدات	%9-3	الأخماج الفيروسية أو الفطرية، السل، بعض أنواع اللوكيميا، الأمراض المزمنة.	تثبيط نقي العظم، المعالجة بالكورتيزون.
الحمضات	%3-1	التفاعلات التحسّسية، الأخماج الطفيلية (بالديدان)، أمراض المناعة الذاتية.	العقاقير السامة، التوتر.
الأسسات	%1>	التفاعلات التحسّسية، اللوكيميا، السرطانات، قصور الغدة الدرقية.	الحمل، الإباضة، التوتر، فرط نشاط الغدة الدرقية.

نكمل بذكر بعض الاضطرابات الطبيعية والمرضية لأعداد الكريات البيض..

أمراض متعلقة بالكريات البيض

- يبلغ عدد الكريات البيض الكلي 11-4 ألف خلية/ميكرولتر*.
- يتغير هذا العدد خلال اليوم، أي يتعلق هذا العدد بالزمن، ويكون بأعلى قيمة له عند **المساء**.

أولاً: كثرة الكريات البيض Leukocytosis

- أي ازدياد كمية الكريات البيض أكثر من الحد الأعلى الطبيعي، أي أكثر من 11 ألف خلية/ميكرولتر، ويحدث ذلك عند:

1. الإصابة ببعض الميكروبات.
2. ممارسة التمارين الشاقّة.
3. التخدير Anesthesia.
4. الجراحة Surgery.

[34] هذه الفكرة حسب الأرشيف، ولم تعرض الدكتورة الجدول في المحاضرة.

تزداد الكريات البيض فيزيولوجياً (أي بشكل طبيعي) في الحالات التالية:

1. الطعام: بعد الأكل، وخاصة الطعام الغني بالبروتين.
2. العمل الشاق.
3. الشدّة أو التوتر (الشدة النفسية-العاطفية).
4. الحمل.
5. أثناء الإباضة.
6. عند حديثي الولادة.

ثانياً: نقص الكريات البيض Leukopenia

- وهو انخفاض كمية الكريات البيض أقل من الحد الأدنى الطبيعي، أي أقل من 4 آلاف كرية/µl، ويحدث ذلك عند:
  - التعرض للأشعة.
  - المعالجة الكيميائية.
  - الصدمة.

يتواجد فقط <u>20٪</u> من مجمل الكريات البيض في الدوران الدموي، بينما يتواجد القسم المتبقي في كلٍّ من: السائل اللمفي، الجلد، الرئتين، العقد اللمفاوية، الطحال.

بعض الاضطرابات المشهورة للكريات البيض

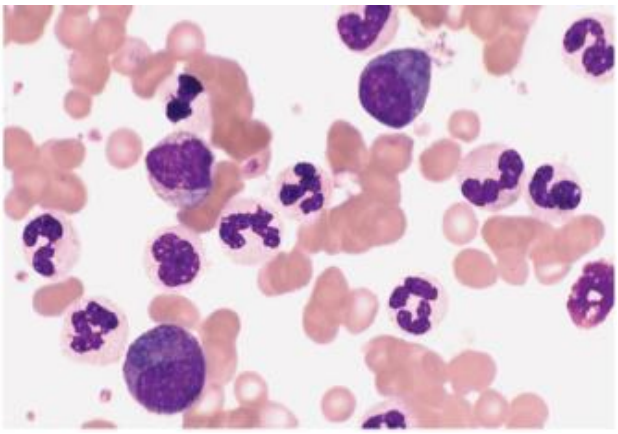
- داء كثرة الوحيدات الخمجي (الإنتاني) Infectious Mononucleosis.
- اللوكيميا Leukemia.

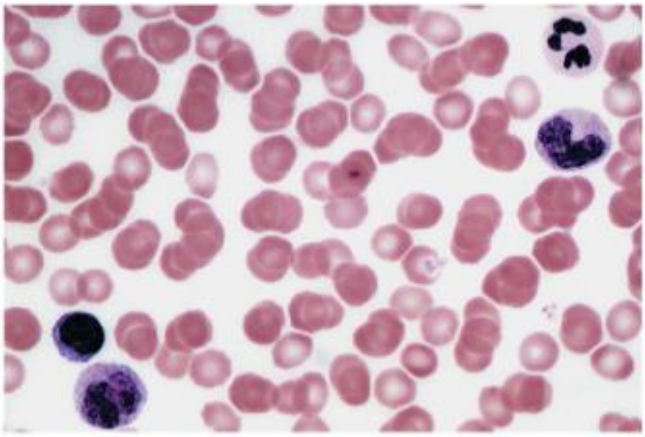
اللوكيميا Leukemia (ابيضاض الدم- سرطان الدم)*:

★ هي إنتاج <u>غير طبيعي (غير منظّم)</u> لأنواع معيّنة من الكريات البيض غير الناضجة.

ملاحظات من الدكتورة:

- يختلف عدد الكريات البيض من الرضيع إلى الطفل فالبالغ، حيث تكون الكريات البيض <u>مرتبطة</u> جداً بالعمر لأن لها علاقة بالذاكرة المناعية.
- <u>لا يوجد</u> ارتباط للكريات البيض بالجنس، وبالتالي <u>ليس هناك</u> علاقة لتعداد الكريات البيض باختلاف الجنس (بعكس العمر)، وفقط الكريات الحمر هي التي تتعلق بالجنس.
- بينما الصفيحات الدموية غير مرتبطة <u>لا</u> بالعمر و<u>لا</u> بالجنس.





على اليسار: صورة للطاخة دم عند شخص طبيعي.
على اليمين: صورة للطاخة دم عند شخص مصاب بابيضاض دم بالمحبّبات (نمط من ابيضاض الدم بالخلايا النقوية)، حيث نشاهد خلايا غير ناضجة لا تظهر بالدم بالحالة الطبيعية، كما نجد زيادة بعدد الكريات لسلسلة معينة نتيجة توقف النضج بمرحلة معينة، أو نجد زيادة للكريات بجميع مراحل النضج.

دعونا الآن نختتم وإياكم أصدقاءنا محاضرتنا بالحديث عن الصفيحات الدموية *_*

الصفيحات الدموية Platelets*

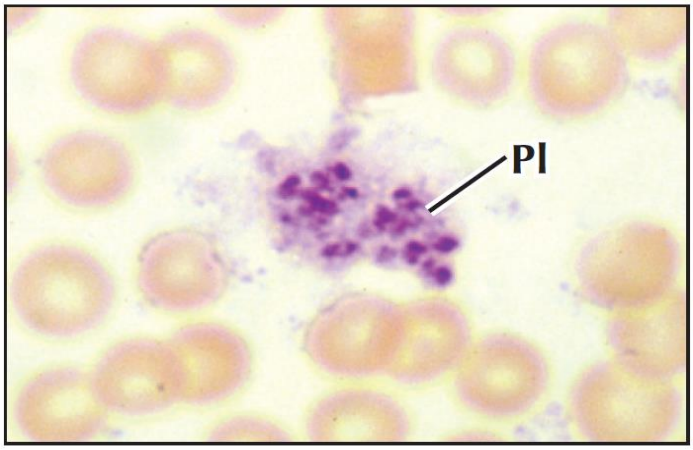
تدعى أيضاً بالخلايا المُخثِرة أو المخثّرات Thrombocytes، وهي عبارة عن شظايا خلوية خاصة*.

خصائصها*:

- **شكلها وحجمها: لها شكل قرصي عادةً، وتتصف بكونها قطعة خلوية بحجم 2-4 ميكرون (تعد أصغر خلايا الدم)، مع العديد من الحبيبات الدقيقة (التي لا تظهر بالمجهر الضوئي العادي)[35].**
  - **يمكن أن تكون دائرية، بيضوية، أو ذات مظهر شائك.**
- **نواتها: لا تحوي الصفيحات على نواة.**
- **لونها: تأخذ الصفيحات لون مزرقّ مع قليل من الحمرة، أو قد تظهر الصفيحات بشكل مجموعة حبيبات زهرية اللون.**
- **عددها: يبلغ عددها الطبيعي بين 150-400 ألف صفيحة/ميكروليتر.**
- **عمرها: يعد عمر الصفيحات قصير من 5-9 أيام.**

▼ Platelets.

[35] كما ذكرنا تصنف اللمفاويات والوحيدات على أنها غير محببة، لكنّها قد تحوي حبيبات دقيقة لا تظهر بالمجهر الضوئي العادي أيضاً.



صورة للصفيحات الدموية تحت المجهر، وتظهر أحجامها متفاوتة (لكن ضمن مجال معيّن)

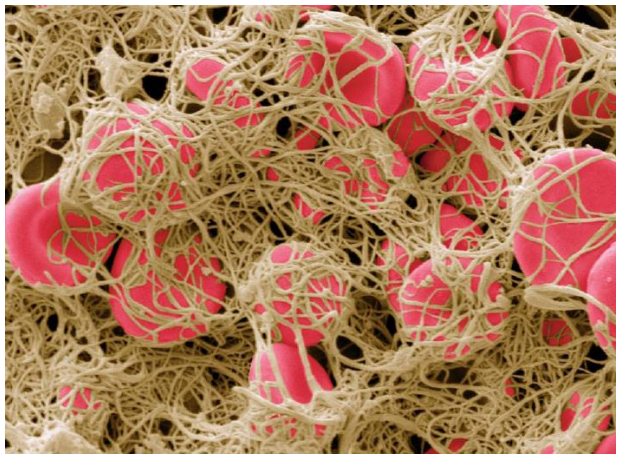
تكوّن الصفيحات الدموية*

❖ الصفيحات: هي قطع تنتج من خلايا كبيرة غير عادية عرطلة، وهي الخلايا النوّاءة Megakaryocytes (وهي أكبر خلية أرومة في نقي العظم).

❖ يعدُّ **الترومبوبيوتين** العامل المنمّي لها، حيث تتحرض الخلايا الجذعية النقوية لتتطور إلى **خلية نواءة Megakaryocytes**، والتي تعطي كل واحدة منها حوالي 2000-3000 قطعة.

❖ تُغلَف كل قطعة بجزء من الغشاء البلازمي، وتتضمن هذه القطع حبيبات تحوي عوامل كيميائية أساسية لتخثر الدم، وهذه الحبيبات هي أساس وظيفة الصفيحات الدموية.

❖ تساعد الصفيحات الدموية على إيقاف النزف الدموي الناتج عن تأذي الأوعية الدموية، وذلك عن طريق تشكيل تجمّع (سد) من الصفيحات.



صورة تظهر خثرة دموية، لاحظ احتجاز شبكة الفيبرين للكريات الحمر

تظهر الصورة على اليسار خطوات تشكل الصفيحات الدموية من الخلية الجذعية، حيث تعطي النواءة والتي تتقطّع بدورها لتعطي قطع من الصفيحات الدموية المحاطة بغشاء سيتوبلازمي

وصلنا وإياكم إلى ختام محاضرتنا الأولى قسم علم الدمويات، لا تنسونا من صالح دعائكم ^_^