فيزيولوجيا الدم

Blood Physiology

الدم هو نسيج حيوي سائل أحمر اللون ذو رائحة خاصة وطعم مالح، يتكون من عناصر شكلية هي خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء والصفيحات الدموية ومن وسط سائل هو البلاسما. تتخرب العناصر الشكلية باستمرار بسبب نشاطها الوظيفي وتتشكل عناصر بكميات تعادل ما يتخرب لذلك تبقى مقاديرها ثابتة تقريباً في الحالات الطبيعية.

خصائص الدم:

- اللون: أحمر قاني في الشرايين بسبب وفرة الخضاب المؤكسج، وأحمر قاتم في الأوردة بسبب نقص الخضاب المؤكسج (عدا الأوردة الرئوية).
- اللزوجة والكثافة: اللزوجة أكبر من لزوجة الماء بخمس أضعاف (تمثل اللزوجة الثخانة أو السماكة والمقاومة للجريان).

كثافة الدم أيضاً من كثافة الماء.

- درجة الحموضة: ثابتة حوالي 7.4 (7.35 – 7.45).
- درجة الحرارة: 38 درجة مئوية
- الحجم: 8.7% من حجم الجسم، حوالي 6.5 لتر عند الرجال و5.4 لتر عند النساء.

الوظائف العامة للدم:

1. <u>النقل Transportation</u>:
   - وظيفة تنفسية: نقل O_2, CO_2
   - وظيفة تغذوية: نقل المواد الغذائية.
   - وظيفة اطراحيه: نقل فضلات الاستقلاب.
   - نقل الهرمونات وتأمين الارتباط الخلطي في الجسم.
2. <u>التنظيم Regulation</u>: تنظيم حرارة الجسم وتنظيم درجة الحموضة.

3. الحماية Protection: وتتضمن:

- الدفاع عن الجسم ضد الأمراض (وظيفة الكريات البيضاء عن طريق البلعمة أو تشكيل الأضداد أو المناعة الخلوية)
- القيام بعملية الارقاء Haemostasis أوالتخثر حيث يمنع النزف المستمر للدم.

ويعتبر الدم خزاناً للماء والشوارد الضرورية لعمل خلايا الجسم كافة.

TRANSPORTATION	REGULATION	PROTECTION
• Respiration • Nutrient carrier from GIT • Transportation of hormones from endocrine glands • Transports of metabolic wastes	• Regulates pH • Adjusts and maintains body temperature • Maintains water content of cells	• WBC protects against disease by phagocytosis • Reservoir for substances like water, electrolyte etc • Performs haemostasis

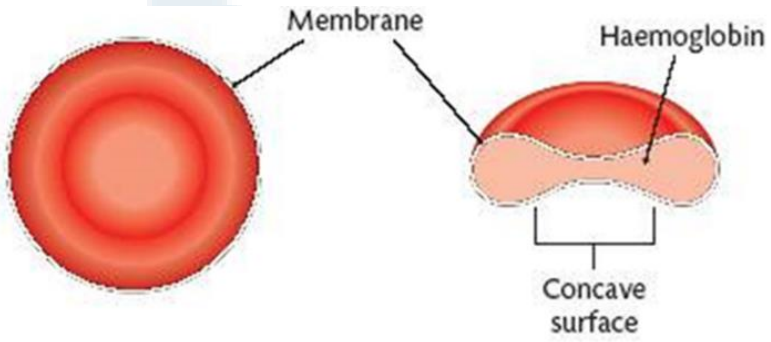
كريات الدم الحمراء

Red blood cells RBCs (Erythrocytes):

- الكرية الحمراء خلية شديدة التميز فقدت كل مكونات الخلية تقريباً فهي لا تحتوي نواة أو متقدرات أو جهاز كولجي، وهي غير قادرة على النمو أو التكاثر، تحتوي كمية كبيرة من الخضاب ويحيط بها غشاء خلوي مكون من ثلاث طبقات يحتوي على الطبقة السطحية على جزيئات من طبيعة بروتينية سكرية تشكل متراصات تصنف على أساسها الزمر الدموية.

- لها شكل مقعر الوجهين ويبلغ حجمها الوسطي 83 ميكرومتر مكعب.

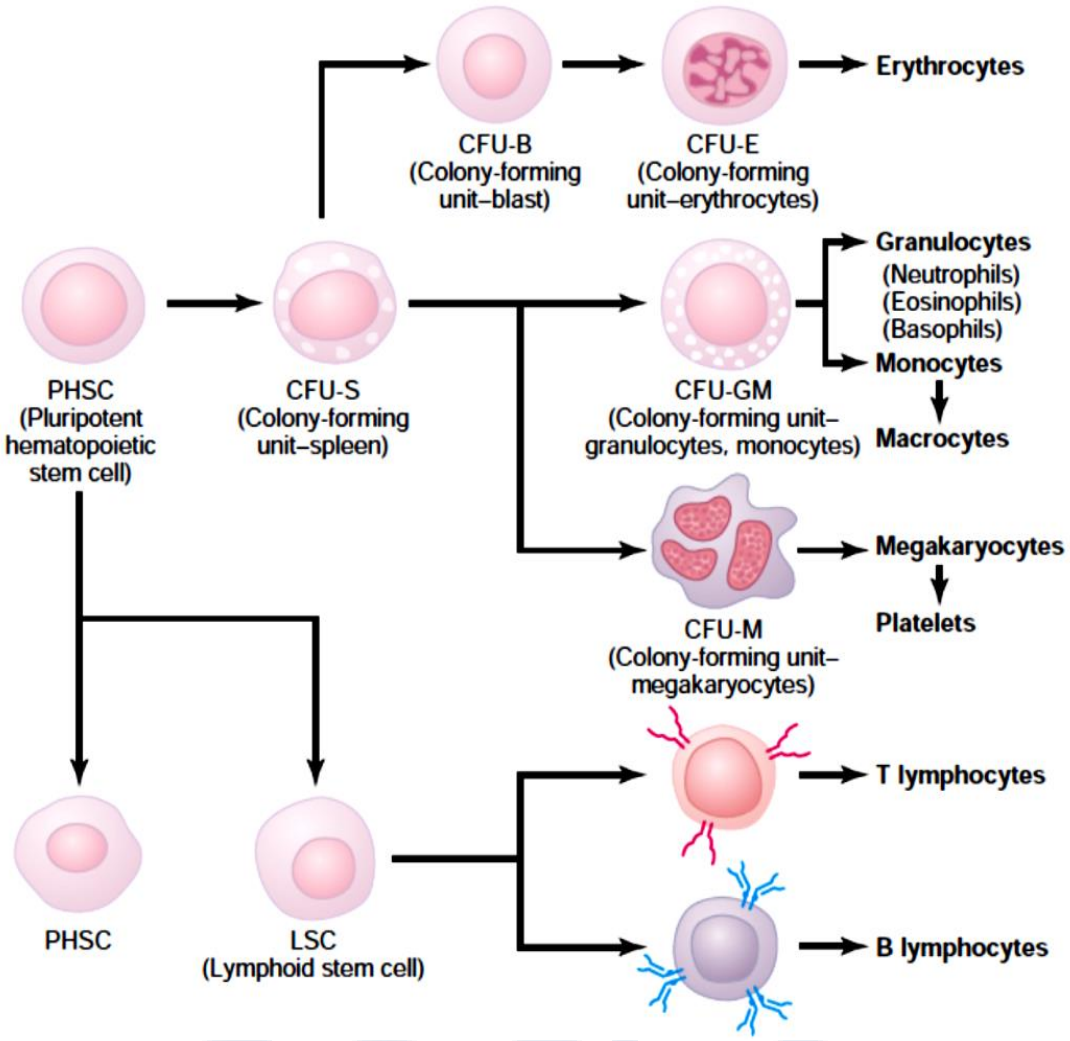
- تتألف من الماء بنسبة 70.65 % ومن عناصر معدنية ومواد عضوية ويعتبر الهيموغلوبين المكون الأساسي فيها وهو يقوم بالوظيفة التنفسية أي نقل CO2وO2

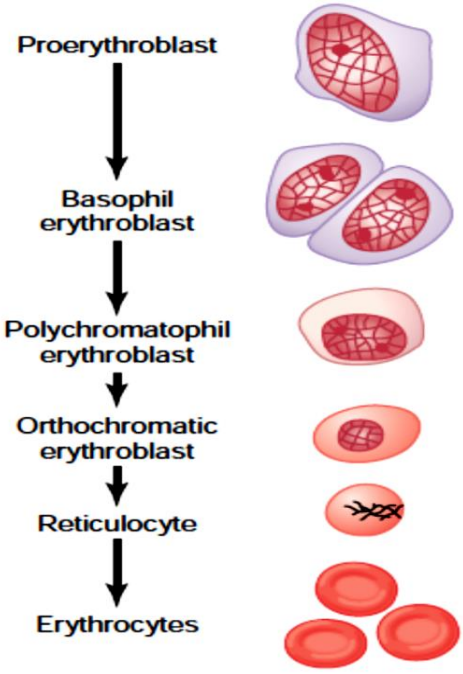


تكون الكريات الحمراء Erythropoiesis:

- تنتج الكريات الحمر في نقي العظم ابتداءً من الخلايا الجذعية المكونة للدم متعددة القدرات PHSCSالتي يشتق منها جميع أنواع الخلايا الجائلة في الدوران.
- تلعب محرضات النمو growth inducers ومحرضات التمايز differentiation Inducers المختلفة دوراً في نمو وتمايز الخلايا المختلفة.
- يتم التحكم بتشكيل محرضات النمو والتمايز نفسها بواسطة عوامل من خارج النقي،
- تسبب قلة التعرض للأوكسجين لفترات طويلة من الزمن تحريض النمو والتمايز وبالتالي زيادة أعداد الكريات الحمر

https://manara.edu.sy/


Erythrocytes
CFU-B
(Colony-forming
unit–blast)
CFU-E
(Colony-forming
unit–erythrocytes)
Granulocytes
(Neutrophils)
(Eosinophils)
(Basophils)
Monocytes
Macrocytes
PHSC
(Pluripotent
hematopoietic
stem cell)
CFU-S
(Colony-forming
unit–spleen)
CFU-GM
(Colony-forming unit–
granulocytes, monocytes)
Megakaryocytes
Platelets
CFU-M
(Colony-forming unit–
megakaryocytes)
T lymphocytes
B lymphocytes
PHSC
LSC
(Lymphoid stem cell)



العوامل المؤثرة في تكوين الكريات الحمراء:

1. يتم تنظيم توالد الكريات الحمراء بشكل أساسي من خلال درجة الأكسجة النسيجية:

إن أي حالة تسبب نقصان الأوكسجين تؤدي إلى انتاج الإريتروبويتين من الكلية الذي ينبه انتاج كريات الدم الحمراء من نقي العظم.

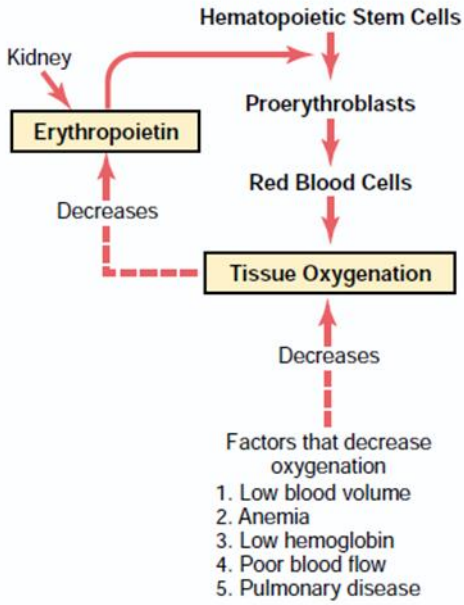
يحرض نقص الأكسجة انتاج الإريتروبويتين من الكلية

Hypoxia induces Erythropoietin production from kidney

العوامل المسببة لنقص الأكسجة:

- انخفاض حجم الدم
- فقر الدم
- انخفاض خضاب الدم
- ضعف التدفق الدموي
- الأمراض الرئوية

2. سلامة نقي العظم



3. توفر الحديد الضروري لتركيب الهيم في الخضاب (يسبب نقصه فقر دم صغير الكريات ناقص الخضاب).

4. توفر الفيتامين B12 وحمض الفوليك: وهما عاملان ضروريان لتركيب DNA (يسبب نقصهما فقر دم كبير الكريات).

5. الحموض الأمينية الضرورية لتشكيل الغلوبين.

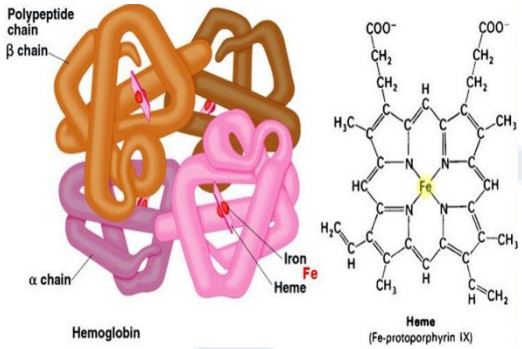
6. سلامة الكبد والطحال حيث يساهم الكبد في تكوين الغلوبين ويختزن الحديد والنحاس والفيتامين B12.

https://manara.edu.sy/

7. النحاس والكوبالت اللذان يساهمان في انتاج الهيموغلوبين.

تشكل الهيموغلوبين Formation of Hemoglobin

الهيموغلوبين هو صباغ تنفسي يتكون من



- الهيم (وهو حلقة بورفيرينية تحتوي في مركزها على معدن الحديد)
- والغلوبين وهو عديد ببتيد يتألف من زوجين من السلاسل الببتيدية.
- يوجد أربعة أنواع من السلاسل تشكل أنماط الخضاب المختلفة وهي ألفا وبيتا ودلتا وغاما وتتواجد السلسلة ألفا في كل الأنماط
- ينتج عن اتحاد هذه السلاسل ثلاثة أنواع من الهيموغلوبين الطبيعي في دم الانسان:

النوع	HbA	HbA2	HbF
السلاسل المكونة	α2 ß2	δ2α2	2α2γ
النسبة في الدم الطبيعي	%98-95	%3-1.5	%0.5

Types of adult hemoglobin

Form	Chain composition	Fraction of total hemoglobin
HbA	$\alpha_2\beta_2$	90%
HbF	$\alpha_2\gamma_2$	<2%
HbA_2	$\alpha_2\delta_2$	2–5%
HbA_{1c}	$\alpha_2\beta_2$-glucose	< 5 %

HBA1: the **major** hemoglobin in humans
HBA2: first appears 12 weeks after birth
- a **minor** component of normal adult HB increased in ***β-thalassemia***

HBF: normally synthesized only during **fetal** development
in fetus and newborn infants Hb F binds O2 at lower tension than Hb A
→ Hb F has a higher affinity to O2
After birth, Hb F is replaced by Hb A during the first few months of life.

HBA1C: has **glucose** residues attached to β-globin chains
– increased amounts in **DM**

- يتميز الخضاب بقدرته على الارتباط الضعيف والعكوس بالأوكسجين مشكلاً ما يسمى الأوكسي هيموغلوبين أو الخضاب المؤكسج .
- يزداد الارتباط عند زيادة الضغط الجزئي للأوكسجين وهذا ما يحدث في الرئتين،

Combination of Hemoglobin with Oxygen

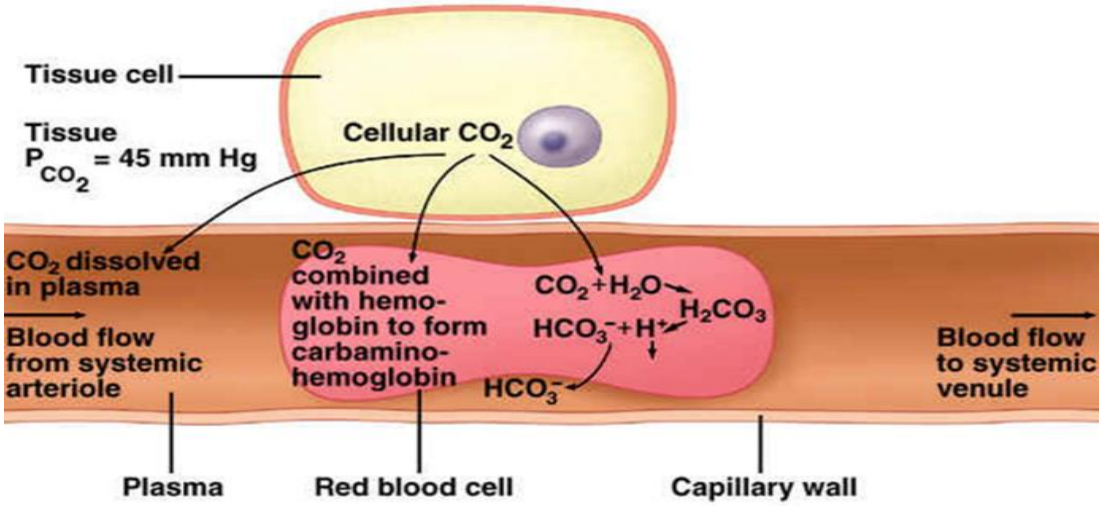
oxyhemoglubin `↔ O2 + hemoglubin

- وبالعكس يقل الارتباط عند نقص الضغط الجزئي للأوكسجين وهذا ما يحدث في النسج حيث ينفك O2عن الخضاب.
- يزداد الارتباط بنقص CO2والحرارة وشوارد الهيدروجين ويقل الارتباط بزيادة نفس العوامل (في النسج).

ينقل حوالي 23% من CO2على شكل كاربامينو خضاب الدم، و7% ينحل في البلاسما،

أما الجزء المتبقي فيتحول ضمن الكريات الحمراء بواسط أنزيم الكاربونيك أنهيدراز إلى حمض الكربون الذي يتفكك بدوره إلى بيكربونات تخرج خارج الكرية بالتبادل مع شوارد الكلور وإلى هيدروجين يرتبط بالخضاب.

يحدث هذا الارتباط في الدم الشعري في النسج، ويحدث العكس في الرئتين.



يرتبط أول أوكسيد الكربون CO بشدة بالخضاب ليشكل كاربوكس هيموغلوبين ويُفقد هذا الارتباط الخضاب وظيفته ومن هنا تأتي خطورة التسمم بهذا الغاز الذي ينجم عن الاحتراق الناقص. يمكن أن يتأكسد الهيموغلوبين بوجود بعض المواد المؤكسدة ليشكل الميتهيموغلوبين غير الوظيفي.

Loss of function of hemoglobin

When it binds CO ⟶ carboxyhemoglubin

When it is oxidized ⟶ methemoglobin

التقييم الوظيفي لجملة الدم الحمراء: Functional evaluation of red blood cells

1. عدد الكريات الحمراء: 5.5 مليون كرية/ملم3 عند الرجل و4.5 مليون كرية/ملم3 عند المرأة. يقل العدد في فقر الدم، ويزداد عند الرياضيين وأثناء العيش في المرتفعات (حيث يزداد توالد الكريات الحمر بسبب نقص كمية الأوكسجين في المرتفعات الشاهقة).

تصنف الكريات الحمر حسب حجمها إلى سوية الحجم، ناقصة الحجم، وكبيرة الحجم أو عرطلة.

2. معدل أو كمية الخضاب الموجودة في 100 مل من الدم:

عند الرجال: 16 غ/100 مل

عند النساء: 14 غ/100 مل.

تصنف الكريات حسب كمية الخضاب إلى سوية، ناقصة أو زائدة الخضاب.

3. الهيماتوكريت: هو نسبة الحجم الذي تشغله الكريات في حجم معين.

يعادل 47% عند الرجل و40% عند المرأة. يقل الهيماتوكريت في حالات فقر الدم.

4. سرعة التثفل Erythrocyte Sedimentation Rate: هي سرعة انفصال الكريات الحمراء عن المصورة، تتعلق بكمية البروتينات الموجودة في الدم، تزداد ب:

A. زيادة البروتينات البلاسمية

B. عند نقص عدد الكريات

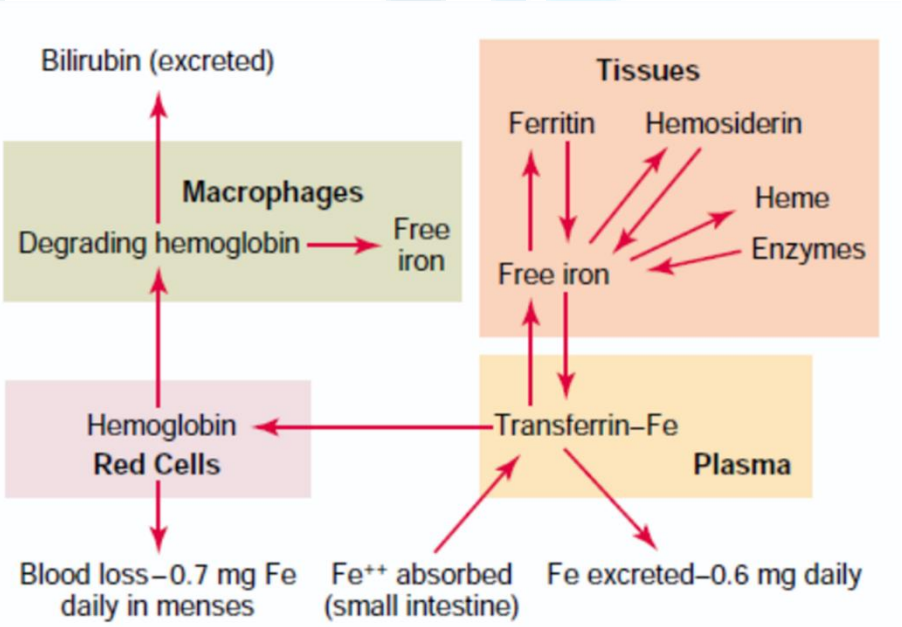
C. زيادة حجم البلاسما.

تخرب الكريات الحمراء: نصف عمر الكرية الحمراء 120 يوم، تتخرب في الطحال،

حلمهة الخضاب المتحرر⟵ الحديد الحر الذي يخزن على شكل فيرتين، وجزء منه يعاد استخدامه في تكوين الخضاب الجديد. ما تبقى من حلمهة الخضاب يشكل صباغ صفراوي هو البيليروبين.

لمحة عن حركة الحديد في الجسم: عندما يمتص الحديد من الأمعاء يرتبط مباشرة في المصورة الدموية مع أبوترانسفيرين ليشكل الترانسفيرين ويكون هذا الارتباط غير ثابت بحيث يسمح بتحرر الحديد إلى أي خلية نسيجية في أي نقطة من الجسم.

يختزن الحديد الزائد عن طريق ارتباطه بالأبوفيريتين على شكل ferritin في الخلايا البطانية المعوية. تختزن كميات أقل من الحديد في الهيموسيدرين ويتم الخزن فيها عندما تبلغ كمية الحديد الكلية في الجسم أكثر مما تستطيع جميعات الفيريتين أن تتكيف معه.



أنواع فقر الدم:

أكثر أنواع فقر الدم شيوعاً ينجم عن عوز الحديد	فقر الدم صغير الكريات ناقص الصباغ hypochromic, microcytic anemia
ينجم عن عوز الفيتامين B12 وحمض الفوليك	فقر الدم ضخم الأرومات megaloblastic anemia
ينجم عن عوز العامل الداخلي وهو بروتين مسؤول عن عملية الامتصاص الهضمي للفيتامين B12.	فقر الدم الخبيث pernicious anemia
ينجم عن لاتنسج نقي العظم Bone marrow aplasia نتيجة المعالجة طويلة الأمد بالأشعة السينية، أو مواد كيميائية، أو التعرض للإشعاعات النووية.	فقر الدم اللاتنسجي Aplastic Anemia
خلل وراثي يجعل الكريات الحمراء هشة جداً تتخرب بسهولة عند مرورها في الشعيرات الدموية رغم أن عدد كريات الدم الحمراء المتشكلة سوي تماماً، كفقر الدم المنجلي sickle cell anemia حيث تحتوي الكرية الحمراء على الخضاب S	فقر الدم الانحلالي Hemolytic Anemia
تُهاجَم كريات الدم الحمر ايجابية الريزوس في الجنين بواسطة الأضداد القادمة من أم سلبية الريزوس	انحلال الدم الوليدي

الزمر الدموية

Blood Types

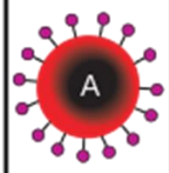
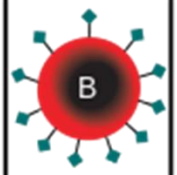
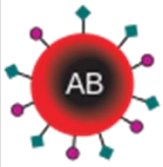
توجد على سطح الكريات الحمر مستضدات عديدة antigens.

مجموعتان منها يمكنها اطلاق تفاعلات التراص الدموي هي: جملة A. B. O، وجملة المستضد RH

يوجد على سطح الكريات إما المستراصة A أوالمستراصة B أو كلا المستراصتين، أولا يوجد أي مستراصة.

يتواجد في البلاسما راصات نوعية antibodies هي إما anti A أو anti B أوكلا الراصتين anti A و anti B أولا توجد أي راصة.

https://manara.edu.sy/

	Group A	Group B	Group AB	Group O
Red blood cell type				
Antibodies in Plasma	Anti-B	Anti-A	None	Anti-A and Anti-B
Antigens in Red Blood Cell	A antigen	B antigen	A and B antigens	None

الزمرة الدموية	A	B	AB	O
نسبة الشيوع	%41	%9	%3	%47
النمط الوراثي	AA- AO	BB- BO	AB	OO

أنماط الدم وفق عامل الريزوس :RH

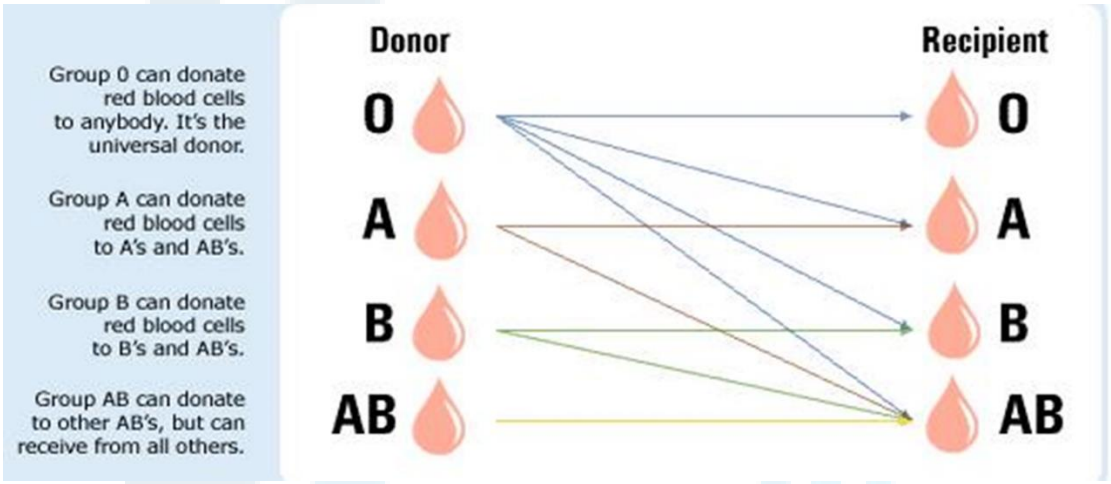
- وجود المستراصة D ← ايجابي الريزوس
- غياب المستراصة D ← سلبي الريزوس
- نسبة الايجابية 85% والسلبية 15%.
- الزمر A. B. O يمكن أن تكون إيجابية أو سلبية الريزوس.

نقل الدم: Blood Trasfusion

إذا أعطي شخص دم مغاير لزمرته تحدث حالة تراص خطيرة للكريات الحمر ويحدث انحلال للدم ولذلك فإن القاعدة في نقل الدم ألا ترص راصات الآخذ كريات دم المعطي.

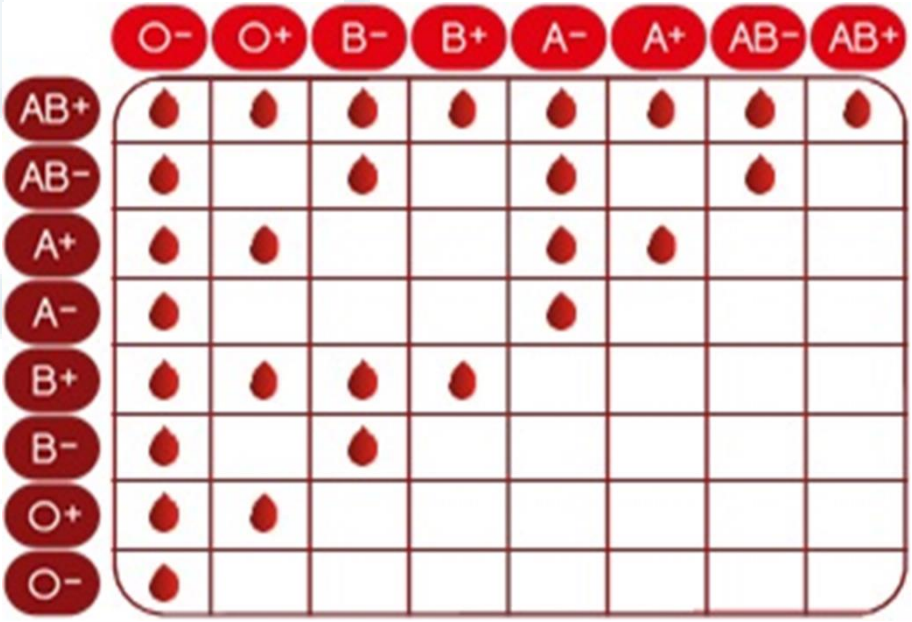
يستطيع أصحاب الزمرة O اعطاء دمهم إلى كل الزمر لأن كرياتهم لا تحمل أي مستراصة (معطي عام)

لا يستطيع أصحاب الزمرة AB اعطاء دمهم إلا لأشخاص يحملون نفس الزمرة بسبب امتلاك كرياتهم الحمر على مستراصات AB ولكن بالمقابل يستطيعون أخذ الدم من كل الزمر الأخرى لغياب الراصات في مصورتهم (آخذ عام).

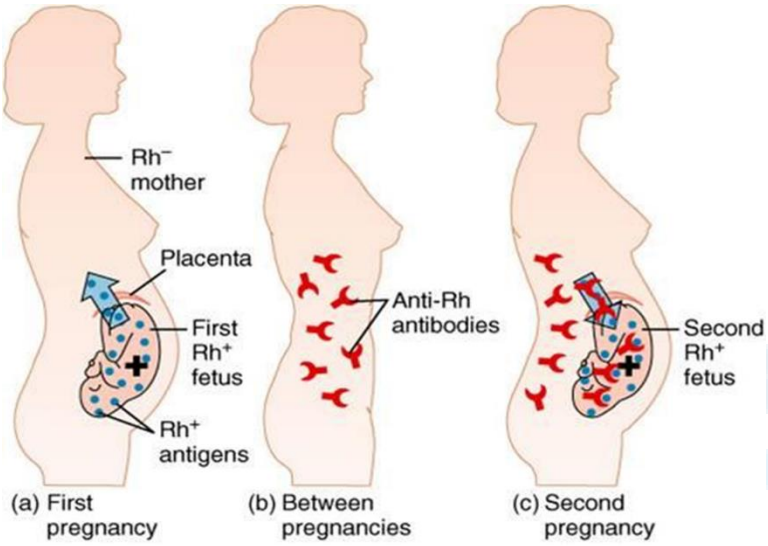


عند نقل كريات دم حمراء ايجابية الريزوس الى شخص سلبي الريزوس ← يحدث تشكل بطيء للراصات، تصل الراصات إلى التركيز الأعظمي خلال 2 .4 أشهر.

مع تكرار التعرض يصبح الشخص سلبي الريزوس متحسساً بشدة لهذه العوامل، مما يؤدي إلى رص وانحلال الكريات الجائلة الايجابية وبالتالي عند نقل دم ايجابي مرة أخرى تصبح التفاعلات شديدة.



عامل الريزوس والحمل:



- عندما تحمل أم سلبية الريزوس بجنين ايجابي الريزوس للمرة الأولى لا تحدث مشكلة لأن دم الأم لا يشكل راصات بكمية كافية لحل دم الجنين.
- أما في الحمل اللاحق تنتقل الأضداد المتشكلة في دم الأم إلى دم الجنين إذا كان ايجابي الريزوس وتسبب تراص كرياته وانحلال دمه.
- لذلك إذا كانت الأم سلبية الريزوس والأب ايجابي، يجب معرفة زمرة دم المولود الأول مباشرة بعد الولادة وإذا كان ايجابي الريزوس يجب أن تعطى الأم مصلاً مضاداً يثبط انتاج الأضداد لكي تتمكن من اتمام الحمول التالية بسلام.

كريات الدم البيضاء

White blood cells WBCs(Leukocytes):

يبلغ عدد الكريات البيض 6 -8 آلاف كرية/ ملم3.

يتبدل العدد حسب العوامل الفيزيولوجية والمرضية (الجهد، الحمل، الاصابة بالإنتانات). تلعب الكريات البيضاء الدور الرئيسي في القضاء على الكائنات الغريبة المهاجمة للجسم.

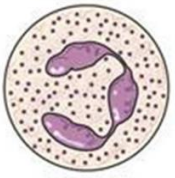
تتألف من قسمين رئيسيين:

- الخلايا المحببة (Granulocytes): تحتوي على حبيبات في الهيولى ولها 3 أنواع:
  - العدلات (Neutrophils): تشكل 45- 65%.
  - الحمضات (Eosinophils): تشكل 1-3%.
  - الأسسات (Basophils): تشكل 0-1%.

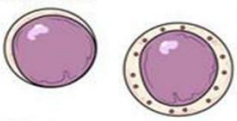
https://manara.edu.sy/

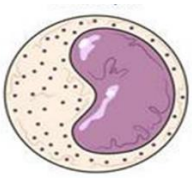
- الخلايا غير المحببة (Agranulocytes): لا تحتوي على حبيبات في الهيولى، وتضم:
  - اللمفاويات (Lymphocytes): تشكل 20-40%.
  - الوحيدات (Monocytes): تشكل 3-10%.

نوع الكرية	المعتدلات	الحمضات	الأسسات	الوحيدات	اللمفاويات
	neutrophils	Eosinophils	basophils	monocytes	lymphocytes
النسبة	%65.45	%3.1	%1.0	%10.3	%40.20



الأسسات الحمضات المعتدلات





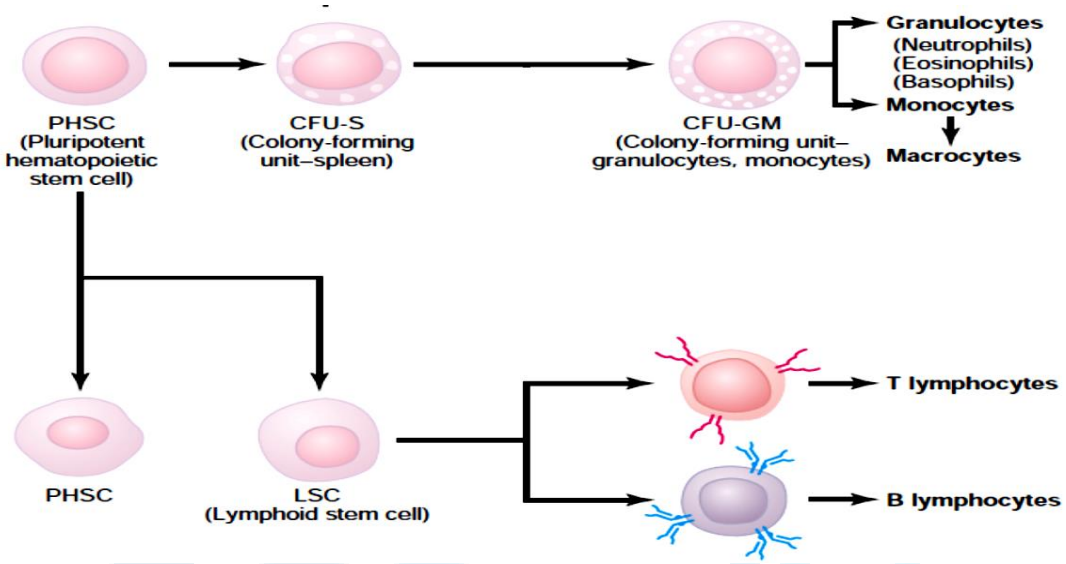
الوحيدات اللمفاويات

تشكل الكريات البيضاء:Genesis of white blood cells

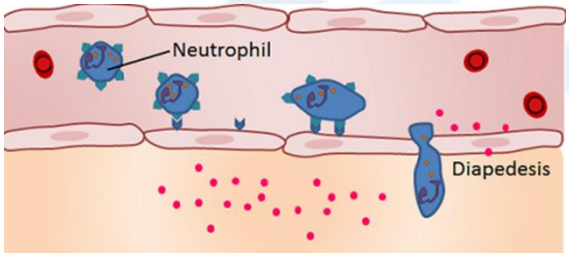
تنشأ المحببات (الكريات المفصصة) والوحيدات في نقي العظم ابتداءً من الخلية الجذعية عديدة القدرات مروراً بالخلية أرومة النقوية myeloblast تحت تأثير محفزات نمو وتمايز تفرز داخل النقي وتحرض على نمو سلسلة معينة أو جميع السلاسل.

https://manara.edu.sy/

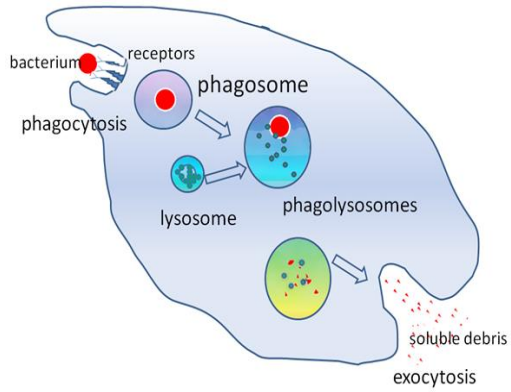
تنشأ الخلايا اللمفاوية ابتداءً من أرومة اللمفاوية lymphoblast من الأعضاء اللمفاوية كالغدد اللمفاوية lymph nodes واللوزتين tonsils والطحال spleen والتوتة thymus.



خصائص الكريات البيضاء: Characteristics of WBCs



- الانسلال Diapedesis
- الحركات المتحولية amoeboid motion
- الانجذاب الكيميائي Chemotaxis
- البلعمة Phagocytosis



وظائف الكريات البيضاء:

- **المعتدلات**: وظيفتها الأساسية هي البلعمة وتشكل خط الدفاع الأولي.

تموت بعد ذلك لتشكل مع النسج المتنخرة القيح pus.

- **الوحيدات:**

- تمتلك نفس قدرة المعتدلات من ناحية الانجذاب والانسلال والحركة
- تصل إلى مناطق الأذية وتتحول إلى بالعات كبيرة macrophages لها قدرة أكبر على البلعمة وقتل الجراثيم وهي بذلك تشكل خط الدفاع الثاني.

https://manara.edu.sy/

- **الحمضات:**

➢ قدرتها على الانجذاب والبلعمة محدودة، لا أهمية لها في الدفاع ضد الجراثيم

➢ تستطيع أن تهاجم الطفيليات وتقتلها

➢ تزيل المواد السامة من الجسم (المواد المحرضة للالتهاب التي تفرزها الخلايا البدينة والأسسات)

➢ تدمر نواتج تفاعل ضد. مستضد.

- **الأسسات**: لها دور في الاستجابة التحسسية حيث أنها تشبه الخلايا البدينة وتحرر وسائط التهابية مثل الهيستامين والبراديكينين والسيروتونين.
- **اللمفاويات**: لها دور في المناعة الخلوية (T cells) والخلطية (B cells).

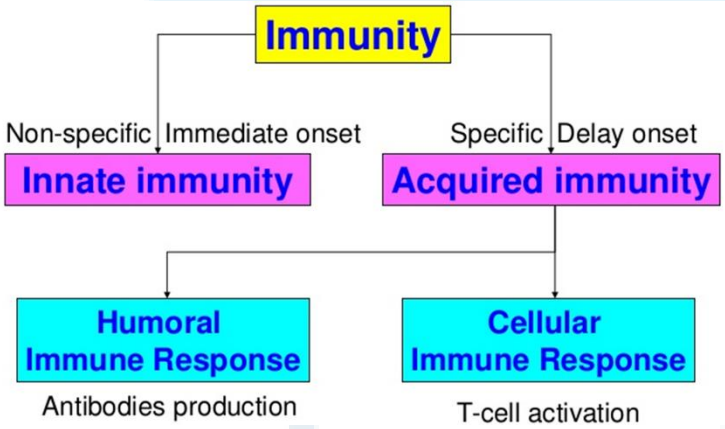
أمراض الكريات البيضاء Pathophysiology of WBC

- . قلة البيض Leukopenia أو ندرة المحببات agranulocytosis
  - توقف نقي العظم عن انتاج الكريات البيض
  - تحدث بعد التعرض للأشعة أو العلاج الكيميائي
  - تسببها بعض الأدوية مثل التيوبوراسيل المستخدم لعلاج فرط نشاط الدرق.
- ابيضاض الدم Leukemia: انتاج غير مضبوط للكريات البيض بواسطة طفرة سرطانية لمفاوية أو نقوية المنشأ.

https://manara.edu.sy/

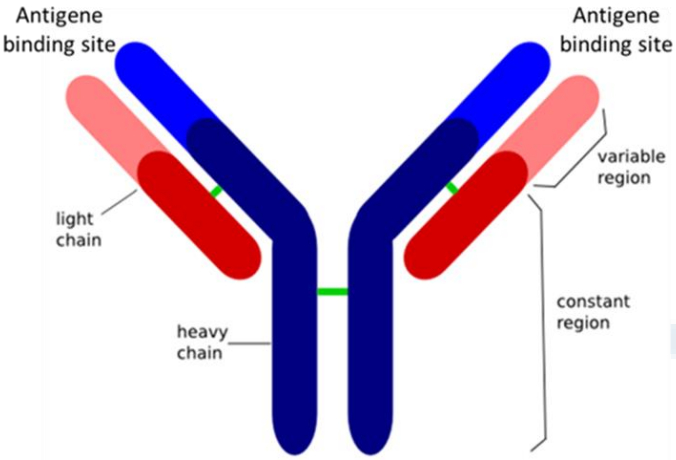
Immunity

- المناعة هي قدرة الجسم على مقاومة العوامل الممرضة وذيفاناتها السامة عن طريق التعرف على المواد الغريبة التي تسمى المستضدات antigenes، التي تحفز التفاعلات المناعية لإنتاج مركبات نوعية ضد هذه العناصر الغريبة أو تشكيل الأضداد antibodies.
- أنواع المناعة:
- المناعة المتاصلة Innate Immunity: هي مناعة لا نوعية موروثة وتشمل كل الحواجز والقدرات التي يمتلكها الجسم للوقاية من الجراثيم والعوامل الممرضة بشكل لا نوعي (كبلعمة الجراثيم من قبل الكريات البيض، ودور الجلد والأغشية المخاطية في الحماية، ودور افرازات المعدة الحمضية في قتل وتدمير الكائنات الحية المبتلعة).
- المناعة المكتسبة Acquired (Adaptive) Immunityأو التكيفية: وهي نوعية وتحصل بعد التعرف الأولي على العنصر الغريب الغازي وهي على نوعين خلطية وخلوية.



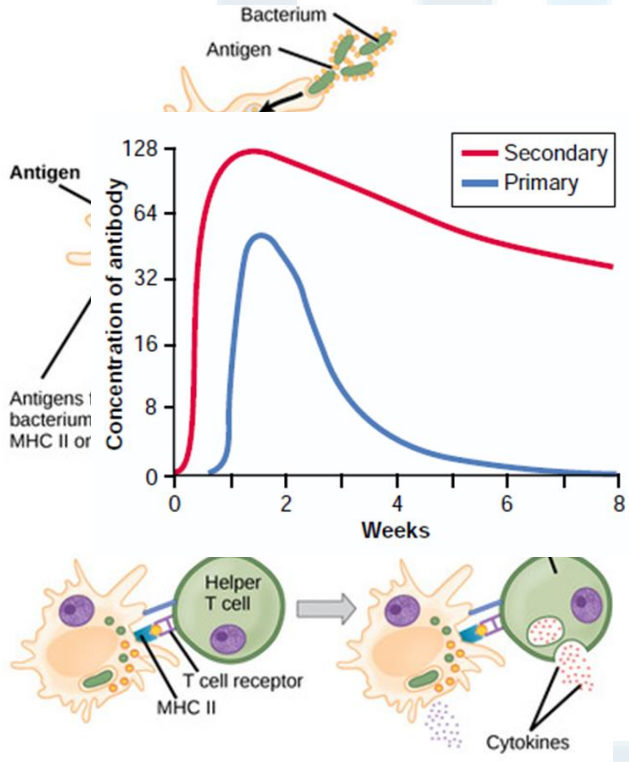
المناعة الخلطية Humoral immunity:

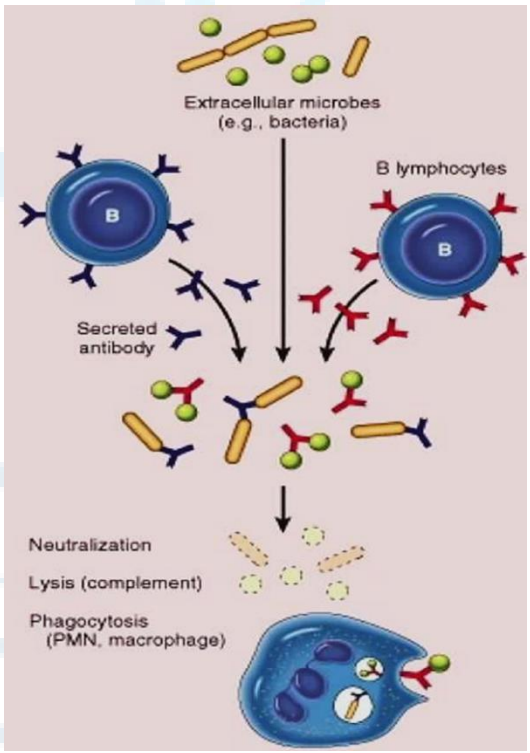
- وتدعى المناعة المتواسطة بالخلايا اللمفاوية B حيث تقوم هذه الخلايا بالتعرف على العنصر الغريب وتشكيل الأضداد النوعية له.
- **الأضداد هي:**
- بروتينات من نمط غاماغلوبولين Ig immunoglobuline.



- يوجد منها أنواع مختلفة تختلف بوزنها وصفاتها من حيث الانتشار والعمر النصفي.
- تتميز بقدرتها على ربط المستضد بشكل نوعي وهي تحمل أكثر من موقع لربط نفس المستضد أي أنها تربط عدة مستضدات دفعة واحدة وهذا ما يسمى */بالتراص.

أي أن **الأضداد تعمل على الرص والترسيب وحل وازالة سمية العناصر الغازية.**





أنماط الأضداد:

- ✓ IgG يشكل حوالي 75% من الأضداد له موقعي ربط، ينتشر داخل النسج ويحفز البالعات ويجتاز المشيمة
- ✓ IgM يوجد في الدم فقط ولا يجتاز المشيمة وله 10 مواقع ربط، دوره رئيسي في الجواب المناعي البدئي.
- ✓ IgA يوجد في المصل ومفرزات الجسم وعمره النصفي أسبوع
- ✓ IgD كميته قليلة وعمره النصفي قصير ولا يفعل جملة المتممة
- ✓ IgE له دور أساسي في عملية التحسس وله 10 مواقع ربط.

آليات عمل الأضداد:

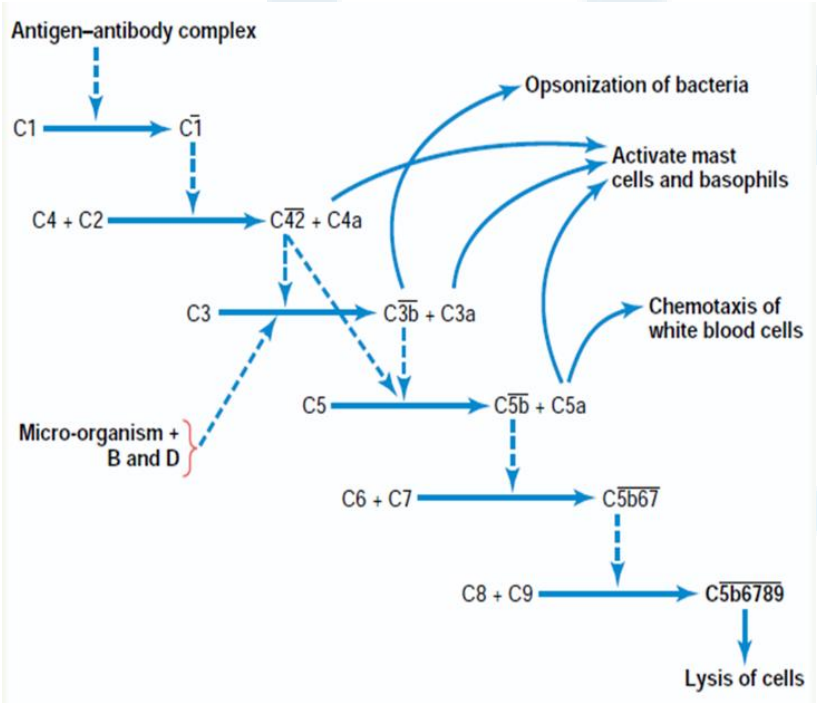
- **تستطيع الأضداد تثبيط المستضدات بآليتين تتضمن الأولى:**
- التراص Agglutination حيث ترتبط الجزيئات الكبيرة الحاوية على سطحها مستضدات مع الأضداد لتشكل كتلة.
- الترسيب Precipitation بسبب كون المركب الناتج كبيراً
- التعديل Neutralization حيث تغطي الأضداد المواقع السمية للعوامل الغازية.
- الحل Lysis حيث تملك بعض الأضداد الفاعلة القدرة على مهاجمة الغشاء الخلوي للعوامل الغازية مباشرة مما يؤدي إلى تمزيق الخلية.
- **والثانية بتفعيل جملة المتممة Complement System:**
- تتكون جملة المتممة من عشرين بروتين توجد بشكل طلائع غير فعالة أهمها 11 عنصر يرمز لها من C1 ولغاية C9 مع D و B.

https://manara.edu.sy/

طرق تفعيل المتممة:

السبيل الكلاسيكي Classic Pathway:

يبدأ بتفاعل ضد. مستضد الذي يفعل C1 وهذا بدوره يفعل C2 وهكذا حتى تتفعل كامل الجملة فنحصل على العديد من المركبات الفعالة والنواتج النهائية ذات التأثيرات الهامة:



- الطهاية والبلعمة Opsonization and phagocytosis
- الحل Lysis
- التراص Agglutination
- تعديل سمية الفيروسات Neutralization of viruses
- جذب كريات الدم البيض Chemotaxis
- تفعيل الخلايا الأسسة والبدينة Activation of mast cells and basophils
- التأثيرات الالتهابية Inflammatory effects

السبيل البديل Alternative pathway:

تقوم عديدات سكاريد من جدار الجرثوم بتفعيل مباشر للبروتين D و B وتفعل C3 ويتابع بعدها بالطريق السابق نفسه.

- تكمن أهمية هذا السبيل في إمكانية مقاومة الكائنات الغازية قبل تشكل أضداد لها وحدوث التمنيع أي أنها تشكل خط دفاع أولي.

https://manara.edu.sy/

المناعة الخلوية cell-mediated immunity

- وتدعى المناعة المتواسطة بالخلايا اللمفاوية T حيث تقوم هذه الخلايا بمهاجمة العنصر الغريب وقتله بعد التعرف عليه،
- تستطيع هذه الخلايا التعرف على العامل الممرض ومهاجمته وتستمر هذه المناعة لسنوات.
- تنشأ هذه الخلايا من النقي وتذهب بعدها إلى التوتة حيث تتكاثر وتنطلق بعدها إلى كل أعضاء الجهاز اللمفاوي.

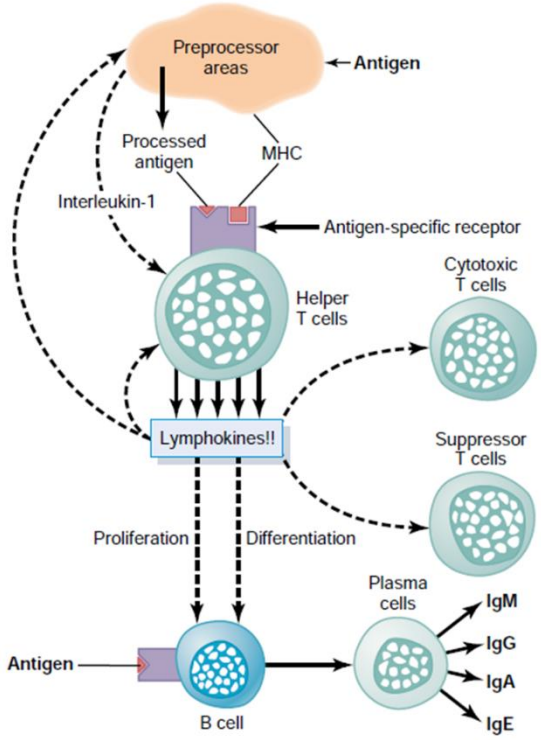
أنواع اللمفاويات التائية:

1. **Helper T Cells** المساعدة: تفرز العديد من اللمفوكينات التي تحرض انتاج الكريات البيض فهي تعمل على انتاج الخلايا اللمفاوية التائية القاتلة والكابتة، وتحرض انتاج الخلايا اللمفاوية البائية وكذلك المعتدلات والوحيدات أي أنها تفعل بالنتيجة كل أشكال المناعة.
2. **Killer T Cells القاتلة أو السامة للخلايا Cytotoxic T Cells:** خلايا كبيرة غنية بحويصلات تحوي مواد سامة تهاجم الجراثيم بعد أن تتعرف عليها ثم تثقب غشاءها وتفرز سمومها فيها فتقتلها.
3. **اللمفاويات T الكابتة Suppressor T Cells:** تبقي الجهاز المناعي ضمن الحدود المطلوبة للحفاظ على الجسم.

هناك مناعة مكتسبة منفعلة أي أن الأضداد لا تصطنع ضمن الجسم وإنما تنتقل إليه بشكل جاهز لغايات علاجية أو عندما تنتقل الأضداد من الأم إلى الجنين.

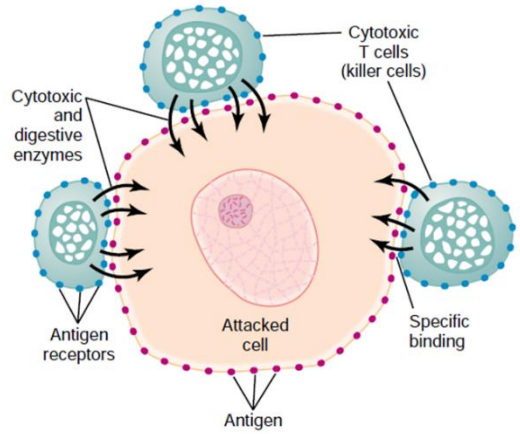
دور اللمفاويات التائية المساعدة في تنظيم الجهاز المناعي:

The Role of Helper T Cells in Regulation of Immunity



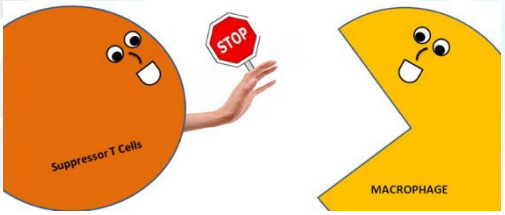
دور اللمفاويات التائية القاتلة والكابتة:

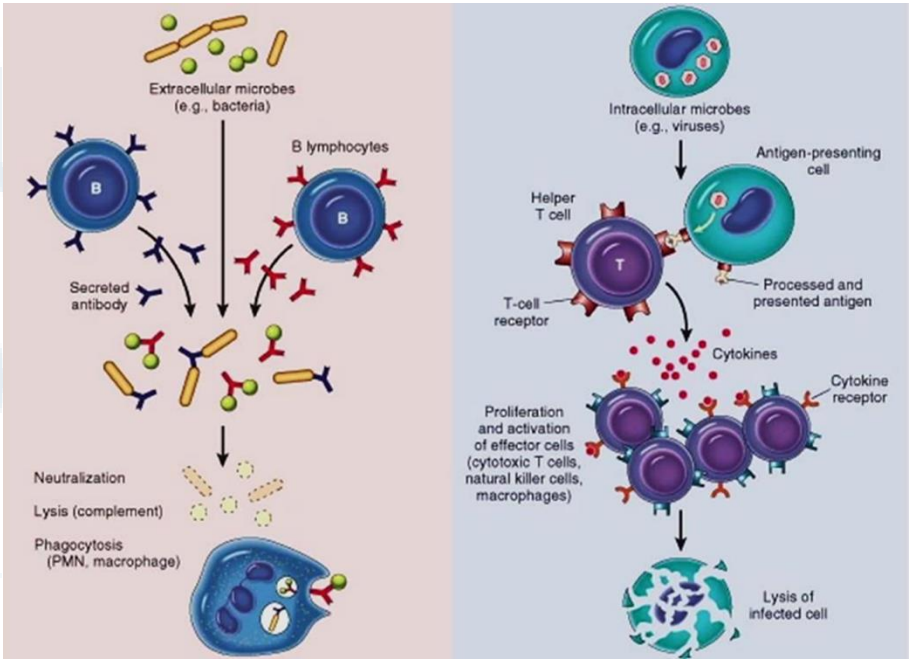
The Role of killer T Cells and suppressor T Cells



التائية القاتلة: غنية بحويصلات تحوي مواد سامة تهاجم الجراثيم بعد التعرف عليها، تثقب غشاءها وتفرز سمومها فيها فتقتلها

التائية الكابتة: تمنع حدوث تجاوز للجهاز المناعي





الصفيحات الدموية

Platelets (thrombocytes)

عدد الصفيحات 150-300 ألف صفيحة/ملم^3، تعيش بين 8 إلى 12 يوم.

ينظم توالدها عامل خاص هو الترومبوبويتين

الخصائص الوظيفية للصفيحات

Functional characteristics of Platelets

غير منواة ولا تستطيع التكاثر ولكن تحتوي الكثير من المواد الفعالة:

1. جزيئات الأكتين والميوزين والترمبوستينين (بروتين يساهم في قلوصية الصفيحات)
2. بقايا الشبكة البطانية الداخلية وجهاز غولجي
3. المتقدرات والمجموعات الأنزيمية القادرة على تشكيل ATP وADP.
4. المجموعات الأنزيمية المركبة للبروستاغلاندينات
5. العامل المثبت للفيبرين الهام في التخثر
6. عامل النمو الذي يسبب تضاعفاً ونمواً في الخلايا البطانية الوعائية والخلايا العضلية الملس الوعائية والأورمات الليفية مما يؤدي إلى نمو خلوي يساهم في اصلاح الجدر الوعائية المتأذية.

وظائف الصفيحات:

- عملية التخثر أوالارقاء حيث تطلق مقبضات وعائية وتشكل السدادة الصفيحية
- لها دور في ترميم الأوعية
- تساهم في إطلاق التفاعلات الالتهابية

التخثر: يتكون من 3 مراحل:

1. الانقباض الوعائي Vascular Constriction:

يحدث بعد الأذية الوعائية بسبب

- حدوث منعكسات عصبية وتقبض وعائي ذاتي

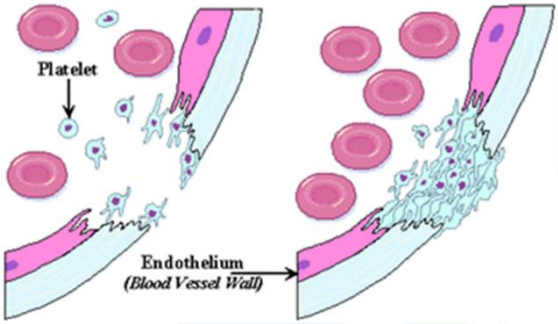
https://manara.edu.sy/

- اطلاق مواد مقبضة للأوعية من الصفيحات.
- يساهم الألم والأنسجة المتأذية في تعزيز منعكس التقبض الوعائي مما يقلل من كمية الدم النازف.

2. تشكل السدادة الصفيحية:

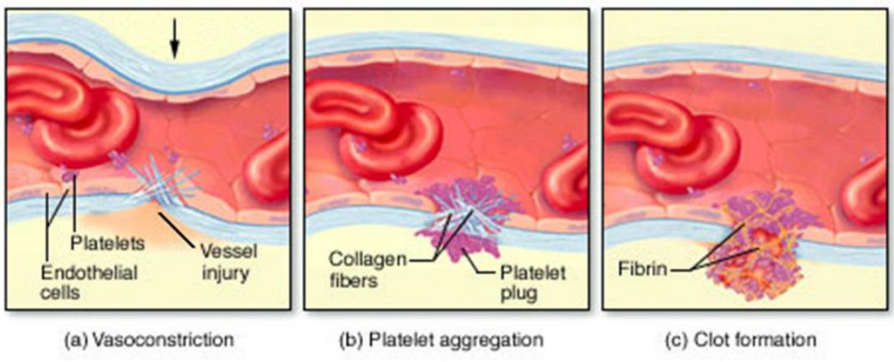
بعد الأذية الوعائية تحتك الصفيحات مع السطح المتأذي فتتغير خصائصها

- تنتفخ وتظهر على سطحها نتوءات
- تطلق مواد مقبضة للأوعية
- تلتصق مع بعضها وتلتصق على سطح الوعاء المتأذي مشكلة سدادة صفيحية



3. التخثر:

- تشكيل شبكة من خيوط الليفين (الفيبرين)
- تتوضع في فراغاتها العناصر الشكلية فتشكل سدادة ثابتة توقف النزف
- تتقلص الصفيحات المتوضعة على الشبكة فتزيد تماسكها ويخرج منها سائل هو المصل أو السيروم الذي يختلف عن البلازما بفقدانه لعوامل التخثر.



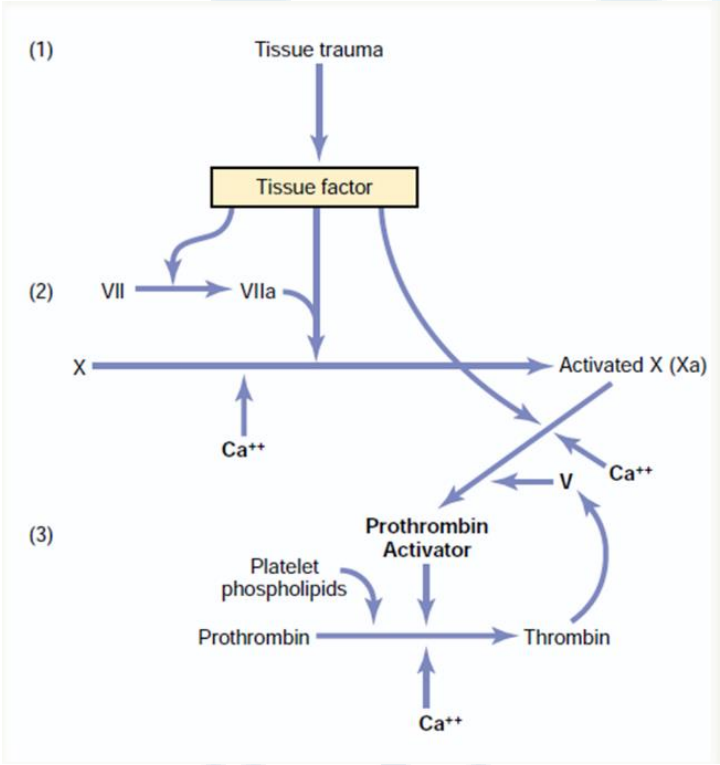
- عوامل التخثر هي مجموعة من المواد البروتينية التي توجد في الدم بشكل طلائع غير فعالة تتفعل عند تأذي الوعاء الدموي ومعظمها يصطنع في الكبد بوجود الفيتامين K كمساعد أنزيمي لعملية الاصطناع.
- يمر التخثر (تشكل الخثرة) بثلاث مراحل وهي:

- ❖ تشكيل منشط البروترومبين
- ❖ تحويل إلى ترومبين تحت تأثير منشط البروترومبين
- ❖ تحويل الفيبرينوجين إلى فيبرين تحت تأثير الترومبين.

- يتم تشكيل منشط البروترومبين نتيجة لتفعيل عوامل التخثر الذي يمكن أن يكون إما بالطريق الخارجي أو بالطريق الداخلي

الطريق الخارجي

Extrinsic pathway for Initiating Clotting



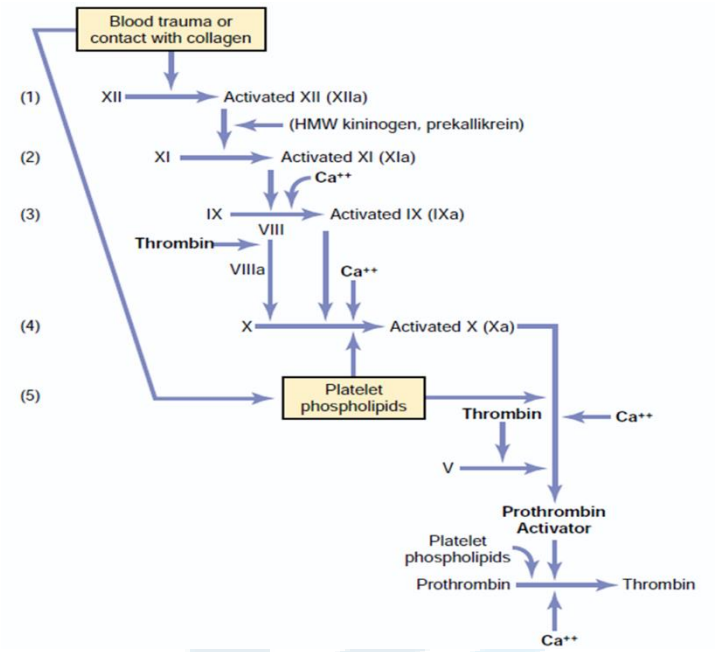
- تحدث أذية وعائية ونسيجية تطلق عوامل (ترومبوبلاستين نسيجي) الذي يفعل العامل السابع والعامل السابع المفعل يفعل العامل العاشر، يتفعل العامل الخامس بوجود العاشر المفعل مع الكالسيوم ويشكلون مجتمعين منشط البروترومبين الذي يحول البروترومبين إلى ترومبين وهذا بدوره يحول الفيبرينوجين إلى فيبرين.

https://manara.edu.sy/

الطريق الداخلي Intrinsic Pathway

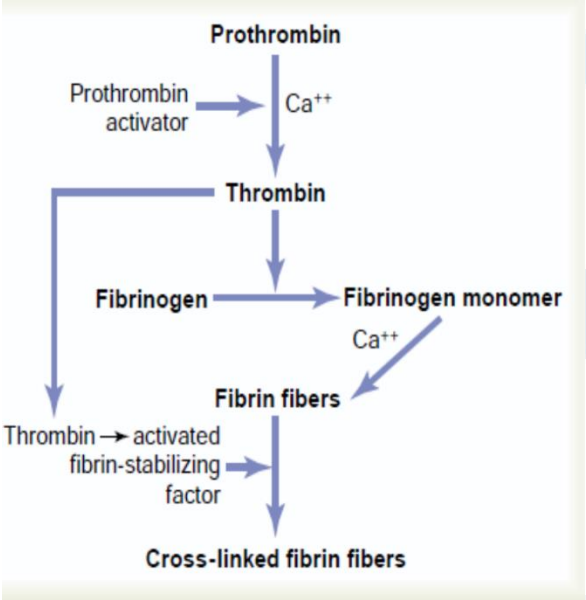
تكون الأذية في بطانة الوعاء فتحتك عوامل التخثر مع ألياف الكولاجين تحت البطانة المتخربة وتتفعل.

يتفعل العامل الثاني عشر ثم الحادي عشر دون الحاجة لوجود الكالسيوم، بينما تحتاج جميع المراحل التالية لوجود الكالسيوم بعد ذلك يتفعل التاسع ثم الثامن فالعاشر ويتابع بنفس السبيل الخارجي.



Blood Coagulation mechanism

يعمل الترومبين المتشكل على تشكيل حلقة تلقيم راجع ايجابي تعزز تشكيل العامل الخامس وبالتالي تشكيل المزيد من الترومبين وما يوقف هذه الحلقة وعملية التخثر بالكامل عند توقف النزف هو:



- امتصاص مضاد الترومبين لحوالي 20% من الترومبين المتشكل
- يعمل الفيبرين على امتصاص الكمية المتبقية فتتوقف عملية التخثر.

الوقاية من التخثر:

- يملك الدم جملة من الآليات التي تحافظ على الدم بشكل سائل وتمنع تخثره في الحالة الطبيعية وهي:

1. خصائص السطوح البطانية: ملساء وذات شحنة سالبة تنفر منها الصفيحات وعوامل التخثر سالبة الشحنة أيضاً

2. الليفين الذي يمتص الترومبين، ومضاد الترومبين III الذي يتحد مع الترومبين ويبطل مفعوله

3. الهيبارين: يرتبط مع مضاد الترومبين III ويزيد فعله بمقدار 100 مرة ويزيل عوامل التخثر المفعلة من الدم (التاسع والعاشر والثاني عشر)

4. البلازمين: يعمل على حل الخثرات المتشكلة حيث يقوم بهضم خيوط الليفين والعديد من عوامل التخثر. يتواجد في البلاسما بشكل غير فعال (البلازمينوجين) حيث يتفعل بتأثير مفعل البلازمين النسيجي tPA

بعض الحالات التي تسبب النزف لدى الانسان:

- نقص في بعض عوامل التخثر الناجم عن عوز الفيتامين Kأو أمراض الكبد كالتشمع والتهاب الكبد.
- الناعور hemophiliaويصيب الذكور وينجم عن عوز العامل الثامن
- قلة الصفيحات thrombocytopenia

المصورة الدموية:

تحتوي المصورة الدموية على:

1. البروتينات: التي تصطنع في الكبد وأهمها الألبومين والغلوبولين والفيبرينوجين.
2. عناصر عضوية غير بروتينية: غلوكوز، شحوم ثلاثية، كوليسترول، بولة دموية، كرياتين، حمض البول، بيليروبين، حمض اللبن، هرمونات، فيتامينات، أنزيمات.
3. عناصر معدنية: الصوديوم والكالسيوم والحديد والكلور والبوتاسيوم والفوسفور.

الضغط الحلولي الطبيعي يعادل الضغط الحلولي لمحلول ملحي بتركيز9 بالألف ومحلول بهذا التركيز يسمى المصل الفيزيولوجي.

https://manara.edu.sy/