بسم الله الرحمن الرحيم

Physiology

MID | Lecture 4

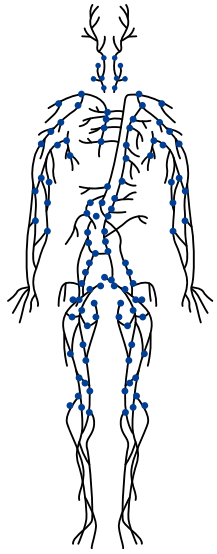
Erythropoiesis requirements (Pt.2) & Anemia, Polycythemia and Lab Tests

Written by: Maria Alrawi, Sara Abu-alhalawa

Reviewed by: Layan Fawarseh

﴿وَقُل رَّبِّ أَدْخِلْنِي مُدْخَلَ صِدْقٍ وَأَخْرِجْنِي مُخْرَجَ صِدْقٍ وَاجْعَل لِّي مِن لَّدُنكَ سُلْطَانًا نَّصِيرًا﴾

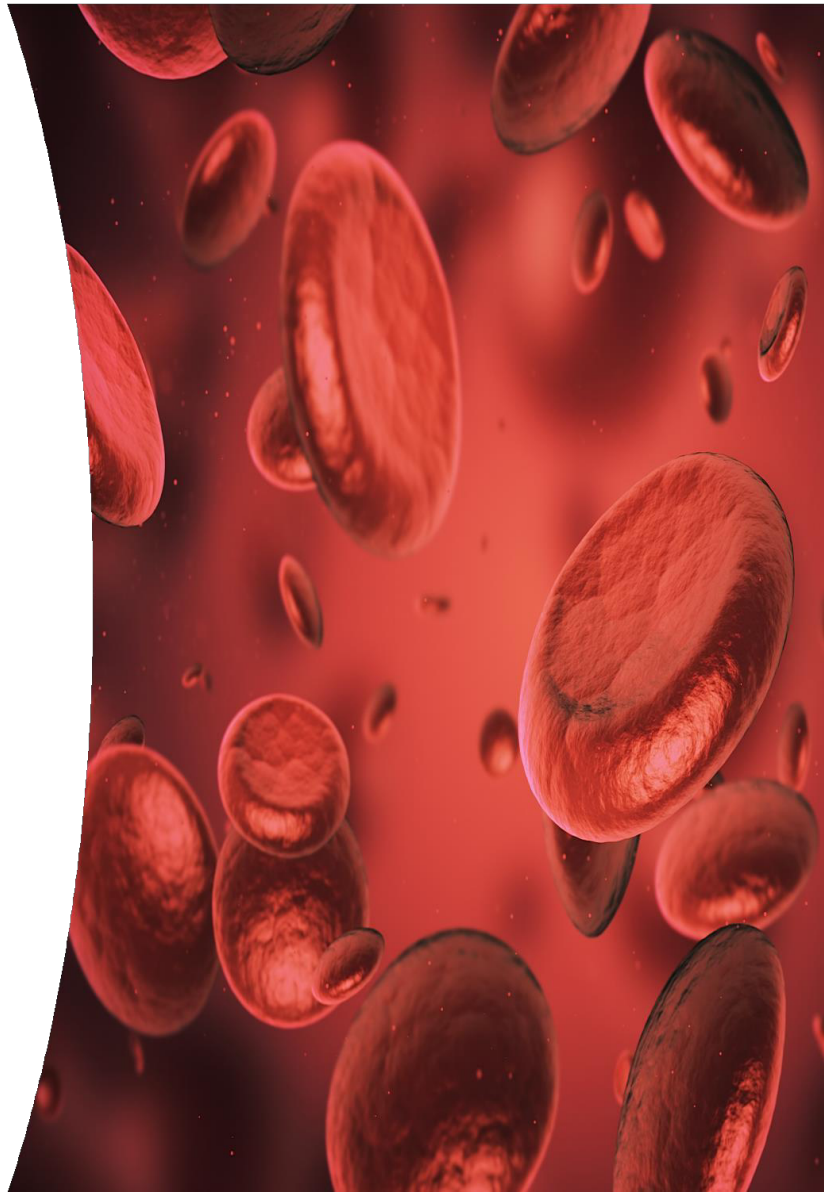
ربنا آتنا من لدنك رحمة وهيئ لنا من أمرنا رشدًا



Erythropoiesis requirements PartII Pathophysiology of Anemia 2nd week Lab tests Theory

Ebaa M Alzayadneh, PhD

Associate Professor of Physiology



Clinical Perspective

Anemias

(clinical application on erythropoiesis)

1) تعريف فقر الدم
- فقر الدم هو نقص في الهيموغلوبين في خلايا الدم الحمراء (RBCs).
- يمكن أن يحدث فقر الدم بسبب انخفاض عدد خلايا الدم الحمراء أو نقص الهيموغلوبين داخل هذه الخلايا

By definition: Deficiency of Hemoglobin (it can be due to: less number of RBCs or less hemoglobin in RBCs)

- Anemia can be due to **Blood loss (acute, chronic).**

2) أسباب فقر الدم
- يمكن أن يحدث فقر الدم بسبب فقدان الدم سواء كان حادًا أو مزمنًا.
- فقدان الدم الحاد: قد يحدث بسبب إصابة أو نزيف داخلي.
- فقدان الدم المزمن: قد يكون نتيجة لأسباب مثل القرحات المزمنة أو الحيض أو الأمراض المزمنة

- **After hemorrhage**, there are feedback mechanisms to restore blood volume as well as RBCs number:

3) آليات استعادة حجم الدم بعد النزيف
- بعد النزيف، هناك آليات تغذية راجعة (feedback mechanisms) لاستعادة حجم الدم وكذلك عدد خلايا الدم الحمراء:
- استعادة حجم السوائل: يحدث استعادة حجم السوائل في الجسم في غضون 1-3 أيام بعد النزيف. يتم إضافة الماء إلى السائل الخلالي (ECF) للمساعدة في استعادة حجم الدم.
- يتم تنظيم هذا باستخدام آلية تنظيم ضغط الدم الشرياني

- Fluid volume restored in 1 – 3 days, to restore blood volume; water is added to ECF with the arterial BP regulatory mechanisms

- RBC concentration restored in 3-6 weeks, erythropoietin is released 24h after hemorrhage, thus the first increase in new RBC production will be after 5 days, however restoring to normal RBCs concentration will take 3-6 weeks –in average 4 weeks–

4) استعادة تركيز خلايا الدم الحمراء
- تركيز خلايا الدم الحمراء يبدأ في الاستعادة في غضون 3-6 أسابيع بعد النزيف. يتم إفراز الإريثروبويتين (Erythropoietin) لتحفيز إنتاج خلايا الدم الحمراء الجديدة.
- الإريثروبويتين هو الهرمون الذي يحفز نخاع العظام على إنتاج خلايا الدم الحمراء.
- أول زيادة في إنتاج خلايا الدم الحمراء الجديدة ستحدث بعد 24 ساعة من النزيف.
- العودة إلى التركيز الطبيعي لخلايا الدم الحمراء (أي استعادة العدد الطبيعي) ستستغرق 3-6 أسابيع بعد النزيف

الخلاصة:
- فقر الدم يحدث بسبب نقص الهيموغلوبين أو انخفاض عدد خلايا الدم الحمراء.
- بعد فقدان الدم، يتم استعادة حجم الدم في 1-3 أيام، بينما تركيز خلايا الدم الحمراء يتعافى تدريجيًا في 3-6 أسابيع.
- الإريثروبويتين يساعد في تحفيز إنتاج خلايا الدم الحمراء الجديدة في نخاع العظام

Clinical Perspective

الشرح في هذه الشريحة يتناول فقر الدم الناجم عن فقدان الدم المزمن، مع التركيز على الخصائص الميكروسكوبية لهذا النوع من فقر الدم

سبحان الله وبحمده

Anemias

1) فقر الدم الناتج عن فقدان الدم المزمن
•عندما يحدث فقدان دم مزمن، يمكن أن يؤدي إلى نقص الحديد في الجسم، والذي يسبب فقر الدم.
•هذا النقص يحدث نتيجة فقدان الحديد المستمر مع الخلايا الحمراء المفقودة، التي تحتاج إلى الحديد لإنتاج الهيموغلوبين.
•الامتصاص غير الكافي للحديد من الجهاز الهضمي (GIT) بسبب فقدان الدم المستمر يعني أن مخازن الحديد في الجسم ستصبح منخفضة، مما يسبب نقصًا في الهيموغلوبين في خلايا الدم الحمراء

2) الأنواع المختلفة لفقر الدم
•فقر الدم الهيموكرومي: يشير إلى نقص الهيموغلوبين في خلايا الدم الحمراء.
•فقر الدم الميكروسيتك: يشير إلى أن خلايا الدم الحمراء ستكون أصغر من الحجم الطبيعي بسبب قلة الهيموغلوبين فيها.
•هذه الأنواع من فقر الدم هي خصائص لفقر الدم الناجم عن نقص الحديد

- **Chronic blood loss can lead to iron deficiency with hypochromic, microcytic anemia** due to continuous increase in RBCs production that needs iron for hemoglobin (the absorption of iron from the GIT will not be enough), as a result we will have RBCs with less hemoglobin leading to hypochromic, microcytic anemia (both are characteristics of iron deficiency).

الخلاصة:
•فقدان الدم المزمن يؤدي إلى نقص الحديد، مما يسبب فقر الدم الهيموكرومي والميكروسيتك

الشرح في هذه الشريحة يتناول فقر الدم اللاتنسجي (Aplastic Anemia)، وهو نوع من فقر الدم الذي يحدث بسبب فشل نخاع العظام في إنتاج خلايا الدم

Aplastic Anemia

(another type of anemia)

Clinical Perspective

1) تعريف فقر الدم اللاتنسجي (Aplastic Anemia)
•فشل نخاع العظام في إنتاج خلايا الدم الحمراء، خلايا الدم البيضاء، والصفائح الدموية، مما يؤدي إلى نقص حاد في خلايا الدم.
•يحدث ذلك عندما يتوقف نخاع العظام عن إنتاج خلايا الدم بشكل طبيعي.

- Bone marrow aplasia means that bone marrow fails to produce blood cells
- **Bone marrow failure caused by…**

2) أسباب فشل نخاع العظام
•الإشعاع: جرعة عالية من الإشعاع (غالبًا أثناء علاج السرطان).

  - **Radiation** high dose of radiation sometimes in cancer therapy
  - **Chemotherapy** might lead to destruction of hematopoietic stem cells which may cause anemia in few weeks.

العلاج الكيميائي: قد يؤدي إلى تدمير خلايا الجذع المكونة للدم، مما يؤدي إلى فقر الدم في غضون أسابيع.

  - **Chemical toxins** or drugs such as high doses of toxins or insecticides

السموم الكيميائية أو الأدوية: مثل الجرعات العالية من السموم أو المبيدات الحشرية

  - **Auto-immune:** production of Ig antibodies for the bone marrow stem cells or RBCs; e.g., lupus erythromatosis.

المناعة الذاتية: حيث ينتج الجسم أجسامًا مضادة ضد خلايا الجذع المكونة للدم أو خلايا الدم الحمراء، مثل ما يحدث في مرض الذئبة الحمراء (Lupus).

  - ***Idiopathic*** (unknown cause)

غير معروف (Idiopathic): في بعض الحالات، لا يمكن تحديد السبب الواضح لفشل نخاع العظام

3) علاج فقر الدم اللاتنسجي
•يحتاج المرضى إلى نقل الدم لدعمهم خلال فترة المرض.
•قد يتطلب الأمر زراعة نخاع العظام أو زراعة خلايا الجذع لإعادة إنتاج خلايا الدم الطبيعية.
•إذا لم يُعالج المرض، قد يؤدي إلى الوفاة

- Patients of aplastic anemia are **Supported by transfusions or treated by bone marrow transplantation** (transplantation of new stem cells)

if not treated it might cause death

الخلاصة:
•فقر الدم اللاتنسجي يحدث عندما يتوقف نخاع العظام عن إنتاج خلايا الدم. يمكن أن يكون بسبب الإشعاع، العلاج الكيميائي، السموم الكيميائية، المناعة الذاتية، أو في بعض الأحيان بدون سبب معروف.
•يحتاج المرضى إلى نقل الدم أو زراعة نخاع العظام لمعالجة المرض

الشرح في هذه الشريحة يتعلق بـ فقر الدم الميجالويلاستي (Megaloblastic Anemia)، وهو نوع من فقر الدم الذي يحدث بسبب نقص فيتامين B12 و/أو حمض الفوليك

Clinical Perspective

Megaloblastic Anemia

- Results from **Deficiency of Vitamin B_{12} and / or Folic Acid**, these deficiencies can result from:

  - **Pernicious anemia**
  - **Dietary deficiency**
  - **Malabsorption**

1) أسباب فقر الدم الميجالويلاستي
•نقص فيتامين B12 أو حمض الفوليك يؤدي إلى فقر الدم الميجالويلاستي.
•الأسباب التي تؤدي إلى هذا النقص تشمل:
•فقر الدم الخبيث (Pernicious Anemia): وهو ناتج عن نقص العامل الداخلي الذي يساعد في امتصاص فيتامين B12.
•النقص الغذائي: عدم تناول ما يكفي من فيتامين B12 أو حمض الفوليك من الطعام.
•سوء الامتصاص: مشاكل في امتصاص فيتامين B12 أو حمض الفوليك من الأمعاء.

2) الآلية
•تأثير نقص فيتامين B12 أو حمض الفوليك على خلايا نخاع العظام:
•نقص فيتامين B12 وحمض الفوليك يؤثر على تكرار الحمض النووي (DNA) في الخلايا المكونة للدم (الخلايا الأرومية)، مما يؤدي إلى فشل في نضوج هذه الخلايا.

- **Impairs DNA replication** in proliferating hematopoietic cells, **causing maturation failure** due to the deficiency of Vitamin B12 and / or Folic Acid

3) التأثير على الخلايا
•نتيجة لذلك، يتم إنتاج خلايا دم حمراء كبيرة وغير ناضجة وضعيفة، وتكون ذات أشكال غير طبيعية، مما يجعلها قابلة للكسر بسهولة.
•هذا يمكن أن يؤدي إلى فقر دم شديد (Profound Anemia)

- **Formation of large, fragile cells with bizarre shapes** (abnormal & odd shapes), **which rupture easily, potentially causing profound anemia**

الخلاصة:
•فقر الدم الميجالويلاستي يحدث بسبب نقص فيتامين B12 أو حمض الفوليك، مما يؤدي إلى خلل في نضوج خلايا الدم الحمراء وتكوين خلايا غير طبيعية وضعيفة

سبحان الله العظيم

Vitamin B_{12} and Folic Acid

1) التكاثر الخلوي السريع للأورمة الحمرية
•يتم تكاثر خلايا الأورمة الحمرية بشكل سريع خلال عملية التحمر (إنتاج خلايا الدم الحمراء).
•فيتامين B12 و حمض الفوليك من المغذيات الأساسية التي تتطلبها هذه العملية.

- **Rapid, large-scale cellular proliferation of hematopoietic stem cells in erythropoiesis requires optimal nutrition (B12, folic acid & iron)**

- **Cell proliferation requires DNA replication**

2) تكرار الحمض النووي (DNA)
•تكرار الحمض النووي هو شرط أساسي لتكاثر الخلايا.
•فيتامين B12 و حمض الفوليك يلعبان دورًا رئيسيًا في تكوين ثيميدين ثلاثي الفوسفات (Thymidine Triphosphate)، وهو مكون رئيسي للـ DNA

- **Vitamin B_{12} and folate both are needed to make thymidine triphosphate necessary for DNA (thus, DNA)**

- **Abnormal DNA replication due to these deficiencies causes failure of nuclear maturation and cell division…**

3) فشل تكاثر الحمض النووي
•عندما ينقص فيتامين B12 أو حمض الفوليك، يحدث فشل في تكاثر الحمض النووي.
•فشل النضج النووي يؤدي إلى تكوين خلايا كبيرة الحجم، غير منتظمة الشكل، وهشة (تعرف أيضًا بـ المكرومات). هذه الخلايا غير قادرة على العمل بشكل طبيعي، مما يؤدي إلى فقر الدم الميجالوبلاستي

⟹ maturation failure ⟹ large, irregular, fragile “macrocytes”

الخلاصة:
•فيتامين B12 و حمض الفوليك ضروريان لتكوين DNA أثناء تكاثر خلايا الدم الحمراء.
•نقص فيتامين B12 أو حمض الفوليك يعيق هذا التكرار ويؤدي إلى تشكيل خلايا دم حمراء غير ناضجة وغير فعالة

الشرح في هذه الشريحة يتناول فقر الدم الخبيث (Pernicious Anemia)، وهو نوع من فقر الدم الميجالوبلاستي الناتج عن عدم امتصاص فيتامين B12 بشكل صحيح.

Clinical Perspective

Pernicious Anemia

(may cause megaloblastic anemia)

- **It is due to Failure to absorb vitamin B_{12}**

السبب الرئيسي
•السبب هو فشل الجسم في امتصاص فيتامين B12 من الجهاز الهضمي.

- Because of **Atrophic gastric mucosa…** leads to

هذا الفشل يحدث بسبب ضمور في الغشاء المخاطي للمعدة (Atrophic Gastric Mucosa)، مما يؤدي إلى:
•عدم إنتاج العامل الداخلي (Intrinsic Factor)، وهو مادة ضرورية لامتصاص فيتامين B12 في الأمعاء الدقيقة

  - **Failure to produce *intrinsic factor*** which is important for absorbing vit B12

- **Intrinsic factor binds to vitamin B_{12}**
  - **Protects it from digestion** by digestive enzymes
  - **Binds to receptors in the ileum**, after vit B12 binds to intrinsic factor they both bind to receptors in the ileum which enhances vit B12 absorption
  - **Mediates transport by pinocytosis** which is how B12 is absorbed

IF
دور العامل الداخلي (Intrinsic Factor)
•العامل الداخلي يرتبط بفيتامين B12 ويقوم بـ:
○ حمايته من التحلل بواسطة إنزيمات الجهاز الهضمي.
○ مساعدته على الارتباط بالمستقبلات في الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقة (Ileum)، حيث يتم امتصاصه.
○ نقله عبر الخلايا بعملية تسمى Pinocytosis وهي الطريقة التي يُمتص بها فيتامين B12 إلى الدم.

- **Vitamin B_{12} - stored in liver, released as needed**

تخزين واحتياج الجسم من فيتامين B12
•يتم تخزين فيتامين B12 في الكبد ويُفرز حسب الحاجة.
•كمية التخزين الطبيعية في الجسم: 1 – 3 ملغ.
•الحاجة اليومية: 1 – 3 ميكروغرام فقط.
•لذلك، يمكن أن تكفي مخازن الكبد من فيتامين B12 لمدة 3 إلى 4 سنوات قبل ظهور أعراض فقر الدم الخبيث.

النتيجة
•فقر الدم الخبيث لا يظهر مباشرة، بل يحتاج عدة سنوات ليظهر بعد أن تُستنفد مخازن فيتامين B12.
•النتيجة النهائية: نقص فيتامين B12 → خلل في إنتاج كريات الدم الحمراء → فقر دم ميجالوبلاستي (خلايا كبيرة وضعيفة).

- **Usual stores: 1 – 3 mg** **Daily needs: 1 – 3 µg**

- **Thus normal stores are adequate for 3 – 4 years**, so pernicious anemia may not appear until 3 or 4 yrs.

باختصار:
فقر الدم الخبيث سببه نقص امتصاص فيتامين B12 بسبب غياب العامل الداخلي من المعدة، ويؤدي إلى تكوين خلايا دم غير طبيعية وكبيرة الحجم

الشرح في هذه الشريحة يتحدث عن نقص حمض الفوليك (Folic Acid Deficiency) وهو السبب الثاني الأكثر شيوعًا لـ فقر الدم الميجالوبلاستي (Megaloblastic Anemia) بعد نقص فيتامين B12.

استغفر الله العظيم

Clinical Perspective

Folic Acid Deficiency

(the 2nd cause of megaloblastic anemia)

مصادر حمض الفوليك
- يوجد حمض الفوليك في:
  - الخضروات الخضراء (مثل السبانخ والبروكلي)
  - بعض الفواكه
  - اللحوم

- **Folic acid is present in green vegetables, some fruits, and meats**

- **Destroyed during cooking**

تأثير الطهي
- حمض الفوليك يتلف أثناء الطبخ؛ لذلك الطبخ الطويل أو الشديد يسبب فقدان جزء كبير منه.

- **Subject to dietary deficiencies**

الأسباب الرئيسية لنقص حمض الفوليك
1. سوء التغذية (Dietary Deficiency): عدم تناول أطعمة تحتوي على كميات كافية من حمض الفوليك.
2. سوء الامتصاص المعوي (Intestinal Malabsorption): كما يحدث في أمراض الأمعاء مثل Tropical Sprue، حيث لا يُمتص الفوليك وفيتامين B12 جيدًا.

- **May also be deficient in cases of intestinal malabsorption**

النتائج
- يؤدي نقص حمض الفوليك إلى فشل في نضوج خلايا الدم الحمراء (RBCs).
- هذا الفشل يشبه تأثير نقص فيتامين B12، وقد يحدث نقص مشترك في كليهما عندما يكون امتصاص الأمعاء ضعيفًا.

- Folic acid deficiency leads to **Maturation failure** of RBCs **may reflect combined B_{12} and folate deficiency** if there is abnormal intestinal absorption, eg: tropical sprue.

الخلاصة:
- حمض الفوليك ضروري لتكوين الحمض النووي (DNA) في خلايا الدم الحمراء.
- نقصه يؤدي إلى إنتاج خلايا دم كبيرة الحجم وغير ناضجة (Megaloblasts).
- أسبابه: قلة تناوله، تلفه أثناء الطهي، أو ضعف امتصاصه من الأمعاء

الصورة تشرح فقر الدم الانحلالي (Hemolytic Anemia)، وهو نوع من أنواع فقر الدم ينتج عن تدمير خلايا الدم الحمراء (RBCs) بشكل أسرع من المعدل الطبيعي.

Clinical Perspective

Hemolytic Anemia

(another type of anemia)

- **Hereditary conditions causing fragility of RBCs, such as:**
  - **Hereditary spherocytosis**
  - **Sickle cell anemia**

الأسباب
1.
أسباب وراثية (Hereditary causes):
بعض الأشخاص يولدون بعيوب في خلايا الدم الحمراء تجعلها هشة وسهلة التكسر، مثل:
•Hereditary Spherocytosis:
مرض وراثي تصبح فيه خلايا الدم الحمراء كروية الشكل بدل القرصية، مما يجعلها أقل مرونة وسهلة الانفجار داخل الأوعية الدموية أو في الطحال.
•Sickle Cell Anemia (فقر الدم المنجلي):
خلايا الدم الحمراء تكون على شكل منجل، مما يعيق مرورها في الأوعية الدقيقة فتتكسر بسرعة.

- **Immune-mediated destruction, such as:**
  - **Erythroblastosis fetalis**: when there is incompatibility between the fetus who has (Rh+) blood type & the mother who has (Rh-) blood type and she has antibodies against Rh factor, fetus RBCs will be attacked which leads to hemolytic anemia

2. أسباب مناعية (Immune-mediated destruction):

يحدث عندما يهاجم جهاز المناعة خلايا الدم الحمراء ويدمرها.

مثال على ذلك:
•Erythroblastosis Fetalis (مرض انحلال الدم عند الجنين):
•يحدث عندما تكون الأم Rh− والجنين Rh+.
•جسم الأم يُنتج أجسام مضادة ضد عامل Rh بعد تعرضها لخلايا دم الجنين في الحمل الأول.
•في الحمل التالي، تهاجم هذه الأجسام المضادة خلايا دم الجنين (Rh+) وتدمرها.
•هذا يؤدي إلى فقر دم انحلالي حاد عند الجنين.

النتيجة
في كل الحالات، ينتج عن تدمير خلايا الدم الحمراء:
•نقص في عدد خلايا الدم الحمراء
•زيادة في البيليروبين (ناتج عن تكسير الهيموغلوبين)
•فقر دم حاد (Hemolytic Anemia)

الخلاصة:
فقر الدم الانحلالي هو نتيجة لتكسر خلايا الدم الحمراء إما بسبب خلل وراثي في شكلها أو هجوم مناعي عليها، كما في حالة الأم Rh− والجنين Rh+

الصورة تشرح التأثيرات الدورية (Circulatory Effects) الناتجة عن فقر الدم (Anemia) على القلب والدورة الدموية.

Clinical Perspective

لا إله إلّا أنت سبحانك
إنّي كنت من الظالمين

Circulatory Effects of Anemia

- **Anemia**
  - **Decreased viscosity**
  - **Decreased O_2 - carrying capacity**
  - As a result body tissues need more oxygen

ما الذي يحدث في فقر الدم؟
•في فقر الدم يقل عدد خلايا الدم الحمراء أو كمية الهيموغلوبين، وبالتالي:
○ تنخفض لزوجة الدم (Decreased viscosity) → الدم يصبح أخف وأسهل في الجريان.
○ تنخفض قدرة الدم على حمل الأكسجين (Decreased O_2-carrying capacity) → الأنسجة تحصل على كمية أقل من الأكسجين.

كيف يتفاعل الجسم مع هذا النقص؟
•لأن الأنسجة تحتاج إلى المزيد من الأكسجين، الجسم يحاول التعويض من خلال:
○ زيادة النتاج القلبي (Increased cardiac output) أي أن القلب يضخ كمية دم أكبر لتوصيل الأكسجين.
○ تتوسع الأوعية الدموية الصغيرة (precapillary sphincters dilate) لزيادة تدفق الدم في الشعيرات.
○ هذا يزيد من العودة الوريدية إلى القلب (venous return) وبالتالي يزيد الجهد على القلب
النتيجة:
القلب يعمل بجهد أكبر ليعوض نقص الأكسجين → مما يسبب إجهاد قلبي على المدى الطويل.

➡ **Increased cardiac output** to provide more O2 (more load on heart, capillaries &local circulation. Precapillary sphincters will also dilate inducing more blood flow in the microcirculation which increases venous return thus increased cardiac output)

- **Markedly decreased exercise capacity**

تأثير فقر الدم على النشاط البدني
•المرضى المصابون بفقر الدم يعانون من:
•انخفاض كبير في القدرة على ممارسة الرياضة (Decreased exercise capacity)
•حتى الأنشطة اليومية البسيطة ترفع الجهد القلبي لديهم.
•في حال القيام بتمارين شاقة → يحدث نقص حاد في الأكسجين (O_2 insufficiency) → يؤدي إلى نقص أكسجة (Hypoxia)، فيضطر القلب للعمل أكثر مما يمكنه تحمله، مما قد يؤدي إلى مضاعفات خطيرة مثل فشل القلب.[1][2]

normal daily physiological activities already increase cardiac output, if anemic patients increase physical activity (heavy exercise)--> O2 insufficiency--> higher load on the heart --> serious complications due to hypoxia (the heart is unable to work harder)

باختصار:
فقر الدم يجعل الدم يحمل أكسجينًا أقل، فيحاول القلب تعويض ذلك بزيادة الضخ.
لكن هذا الجهد الزائد يضع ضغطًا مستمرًا على القلب ويقلل قدرة المريض على التحمل البدني

C

الخلاصة:

النوع	السبب	الميكانيزم	المميزات
ثانوي (Secondary)	نقص الأكسجين (مرض أو مرتفعات)	↑ Erythropoietin → ↑ RBCs	تكيف مؤقت مع نقص الأكسجين
أولي (Vera)	خلل جيني في نخاع العظم	تكاثر مفرط لجميع خلايا الدم	زيادة خطيرة في اللزوجة ومضاعفات دموية

باختصار:

- الثانوي: استجابة طبيعية لنقص الأكسجين.
- الحقيقي (Vera): مرض جيني يسبب زيادة مفرطة وغير طبيعية في خلايا الدم.

الصورة تشرح كثرة كريات الدم الحمراء (Polycythemia) وهي حالة يكون فيها عدد خلايا الدم الحمراء (RBCs) أعلى من الطبيعي، مما يزيد من لزوجة الدم وصعوبة تدفقه في الأوعية الدموية.

Polycythemia

higher number of RBCs, there are 2 types:

🔶 1. Polycythemia Secondary (ثانوية)

وتحدث بسبب نقص الأكسجين المزمن (Hypoxia) في الأنسجة، فيبدأ الجسم بإنتاج المزيد من خلايا الدم الحمراء لتعويض النقص.

الأسباب:

- أمراض القلب أو الرئتين → تقلل الأكسجين في الدم.
- العيش في المرتفعات العالية (High altitudes) (مثل 14–17 ألف قدم)، حيث يقل الأكسجين في الهواء.
- هذا يحفز هرمون الإريثروبويتين (Erythropoietin) الذي يزيد إنتاج خلايا الدم الحمراء من نخاع العظم

النتيجة:

- عدد خلايا الدم الحمراء يرتفع إلى 6–7 مليون/مم³ (حوالي 30٪ أكثر من الطبيعي).
- الجسم يصبح أكثر قدرة على أداء التمارين في المرتفعات بسبب زيادة الأكسجين المنقول في الدم.

Secondary to hypoxia in tissues (RBC ↑ ~30%; 6-7 million/mm³)

- Chronic hypoxemia due to (heart or lung disease)
- *Physiologic polycythemia*

- Living at 14 - 17,000 feet (high altitudes)

- Markedly enhanced exercise capacity at altitude

Hypoxia in tissue --> more erythropoietin stimulation, higher rate of RBC production --> higher number of RBCs (6-7 million/mm3) 30% more than normal

🧬 2. Polycythemia Vera (الأولية أو الحقيقية)

وهي حالة وراثية (genetic) ناتجة عن خلل في نخاع العظم يؤدي إلى تكاثر مفرط في جميع أنواع خلايا الدم (RBCs, WBCs, Platelets)، حتى بدون وجود نقص في الأكسجين

الخصائص:

- زيادة خلايا الدم الحمراء إلى 7–8 مليون/مم³.
- الهيماتوكريت (Hematocrit) يرتفع إلى 60–70٪ بدلًا من 45–50٪ الطبيعي.
- حجم الدم (Blood volume) يزيد إلى الضعف تقريبًا.
- اللزوجة (Viscosity) تصبح 3 أضعاف الطبيعي (والدم أصلاً أكثر لزوجة بـ10 مرات من الماء)

Polycythemia Vera

- Clonal abnormality causing excessive proliferation
- Usually all lineages (RBCs, WBCs, platelets)
- 7- 8 million RBCs / mm³; Hematocrit 60-70%, instead of 45-50%
- Blood volume increased almost two-fold
- Hyperviscosity, up to 3-fold than normal which is (10 x water)

-Hyperviscosity increases the resistance and impedes blood flow especially in the capillaries.

النتائج:

- زيادة اللزوجة تجعل الدم يتحرك ببطء في الشعيرات الدموية.
- هذا يؤدي إلى انخفاض تدفق الأكسجين وارتفاع خطر الجلطات (Thrombosis) ومشاكل في القلب أو الدماغ.

It is a genetic form of the disease resulting in continuous proliferation in all blood cell types even when there is enough number of RBCs

الصورة تشرح تأثير كثرة كريات الدم الحمراء (Polycythemia) على الدورة الدموية (Circulation).

Clinical Perspective

أولًا: ما الذي يحدث في Polycythemia؟
عندما يزيد عدد خلايا الدم الحمراء (RBCs)، يصبح الدم أكثر لزوجة (thick) ويزداد حجمه (volume). هذا يؤثر على كيفية تدفق الدم في الأوعية الدموية.

Polycythemia & Circulation

1. زيادة اللزوجة (Increased viscosity)
- عندما يصبح الدم أكثر لزوجة، تقل سرعة تدفقه، خصوصًا في الأوردة (venous return).
- هذا يعني أن الدم يعود إلى القلب ببطء.

2. زيادة حجم الدم (Increased blood volume)
- في المقابل، ارتفاع حجم الدم يزيد كمية الدم العائدة إلى القلب (venous return).
- لذلك، التأثيران (اللزوجة العالية والزيادة في الحجم) يعوضان بعضهما، بحيث يكون الناتج القلبي (cardiac output) قريبًا من الطبيعي.

- **Increased viscosity decreases venous return**
- **Increased blood volume increases venous return**

They accompany each other and cardiac output will be found to be nearly normal.

3. ضغط الدم (Blood pressure)
- حوالي ثلث المرضى (1/3) يعانون من ارتفاع ضغط الدم (hypertension)، بسبب فشل الجسم في تنظيم ضغط الدم مع زيادة المقاومة في الأوعية.
- أما الثلثان الآخران (2/3) فيبقون بضغط دم طبيعي (normotensive).

- **2/3 normotensive, 1/3 hypertensive**

maybe due to failures in arterial blood pressure regulatory mechanisms to correct the increase in the resistance.

4. تأثير على الجلد
- الأوعية الدموية الصغيرة تحت الجلد (subpapillary venous plexus) تمتلئ بدم بطيء الجريان ومفتقر للأكسجين (de-saturated).
- هذا يعطي الجلد لونًا محمرًا مائلًا إلى الأزرق (ruddy/bluish tint) — وهي علامة مميزة في مرضى polycythemia vera.

- **The subpapillary venous plexus under the skin becomes engorged with slow-moving, de-saturated blood, producing a ruddy complexion with a bluish tint to the skin**

الخلاصة:

النتيجة	التأثير
تبطئ عودة الدم إلى القلب	زيادة اللزوجة
تسرّع العودة الوريدية (تعويض جزئي)	زيادة حجم الدم
طبيعي في 2/3، مرتفع في 1/3	ضغط الدم
أحمر مزرق بسبب بطء تدفق الدم ونقص الأكسجين	مظهر الجلد

النتيجة النهائية: الجسم يحاول موازنة زيادة اللزوجة بزيادة الحجم، لكن قد تحدث مشاكل مثل ارتفاع الضغط أو احتقان الدم تحت الجلد.

سبحان الله وبحمده عدد خلقه ورضا
نفسه وزنة عرشه ومداد كلماته

LAB TESTS

- Packed Red Blood Cell Volume PCV
- Erythrocytes Sedimentation Rate ESR
- Red Blood Cell Osmotic Fragility Test

🩸 1. Packed Red Blood Cell Volume (PCV)
•يُعرف أيضًا باسم Hematocrit.
•يقيس نسبة حجم خلايا الدم الحمراء إلى إجمالي حجم الدم.
• 🔷 القيمة الطبيعية:
• للرجال: 40–54%
• للنساء: 37–47%
• 🔷 يزداد في: Polycythemia (كثرة كريات الدم الحمراء).
• 🔷 ينخفض في: Anemia (فقر الدم) أو فقدان الدم

⚖️ 2. Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR)
•يقيس سرعة ترسّب خلايا الدم الحمراء في أنبوب اختبار خلال ساعة واحدة.
• 🔷 إذا ترسّبت بسرعة عالية → يدل على وجود التهاب في الجسم أو عدوى أو أمراض مناعية (مثل الروماتويد).
• 🔷 القيمة الطبيعية:
•الرجال: 0–15 مم/ساعة
•النساء: 0–20 مم/ساعة

💧 3. Red Blood Cell Osmotic Fragility Test
•يقيس مدى مقاومة خلايا الدم الحمراء للانفجار (التحلل) عندما توضع في محاليل مختلفة التركيز (NaCl).
• 🔷 يزداد التحلل (fragility) في:
•Hereditary spherocytosis (كريات دم حمراء كروية الشكل وضعيفة).
• 🔷 يقل التحلل في:
•Thalassemia أو Iron deficiency anemia (الخلايا أكثر صلابة).

📋 الخلاصة:

الفحص	ماذا يقيس	متى يزيد	متى ينخفض
PCV / Hematocrit	حجم كريات الدم الحمراء	Polycythemia	Anemia
ESR	سرعة ترسيب الكريات	الالتهاب، العدوى	اضطرابات الدم المزمنة
Osmotic Fragility	قوة تحمل غشاء الكريات	Spherocytosis	Thalassemia / Iron deficiency

الصورة تشرح فحص Packed Cell Volume (PCV) أو ما يُعرف أيضًا باسم Hematocrit، وهو من أهم اختبارات الدم.

Packed Cell Volume (PCV)

PCV is also called hematocrit

ما هو PCV؟
هو النسبة بين حجم خلايا الدم الحمراء (RBCs) إلى إجمالي حجم الدم.
بمعنى آخر، يُظهر كم جزء من الدم يتكوّن من خلايا الدم الحمراء مقارنة بالبلازما وبقية المكونات

- PCV is the ratio of the volume of packed red cells to the total blood volume.
- Adult males: 40-54% (avg = 47%).
- Adult females: 38-46% (avg = 42%)

القيم الطبيعية:
- للرجال: 40–54% (المتوسط 47%)
- للنساء: 38–46% (المتوسط 42%)

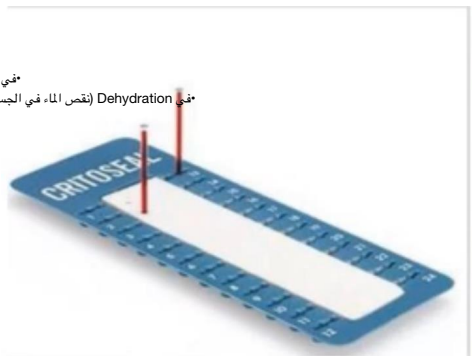
-How to measure PCV?
Withdraw blood, place it in a tube, centrifuge it, then measure the volume of the red **bottom layer** and compare it to the total blood volume.

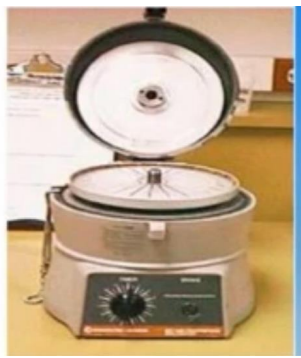
كيف يُقاس؟
1. يتم سحب عينة دم ووضعها في أنبوب خاص.
2. تُوضع العينة في جهاز الطرد المركزي (centrifuge)، فيدور بسرعة عالية.
3. هذا يجعل خلايا الدم الحمراء تترسّب في أسفل الأنبوب (الطبقة الحمراء السفلية).
4. يُقاس حجم الطبقة الحمراء ويُقارن بإجمالي حجم الدم في الأنبوب.
النتيجة تُعبّر عنها كنسبة مئوية (%).

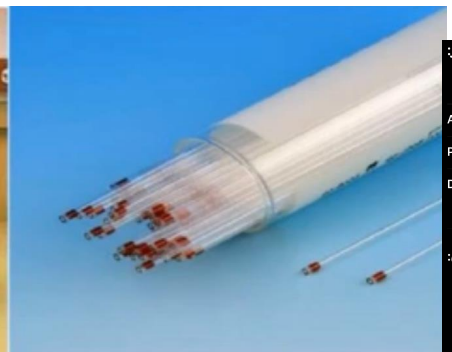
- It decreases in cases of anemia and increases in polycythemia and dehydration.

متى ينخفض PCV؟
- في حالات فقر الدم (Anemia)
لأن عدد خلايا الدم الحمراء يقل.

متى يرتفع PCV؟
- في Polycythemia (كثرة كريات الدم الحمراء).
- في Dehydration (نقص الماء في الجسم) لأن حجم البلازما يقل، فتبدو النسبة أعلى.







باختصار:

السبب	التأثير على PCV	الحالة
نقص خلايا الدم الحمراء	↓ ينخفض	Anemia
زيادة عدد خلايا الدم الحمراء	↑ يرتفع	Polycythemia
قلة البلازما	↑ يرتفع	Dehydration

فائدة الفحص:
يساعد الطبيب على تقييم:
- كمية خلايا الدم الحمراء.
- حالات فقر الدم أو الجفاف أو زيادة إنتاج كريات الدم الحمراء.

الصورة تشرح اختبار مهم في الدم يسمى Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) أو معدل ترسيب كريات الدم الحمراء.
وهو من الاختبارات البسيطة التي تُستخدم لاكتشاف وجود التهابات في الجسم 👇

Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR)

ما هو اختبار ESR؟
هو السرعة التي تترسب بها خلايا الدم الحمراء (RBCs) في أنبوب اختبار يحتوي على دم كامل (غير متجلط) بعد ساعة واحدة.
كلما زادت سرعة الترسيب → زاد احتمال وجود التهاب أو عدوى أو مرض مزمن في الجسم

- The rate at which red blood cells settle out when anticoagulated whole blood is allowed to stand for a period of one hour.

كيف يتم الفحص؟
1.يُسحب الدم ويوضع في أنبوب اختبار خاص.
2.يُضاف مضاد تخثر (anticoagulant) حتى لا يتجلط الدم.
3.يُترك الأنبوب بدون تحريك أو طرد مركزي لمدة ساعة.
4.تُقاس المسافة التي نزلتها خلايا الدم الحمراء في الأنبوب (بوحدة mm/hour).

ما الذي يعنيه ارتفاع ESR؟
•ارتفاع معدل الترسيب يشير إلى وجود التهاب في الجسم،
لكن لا يحدد مكان الالتهاب أو سببه (لهذا يسمى non-specific test)

أمثلة على الحالات التي يرتفع فيها ESR:
•الالتهابات البكتيرية أو الفيروسية
•أمراض المناعة الذاتية (مثل الذئبة أو الروماتويد)
•السرطانات
• فقر الدم (anemia)

- The ESR is a simple, sensitive but **non-specific** screening test that indirectly measures the presence of inflammation in the body, **It is non-specific as it indicates the presence of inflammation without indicating its reason or the site.**

سبب زيادة ESR أثناء الالتهاب
عند حدوث التهاب، يزيد إنتاج بروتينات في البلازما مثل:
•Fibrinogen
•Immunoglobulins

هذه البروتينات تجعل خلايا الدم الحمراء تلتصق ببعضها وتتجمع بسرعة أكبر،
فتنزل للأسفل أسرع → ترسيب أسرع.

المعادلة البسيطة:
More inflammation = Faster sedimentation

متى ينخفض ESR؟
•في Polycythemia (كثرة كريات الدم الحمراء).
•في sickle cell anemia (الخلايا شكلها غير طبيعي فلا تترسب بسهولة).

- It's increase reflects the tendency of red blood cells to settle more rapidly in the presence of inflammatory conditions, usually because of increases in plasma fibrinogen, immunoglobulins, and other acute-phase reaction proteins,

More inflammation = faster sedimentation

باختصار:

السبب	ماذا يحدث لـ ESR	الحالة
زيادة البروتينات الالتهابية	↑ يرتفع	التهاب أو عدوى
نقص خلايا الدم الحمراء	↑ يرتفع	فقر الدم
كثرة كريات الدم تقلل سرعة الترسيب	↓ ينخفض	Polycythemia
شكل الخلايا غير طبيعي	↓ ينخفض	Sickle cell anemia

ملاحظة مهمة من الصورة:
لا يتم استخدام جهاز طرد مركزي (centrifuge)، لأن الدم يجب أن يترسب بشكل طبيعي.
ويُضاف مضاد تخثر لمنع التجلط أثناء الاختبار

- Changes in red cell shape or numbers may also affect the ESR, e.g. in ane

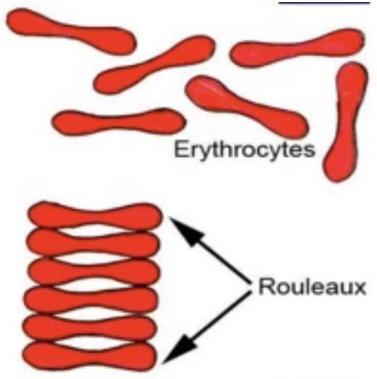
Note: In this test, since the blood must sediment on its own and separate from the plasma, we do not centrifuge it. Also, an anticoagulant is added to prevent coagulation.

شرح الترسيب لخلايا الدم الحمراء (RBCs Sedimentation)
هذه الصورة تشرح عملية ترسيب خلايا الدم الحمراء (RBCs) وتوضح عدة عوامل تؤثر في ذلك:

RBCs sedimentation

1. الترسيب بدون الطرد المركزي (Centrifugation):
•خلايا الدم الحمراء تترسب حتى بدون الطرد المركزي لأن كثافتها أكبر من كثافة البلازما.
•زيادة الترسيب تحدث إذا حدث تكدس للخلايا أو تشكيل التراص (Roulaeux formation).

•The RBCs sediment **even without centrifuging** because their density is greater than that of plasma. The sedimentation increases if stacking of RBCs (rouleaux formation) happens.



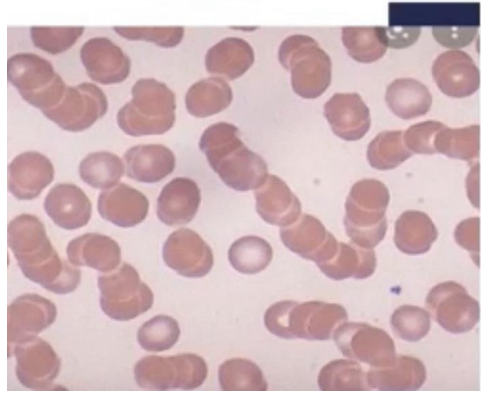
2. تشكيل التراص (Roulaeux Formation):
•Roulaeux هو تكدس خلايا الدم الحمراء في شكل أعمدة على بعضها مثل أكواب الروتي.
•التراص ممكن لأن شكل خلايا الدم الحمراء قرصي، مما يتيح لها التراص معًا.

disk-like

•Rouleaux formation is possible because of the discoid shape of RBCs

•Normally, RBCs have negative charges on the outside of the cells, which cause them to repel each other and decreases or prevents rouleaux formation.

2.تشكيل "روليو" (Rouleaux):
•يحدث تراص كريات الدم الحمراء (روليو) بسبب الشكل القرصي لكريات الدم الحمراء. في الظروف العادية، تحتوي كريات الدم الحمراء على شحنات سلبية على سطحها، مما يجعلها تتنافر مع بعضها البعض وتمنع حدوث تراص "روليو". ومع ذلك، إذا كانت هناك بروتينات بلازما ذات شحنات إيجابية، يمكن لهذه البروتينات أن تحيد الشحنات السلبية على سطح كريات الدم الحمراء، مما يسمح بتراص كريات الدم الحمراء



•Many plasma proteins have positive charges and can neutralize the negative charges of the RBCs, which allows for the formation of the rouleaux.

3.دور البروتينات البلازمية:
•زيادة مستويات البروتينات البلازمية (مثل الفبرينوجين) في الجسم، والتي تحدث في حالات الالتهابات، تعمل على تعزيز تكوّن "روليو" (تراص كريات الدم الحمراء). هذا التراص يتسبب في ترسيب كريات الدم الحمراء بشكل أسرع، مما يزيد من سرعة ترسب كريات الدم الحمراء (ESR) أثناء الالتهابات

•Therefore, an increase in plasma proteins (present in inflammatory conditions) will increase the rouleaux formations, which settle more readily than single red blood cells leading to increased ESR during inflammation

4.التأثيرات في الالتهابات:
•زيادة البروتينات البلازمية تؤدي إلى زيادة تكوّن "روليو" (تراص كريات الدم الحمراء)، مما يتسبب في زيادة سرعة ترسب كريات الدم الحمراء (ESR) خلال حالات الالتهاب

اللهم صلّ على محمد وعلى آل محمد كما صلّيت
على إبراهيم وعلى آل إبراهيم إنك حميد مجيد

Normal ESR values

- Adult males < 15mm/hr
- Adult females < 20mm/hr

ملاحظة: يتم قياس ESR بوضع عينة من الدم في أنبوب مدرج يسمح لكريات الدم الحمراء بالترسيب خلال ساعة. يتم قياس المسافة التي ترسبت فيها كريات الدم الحمراء خلال هذه الساعة. كلما كانت القيمة أعلى، كان ذلك يشير إلى وجود التهاب أو اضطرابات في الجسم

2. العوامل التي تؤدي إلى زيادة ESR:
تزداد سرعة ترسيب كريات الدم الحمراء (ESR) في حالات معينة كما يلي:
•الالتهابات:
عندما يكون هناك التهاب في الجسم، يفرز الجسم مواد كيميائية مثل الفايبرينوجين والبروتينات المناعية الأخرى التي تؤدي إلى زيادة تجمع كريات الدم الحمراء، مما يجعلها تترسب بسرعة أكبر.
مثال: التهاب المفاصل الروماتويدي أو التهاب الأنسجة

- High ESR
  - Inflammation
  - Anemia
  - Old age
  - Pregnancy
  - Technical factors: tilted ESR tube, high room temperature.

فقر الدم (الأنيميا):
في حالة فقر الدم، قد لا يحتوي الدم على عدد كافٍ من كريات الدم الحمراء، مما يعني أن كريات الدم الحمراء المتبقية تصبح أقل في الحجم وتترسب بسرعة أكبر.
مثال: الأنيميا بسبب نقص الحديد

التقدم في السن:
يلاحظ أن ESR يميل للزيادة مع تقدم العمر، حيث أن الجسم بشكل عام يصبح أقل قدرة على التعامل مع الالتهابات بشكل فعال

الحمل:
يمكن أن تؤدي التغيرات الهرمونية في فترة الحمل إلى زيادة سرعة ترسيب كريات الدم الحمراء، حيث ترتفع مستويات الفايبرينوجين في الدم، مما يساهم في تسريع الترسّب

العوامل التقنية:
•أنبوب مائل: يمكن أن يؤثر الميل في الأنبوب على حركة الدم ويؤدي إلى زيادة في سرعة الترسّب.
•ارتفاع درجة حرارة الغرفة: يؤدي إلى زيادة حركة كريات الدم الحمراء مما يجعلها تترسب أسرع

4. تأثير درجة حرارة الغرفة على ESR:
•الحرارة العالية:
عند ارتفاع درجة حرارة الغرفة، يقل لزوجة البلازما (المكون السائل في الدم) مما يجعل كريات الدم الحمراء تتحرك بشكل أسرع وتترسب بسرعة أكبر. كما أن حركتها تكون أكثر في الدم مما يعزز ترسيبها.
تأثير: زيادة في ESR.
•الحرارة المنخفضة:
في درجات الحرارة المنخفضة، تصبح البلازما أكثر لزوجة، مما يجعل كريات الدم الحمراء تتحرك بشكل أبطأ ويؤدي إلى انخفاض في سرعة الترسيب.
تأثير: انخفاض في ESR

> High room temperature increases ESR because it **reduces plasma viscosity** and **enhances red cell kinetics**, allowing RBCs to settle faster. Low temperature has the opposite effect.

3. العوامل التي تقلل من ESR:
في بعض الحالات، يمكن أن تكون ESR منخفضة:
•كريات الدم الحمراء غير الطبيعية:
كريات الدم الحمراء غير الطبيعية مثل الخلايا المنجلية أو الكريات الكروية تقلل من قدرة الخلايا على التراكم بسبب شكلها غير المنتظم. وبالتالي، يكون ESR أقل من المعتاد

- **Some interferences which decrease ESR:**
  - Abnormally shaped RBC (sickle cells and spherocytosis)
  - Polycythemia

زيادة عدد كريات الدم الحمراء (البوليسيتيميا):
في حالة البوليسيتيميا، التي تشمل زيادة في عدد كريات الدم الحمراء، يصبح الدم أكثر لزوجة مما يقلل من سرعة ترسيب كريات الدم الحمراء

  - Technical factors: low room temperature, delay in test performance (>2 hours), clotted blood sample

العوامل التقنية:
•درجة حرارة الغرفة المنخفضة: يمكن أن تؤدي إلى تقليل حركة كريات الدم الحمراء وبالتالي انخفاض ESR.
•التأخير في إجراء الاختبار: إذا تأخر أخذ العينة أو لم يتم إجراء الاختبار بشكل سريع بعد سحب العينة، فقد يؤدي ذلك إلى انخفاض ESR.
•أخذ عينة دم متخثرة: الدم المتخثر يعيق حركة كريات الدم الحمراء ويؤدي إلى انخفاض سرعة ترسيبها

استنتاج:
يساعد اختبار ESR الأطباء في الكشف عن وجود التهابات أو اضطرابات في الجسم. لكن يجب مراعاة العوامل التي تؤثر على النتيجة مثل درجة حرارة الغرفة أو وجود حالات مرضية أخرى مثل فقر الدم أو الحمل. في النهاية، يتم استخدام ESR كأداة للكشف عن الحالات العامة مثل الالتهابات أو الأمراض المزمنة مثل التهاب المفاصل الروماتويدي

اللهم بارك على محمد وعلى آل محمد كما باركت
على إبراهيم وعلى آل إبراهيم إنك حميد مجيد

شرح مفهوم "الهشاشة الأسموزية" (Osmotic Fragility)

Osmotic fragility

الهشاشة الأسموزية تشير إلى قدرة كريات الدم الحمراء (RBCs) على التكيف مع التغيرات في تركيز المحاليل التي تتعرض لها. عندما يتم وضع خلايا الدم في وسط معين (سواء أسموزي مفرط أو مخفف أو متوازن)، يتم تحديد رد فعل الخلايا بناءً على توازن السوائل داخل وخارج الخلايا.

1. في وسط متوازن (Isotonic Medium):
•الوصف: في وسط متوازن، تكون السوائل داخل وخارج الخلية في حالة توازن أسموزي (حيث لا يوجد تدفق صافي للمياه).
•النتيجة: لا يحدث أي تغيير في حجم الخلايا، حيث تبقى الخلايا في شكلها الطبيعي (القرصي المفرغ)

+

- When RBCs reside in an isotonic medium, the intracellular and extracellular fluids are in osmotic equilibrium across the cell membrane, and there is no net influx or efflux of water.

2. في وسط مفرط التوتر (Hypertonic Medium):
•الوصف: في وسط مفرط التوتر، يكون تركيز المحلول خارج الخلية أعلى من داخلها. نتيجة لذلك، يتم سحب الماء من الخلية إلى المحيط الخارجي.
•النتيجة: تقلص الخلايا، وتفقد شكلها الطبيعي، حيث تصبح أكثر انكماشًا أو حتى تصبح مشوهة. وهذا يُسمى "التقلص" (Crenation)

- When RBCs reside in a hypertonic media, a net efflux of water occurs so the cells lose their normal biconcave shape, undergoing collapse and they will shrink

Medium):
•الوصف: في وسط منخفض التوتر، يكون تركيز المحلول داخل الخلية أعلى من المحيط الخارجي. في هذه الحالة، يدخل الماء إلى الخلية.
•النتيجة: تنتفخ الخلايا نتيجة امتصاص المياه الزائدة. إذا استمرت هذه العملية وتجاوزت انتفاخ الخلايا قدرة غشائها على التمدد، فإن الغشاء الخلوي قد يتمزق، مما يؤدي إلى "انفجار الخلايا" أو "تحلل الدم" (Hemolysis)

- When RBCs reside in a hypotonic medium, a net influx of water occurs so the cells swell, when the swelling overcomes the membranes' integrity, the integrity of their membranes is disrupted and cell explode resulting in **hemolysis**

الملخص:
•الوسط المتوازن (Isotonic): لا يحدث تغيير في حجم الخلية.
•الوسط المفرط التوتر (Hypertonic): يقل حجم الخلية (انكماش).
•الوسط منخفض التوتر (Hypotonic): يزيد حجم الخلية (انتفاخ)، وإذا زاد الانتفاخ قد يؤدي إلى تمزق الخلية وتحللها.
ملاحظة مهمة:
تستخدم اختبارات الهشاشة الأسموزية في تشخيص بعض الأمراض المرتبطة بتغيرات في شكل وحجم كريات الدم الحمراء، مثل الأنيميا المنجلية أو كريات الدم الحمراء الكروية

شرح تأثير الأوسموز (Osmosis) على خلايا الدم الحمراء:

في الصورة، نرى كيفية تأثير المحاليل الأسموزية المختلفة على خلايا الدم الحمراء. تم توضيح ثلاث حالات: المتوازن الأسموزي (Isotonic)، المنخفض الأسموزي (Hypotonic)، و المرتفع الأسموزي (Hypertonic). إليك شرح كل حالة

1. الوسط المتوازن الأسموزي (Isotonic - A):
•الوصف: في هذا الوسط، تكون تركيزات الجزيئات (مثل الأملاح) في داخل الخلية وخارجها متساوية، مما يؤدي إلى توازن في حركة المياه داخل وخارج الخلية.
•النتيجة: لا يتغير حجم الخلايا، تظل الخلايا محتفظة بشكلها الطبيعي، لأنه لا يحدث أي تدفق صافي للماء داخل أو خارج الخلية

2. الوسط منخفض التوتر الأسموزي (Hypotonic - B):
•الوصف: في هذا الوسط، يحتوي السائل الخارجي على تركيز أقل من الأملاح مقارنة بمحتويات الخلية. هذا يعني أن الماء سيدخل إلى الخلية.
•النتيجة: تنتفخ الخلايا مع زيادة دخول الماء إليها. إذا استمر هذا الانتفاخ إلى درجة كبيرة، قد يتسبب في تمزق الخلية (ما يسمى "تحلل الدم" أو Hemolysis)

3. الوسط مرتفع التوتر الأسموزي (Hypertonic - C):
•الوصف: في هذا الوسط، يحتوي السائل الخارجي على تركيز أعلى من الأملاح مقارنة بمحتويات الخلية. هذا يؤدي إلى خروج الماء من الخلية.
•النتيجة: ينكمش حجم الخلايا حيث تفقد الماء، وتصبح الخلايا جافة ومشوهة.

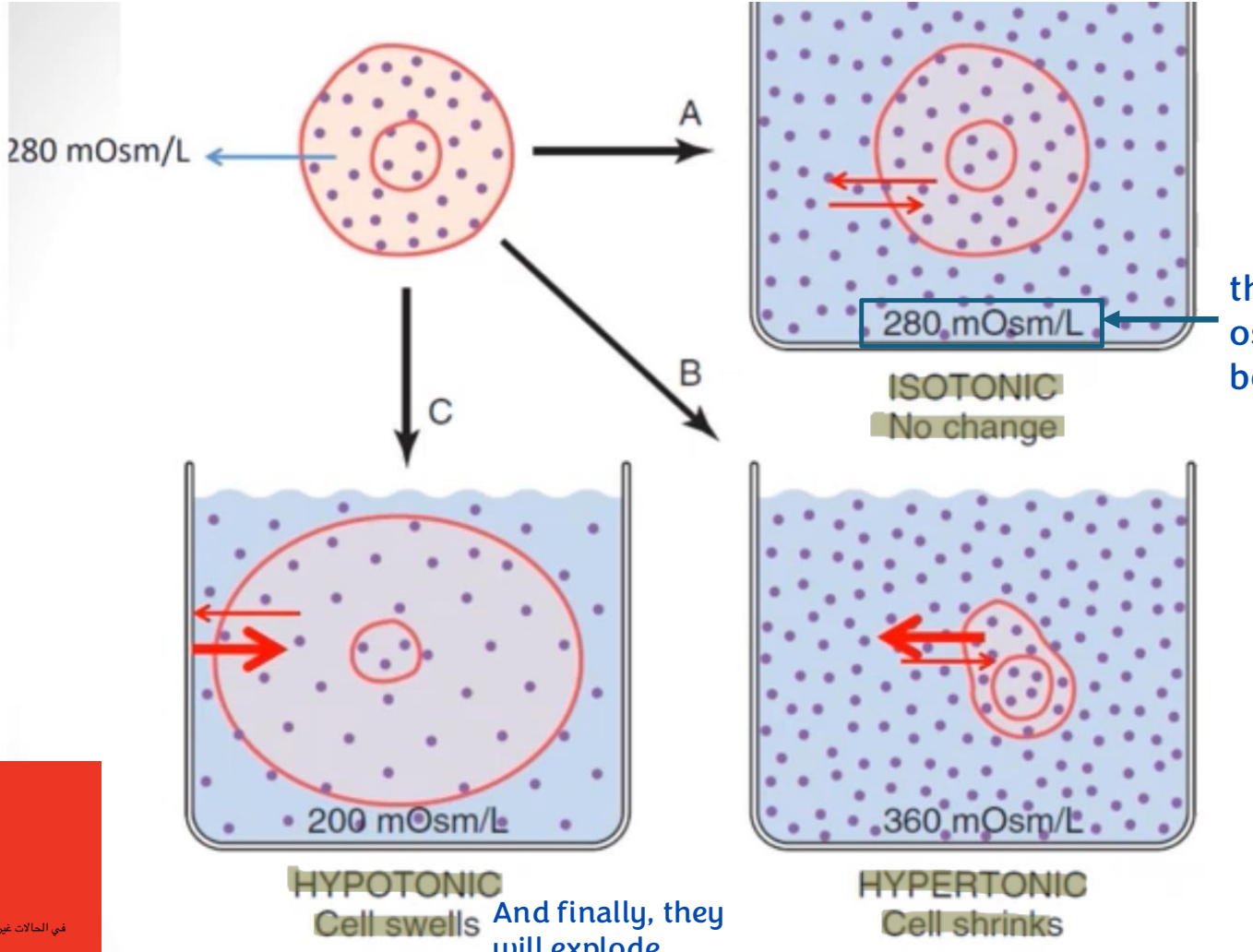


Figure 25-5. Effects of isotonic (*A*), hypertonic (*B*), and hypotonic (*C*) solutions on cell volume.

الملخص:
•الوسط المتوازن (Isotonic): لا يحدث تغيير في حجم الخلية.
•الوسط منخفض التوتر (Hypotonic): تنتفخ الخلايا وقد تنفجر.
•الوسط مرتفع التوتر (Hypertonic): ينكمش حجم الخلايا.

تأثير ذلك على الجسم:
•الأوسموز في الخلايا مهمة جداً لتوازن السوائل داخل الجسم. في الحالات غير المتوازنة، قد تؤدي التأثيرات على خلايا الدم الحمراء إلى مشاكل صحية مثل تحلل الدم أو جفاف الخلايا

Osmotic fragility test

الغرض من الاختبار:
هو اختبار مصمم لقياس مقاومة خلايا الدم الحمراء للتحلل (hemolysis) عند تعرضها إلى محلول ملحي تدريجي التخفيف (محاليل ذات أسموزية مختلفة)

- A test designed to measures red blood cell's resistance to hemolysis when exposed to a series of increasingly dilute saline solutions.

- The susceptibility of RBCs to hemolysis is determined by:

Divided by

- **Surface area to volume ratio.**
- Cell membrane composition and integrity

العوامل المؤثرة في الاختبار:
1.النسبة بين المساحة السطحية والحجم (Surface Area to Volume Ratio):
خلايا الدم الحمراء ذات المساحة السطحية الكبيرة إلى الحجم تكون أكثر عرضة للتحلل، لأنها تحتاج إلى كمية أكبر من الماء لتوزيعه بشكل مناسب في الغشاء الخلوي.
2.تركيب الغشاء الخلوي وسلامته:
الغشاء الخلوي يجب أن يكون قويًا وسليمًا لتحمل التأثيرات الأسموزية المختلفة. عندما يكون الغشاء ضعيفًا أو تالفًا، تصبح الخلايا أكثر عرضة للتحلل

الاستخدام الطبي:
يُستخدم هذا الاختبار بشكل رئيسي لتشخيص حالة السياف الوراثي (Hereditary Spherocytosis)، وهي حالة وراثية تتسبب في تكوّن خلايا دم حمراء بشكل كروي وغير طبيعي، مما يجعلها أكثر هشاشة وتعرضًا للتحلل تحت تأثير الظروف الأسموزية المختلفة

- This test is mainly used to diagnose hereditary spherocytosis.

خلاصة:
•اختبار هشاشة الدم الأسموزية هو اختبار حساس يُستخدم لتقييم قدرة خلايا الدم الحمراء على مقاومة التحلل عند تعرضها لظروف أسموزية متغيرة

الله أكبر

اختبار هشاشة الدم الأسموزية (Osmotic Fragility Test)

Osmotic fragility test

Note: numbers indicates saline concentrations

- **Normally:**

التركيز الأسموزي ونتائجه:
1.التركيز بين 0.7% و 0.5%:
لا يحدث تحلل للخلايا الحمراء (لا يحدث الهيموليز)

- ➢ Form 0.7% to 0.5% there is no hemolysis
- ➢ At the concentration of 0.48% hemolysis starts, and the solution becomes red in color (Due to the explosion of **some** cells), but there are some settled RBCs in the tube.

2.عند التركيز 0.48%:
يبدأ التحلل (الهيموليز) وتصبح المحلول أحمر اللون بسبب انفجار بعض الخلايا الحمراء، ولكن، بعض الخلايا الحمراء ستظل موجودة في الأنبوب

- ➢ The concentration of 0.36% the solution is bright red and there are no settled RBCs (complete hemolysis)

3.عند التركيز 0.36%:
يصبح المحلول أحمر ساطعًا ولا توجد خلايا حمراء مستقرة في الأنبوب.
هذا يشير إلى حدوث الهيموليز الكامل.

- When does spherocytosis hemolysis at the concentration of 0.68% which means RBCs can't resist hemolysis as they normally do (They are more fragile)

الهيموليز في مرض السفيروcytosis:
في حالة السفيروcytوسيس، يحدث التحلل عند التركيز 0.68%. هذا يعني أن خلايا الدم الحمراء تصبح أكثر هشاشة ولا تستطيع مقاومة التحلل كما يحدث عادة، مما يؤدي إلى تحللها في ظروف أسموزية متغيرة

RBC Osmotic fragility

زيادة هشاشة خلايا الدم الحمراء (زيادة القابلية للهيموليز):
تحدث زيادة في هشاشة خلايا الدم الحمراء في الحالات التالية

- Increased red cell fragility (increased susceptibility to hemolysis) is seen in the following conditions:

➢ Hereditary spherocytosis
➢ Autoimmune hemolytic anemia
➢ Toxic chemicals, poisons, infections, and some drugs.
➢ Severe burns.

•السفيروcyتوسيس الوراثي:
•فقر الدم الانحلالي المناعي الذاتي.
•التسمم الكيميائي، السموم، الالتهابات، وبعض الأدوية.
•الحروق الشديدة.

•هذه الخلايا تتمتع بنسبة مساحة سطح إلى حجم منخفضة.

✓ These cells have a low (surface area: volume) ratio

- Decreased red cell fragility (increased resistance to hemolysis) is seen with the following conditions:

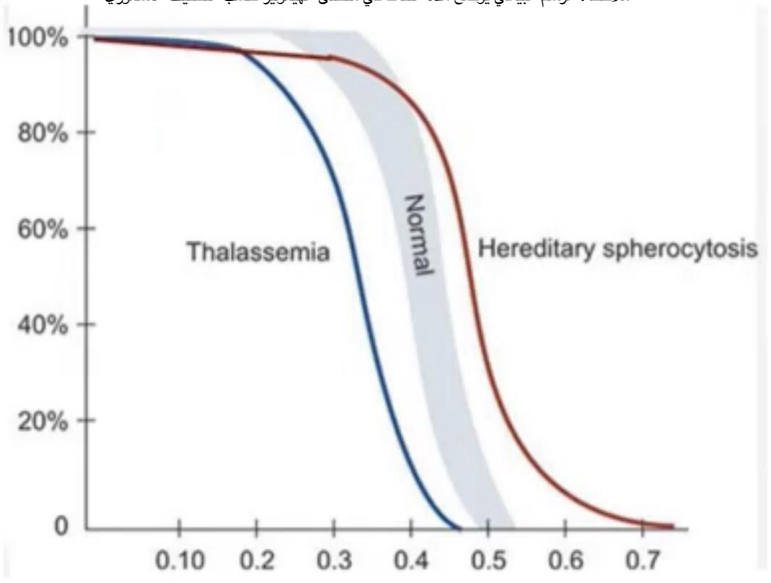
➢ Thalassemia.
➢ Iron deficiency anemia.

انخفاض هشاشة خلايا الدم الحمراء (زيادة المقاومة للهيموليز):
تحدث مقاومة للهيموليز في الحالات التالية:
•الثلاسيميا.
•فقر الدم الناتج عن نقص الحديد

✓ These cells have a high (surface area: volume) ratio

هذه الخلايا تتمتع بنسبة مساحة سطح إلى حجم عالية

الرسومات البيانية المتعلقة بالهشاشة الأسموزية:
•في حالة السفيروcyتوسيس الوراثي، يبدأ الهيموليز في محلول أقل تركيزاً (حلول تحتوي على تركيز أعلى).
•في حين أن في حالة الثلاسيميا، يبدأ الهيموليز في محلول أكثر تمييعًا (حلول تحتوي على تركيز أقل).
ملاحظة: الرسم البياني يوضح هذه النقاط في منحنى الهيموليز حسب التخفيف الأسموزي



- In hereditary spherocytosis, the hemolysis starts in a less diluted solution (a solution with higher concentration).

- While in thalassemia, the hemolysis starts in a more diluted solution (a solution with less concentration).
-note the X axis-

Physiology Quiz 4

لا حول ولا قوة إلّا بالله العلي العظيم

For any feedback, scan the code or click on it.

Corrections from previous versions:

Versions	Slide # and Place of Error	Before Correction	After Correction
V0 → V1			
V1 → V2			