بسم الله الرحمن الرحيم

Physiology

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

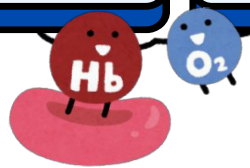
ربنا آتنا من لدنك رحمة وهيئ لنا من أمرنا رشدًا

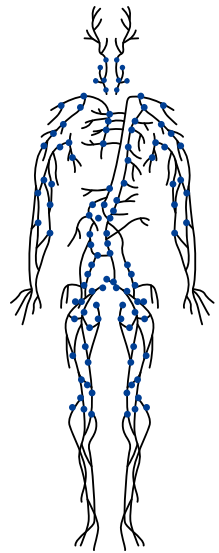
MID | Lecture 1

Blood Introduction 1

Written by: Mohammad Khazaleh

Reviewed by: Laith Joudeh

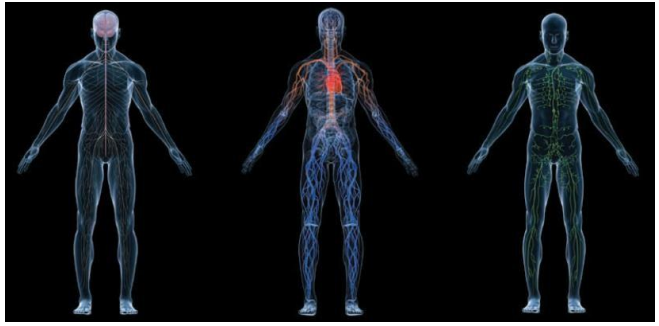




UNIT VI

Chapter 33

GUYTON AND HALL
TEXTBOOK OF MEDICAL PHYSIOLOGY



Introduction: Red Blood Cells, Anemia and Polycythemia

Ebaa M Alzayadneh, PhD

☞Learning Objectives

- Identify blood components (formed elements), their main characteristics and functions.
- Understand genesis of blood cells (hematopoiesis)
- Describe regulation red blood cells production
- Identify requirements for erythropoiesis
- Describe red blood cells cycle
- Define abnormalities of red blood cells

Functions of Blood

- Transportation of:
  - O_2 by hemoglobin in RBCs
  - CO_2 from cells to the lungs for elimination
  - Nutrients to body tissues
  - Wastes to organs that deal with wastes such as the liver and the kidney
  - Hormones to their target organs

1. نقل الأوكسجين (O_2) بواسطة الهيموغلوبين في خلايا الدم الحمراء (RBCs):
الأوكسجين يتم نقله من الرئتين إلى جميع خلايا الجسم بواسطة الهيموغلوبين الموجود في خلايا الدم الحمراء. الهيموغلوبين هو بروتين يحمل الأوكسجين ويمنحه القدرة على الانتقال بفعالية في الدورة الدموية إلى الأنسجة

2. نقل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من الخلايا إلى الرئتين للتخلص منه:
ثاني أكسيد الكربون هو منتج نفايات ناتج عن عملية التنفس الخلوي في الخلايا. بعد إنتاجه في الخلايا، يتم نقله عبر الدم إلى الرئتين، حيث يتم التخلص منه عند الزفير
exhalation: زفير

3. نقل المغذيات إلى الأنسجة:
الدم ينقل المغذيات (مثل السكر، الأحماض الأمينية، الفيتامينات) من الجهاز الهضمي إلى جميع الأنسجة والأعضاء في الجسم. هذه المغذيات تُستخدم من قبل الخلايا لإنتاج الطاقة والنمو وإصلاح الأنسجة

4. نقل النفايات إلى الأعضاء التي تتعامل مع التخلص منها مثل الكبد والكلى:
الدم يجمع النفايات (مثل اليوريا وحمض اليوريك) من الأنسجة ويقوم بنقلها إلى الكبد والكلى، حيث تتم معالجتها والتخلص منها عن طريق البول أو البراز

5. نقل الهرمونات إلى الأعضاء المستهدفة:
الهرمونات هي مواد كيميائية Endocrine تُفرز من الغدد الصماء وتنتقل عبر الدم إلى الأعضاء المستهدفة. هذه الهرمونات تنظم العديد من الوظائف الحيوية في الجسم مثل النمو، التمثيل الغذائي، وظيفة الجهاز المناعي، وتوازن الماء والملح في الجسم

هذه هي الوظائف الأساسية التي يقوم بها الدم في الجسم لضمان استمرارية العمليات الحيوية والتنظيم الفسيولوجي للأنسجة والأعضاء

Functions of Blood

هذه الوظائف تسهم في الحفاظ على التوازن الفسيولوجي بالجسم وتدعم جميع العمليات الحيوية التي يحتاجها الجسم للقيام بأنشطته اليومية

- Regulation of:
  - pH: Blood contains **buffers** that resist changes in pH. Proteins, such as **Hemoglobin, in red blood cells act as buffers** by **accepting or donating H^+ ions**.

1. تنظيم الرقم الهيدروجيني (pH):
يحتوي الدم على عازلات (Buffers) تقاوم التغيرات في الرقم الهيدروجيني. البروتينات مثل الهيموغلوبين في خلايا الدم الحمراء تعمل كعازلات عن طريق قبول أو التبرع بأيونات H+ (أيونات الهيدروجين).

يجب أن يظل الرقم الهيدروجيني في نطاق ضيق لأن الإنزيمات تحتاج إلى رقم هيدروجيني مثالي للعمل بشكل طبيعي. أي انحراف عن هذا النطاق يؤدي إلى اضطرابات في الحموضة والقاعدة (الأس الهيدروجيني)

    - pH must remain within a narrow range because **enzymes require an optimal pH** to function normally. **Deviations** cause **acid–base disorders**.
  - Temperature: Blood vessels near the skin **dilate in response to heat (vasodilation)** and **constrict in cold (vasoconstriction)** to **regulate body temperature**.

2. تنظيم الحرارة:
• الأوعية الدموية القريبة من الجلد تتسع (توسيع الأوعية، Vasodilation) في حالة ارتفاع درجة الحرارة للتخلص من الحرارة الزائدة، بينما تتقلص (انقباض الأوعية، Vasoconstriction) في حالة البرودة للحفاظ على حرارة الجسم.

  - Blood Pressure: Results from the **force exerted by circulating blood** against the **walls of blood vessels**. **Blood volume is directly proportional to BP** — as blood volume increases, BP also rises.

3. ضغط الدم:
ضغط الدم هو القوة التي تمارسها الدماء على جدران الأوعية الدموية نتيجة لدوران الدم. حجم الدم يتناسب طرديًا مع ضغط الدم. كلما زاد حجم الدم، يزداد ضغط الدم

  - Osmotic Pressure: Blood **proteins**, mainly **albumin**, exert oncotic pressure that **pulls fluid back into the capillaries**, helping maintain **fluid balance**.

4. الضغط الأسموزي:
البروتينات في الدم، مثل الألبومين، تقوم بممارسة الضغط الأسموزي الذي يساعد على سحب السوائل مرة أخرى إلى الشعيرات الدموية، مما يساعد في الحفاظ على توازن السوائل في الجسم

  - Volume

5. حجم الدم:
الدم يسهم في موازنة وتوزيع السوائل في الجسم، من خلال تنظيم ضغط الدم والضغط الأسموزي مما يساعد في إزالة الفضلات ومنع تراكم السوائل في الأنسجة

Functions of Blood

وظائف الدم: الحماية

- Protection:
  - Clotting: In case of **injury**, blood initiates a **coagulation mechanism** involving **platelets**, which **aggregate and help stop bleeding**.
  - Immune: Protection against microbes.
  - Proteins: Some **blood proteins act as carriers**, **safely transporting potentially harmful substances** through the bloodstream.

1.التجلط (Clotting):
في حالة حدوث إصابة، يبدأ الدم في تنشيط آلية التخثر (التجلط)، وهي عملية تشارك فيها الصفيحات الدموية.
الصفيحات تتجمع لتشكيل سدادة دموية، مما يساعد في إيقاف النزيف

2.الحماية المناعية (Immune):
الدم يساعد في حماية الجسم من الميكروبات عبر خلايا
الدم البيضاء التي تعمل على محاربة العدوى، مثل البكتيريا والفيروسات

3.البروتينات (Proteins):
بعض بروتينات الدم تعمل كحاملات (حاملات للمركبات
في الدم)، حيث تقوم بنقل مواد ضارة محتملة أو سموم بأمان عبر الدورة الدموية إلى
الأماكن التي تحتاجها أو إلى الأعضاء التي تقوم بإزالتها أو معالجتها

هذه الوظائف تساعد في حماية الجسم من المخاطر الخارجية، مثل الجروح والعدوى، وتحافظ على استقرار البيئة الداخلية عبر تنظيم عملية التجلط ومكافحة الميكروبات

هذا الرسم البياني يوضح مكونات الدم بشكل مفصل بعد عملية الطرد المركزي. إليك شرح لكل جزء في الصورة

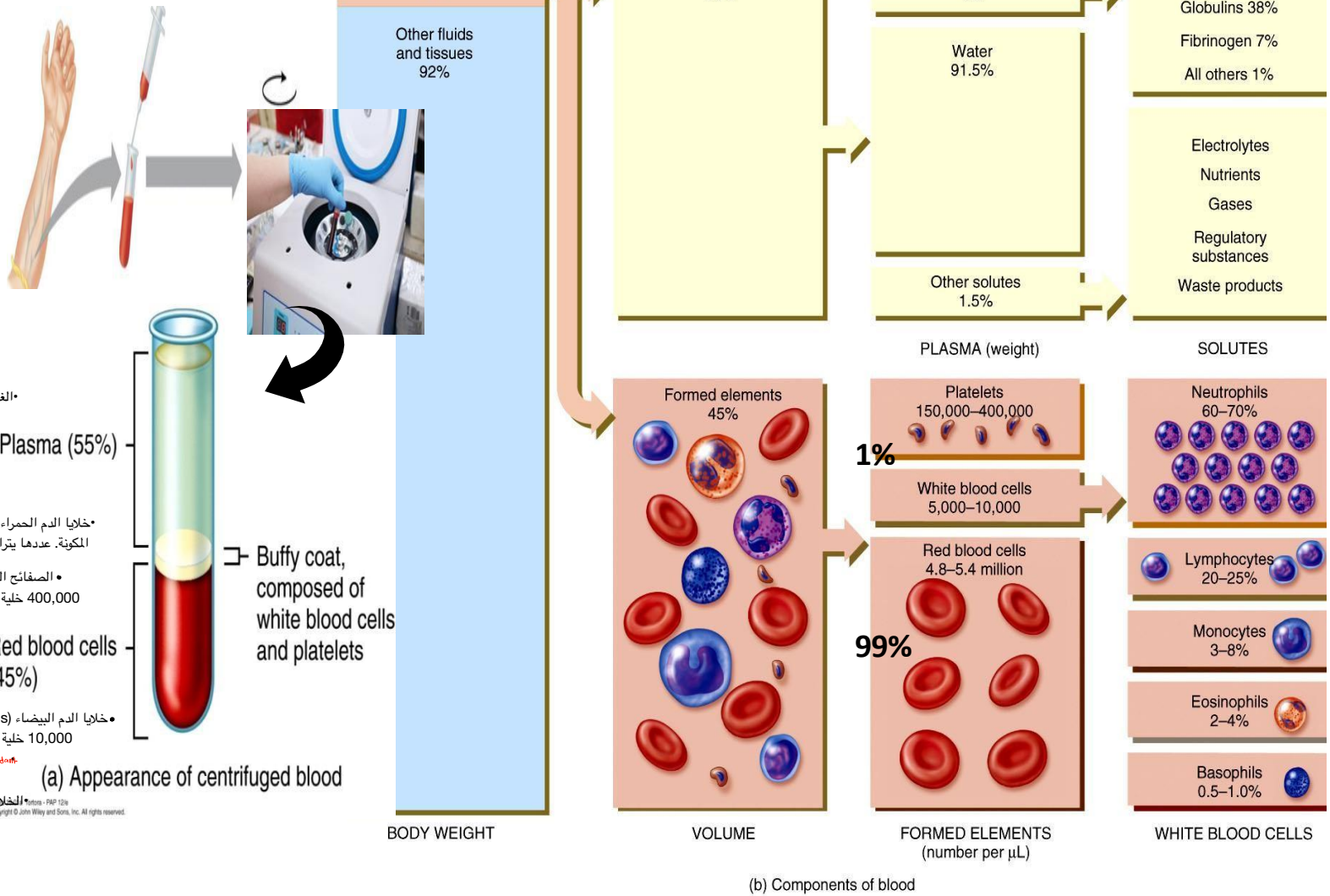
مكونات الدم:

1.الدم الكامل (Whole Blood):
•يشكل 8% من إجمالي وزن الجسم.
2.البلازما (Plasma):
•تشكل 55% من الدم، وهي تحتوي على:
•الماء: 91.5% من البلازما.
•البروتينات: 7% من البلازما،

تتضمن:
•ألبومين (54%) → mainly
•جلوبيولين (38%)
•فيبرينوجين (7%)
•بروتينات أخرى (1%)
•المواد الذائبة الأخرى: 1.5%
تشمل:
•الإلكتروليتات
•المغذيات
•الغازات (مثل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون)
• المواد التنظيمية
•الفضلات (مثل اليوريا)

3.العناصر المكونة (Formed Elements):
•تشكل 45% من الدم وتحتوي على:
•خلايا الدم الحمراء (Red Blood Cells): 99% من العناصر المكونة. عددها يتراوح بين 4.8 - 5.4 مليون خلية لكل ميكرولتر.
• الصفائح الدموية (Platelets): تتراوح من 150,000 - 400,000 خلية لكل ميكرولتر. تمثل 1% من العناصر المكونة

•خلايا الدم البيضاء (White Blood Cells): تتراوح من 5,000 - 10,000 خلية لكل ميكرولتر. تتكون من أنواع مختلفة، منها:
•النيتروفيلات (Neutrophils) → most abundant: 60-70% من خلايا الدم البيضاء.
•الخلايا الليمفاوية (Lymphocytes): 20-25% من خلايا الدم البيضاء.
•الخلايا الوحيدة (Monocytes): 3-8%.
•اليوزينوفيلات (Eosinophils): 2-4%.
•القاعدة (Basophils): 0.5-1%. → least abundant

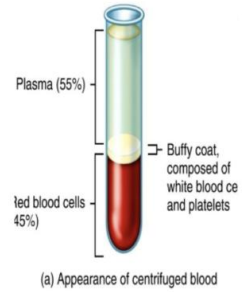


الخلاصة:
•الدم يتكون من البلازما (التي تحتوي على الماء، البروتينات، والمواد الذائبة) و العناصر المكونة مثل خلايا الدم الحمراء، الصفائح الدموية، وخلايا الدم البيضاء.
• خلايا الدم الحمراء تشكل الغالبية في الدم، بينما الصفائح الدموية وخلايا الدم البيضاء تلعب دورًا رئيسيًا في التجلط والمناعة

Figure 19.01b Tortora - PAP 12/e
Copyright © John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

في هذه المحاضرة تم التطرق إلى عملية فصل مكونات الدم وكيفية تصنيفه بعد سحبه واستخدام جهاز الطرد المركزي، إليك الشرح التفصيلي

Composition and Separation of Blood Components



(a) Appearance of centrifuged blood

- The Composition of Blood:
  - Blood is drawn by **puncturing a vein**, a process known as **venipuncture (phlebotomy)**.
  - The **blood sample is centrifuged before clotting**, separating its components by **density** into **three layers**:
  - Bottom layer (≈45%) – **Red blood cells (RBCs)**, which have the **highest density**.
  - Middle thin whitish layer – **White blood cells (leukocytes)** and **platelets**, together known as the **formed elements**.
  - Top yellowish layer (≈55%) – **Plasma**, a **clear fluid** that makes up most of the blood volume.
  - If **clotting occurs**, some **plasma components** such as **fibrinogen** become **trapped in the clot**, and the remaining fluid is called **serum**.
  - **Serum = Plasma – (fibrinogen + clotting factors).**

مكونات الدم:
1.سحب الدم (Venipuncture):
يتم سحب عينة الدم عن طريق وخز الوريد، وهو ما يُعرف بـ الفيبروتوبي (Phlebotomy)

2.عملية الطرد المركزي (Centrifuge):
•بعد سحب العينة، يتم وضعها في جهاز الطرد المركزي لفصل مكونات الدم عن بعضها بناءً على كثافتها.
•هذه العملية تتيح فحص الدم عن طريق فصل مكوناته إلى ثلاثة طبقات

الطبقات المكونة للدم:
1.الطبقة السفلى (45%):
•تحتوي هذه الطبقة على خلايا الدم الحمراء (RBCs)، التي تمتلك أعلى كثافة مقارنة ببقية المكونات

2.الطبقة الوسطى (RBC):
•هذه الطبقة تكون رفيعة وشاحبة اللون وتتكون من خلايا الدم البيضاء (Leukocytes) و الصفائح الدموية (Platelets)، وتُسمى العناصر المكونة

3.الطبقة العليا (55%):
تحتوي على البلازما (Plasma)، وهي سائل شفاف يشكل أكثر من نصف حجم الدم

عملية التجلط:
•إذا حدث التجلط أثناء عملية الطرد المركزي، فإن بعض مكونات البلازما مثل الفيبرينوجين (Fibrinogen) و عوامل التجلط تصبح محاصرة في الجلطة. السائل المتبقي يُسمى المصل (Serum)

الفرق بين البلازما والمصل:
•البلازما تحتوي على الفيبرينوجين وعوامل التجلط.
•أما المصل فهو السائل الذي يُبقي بعد حدوث التجلط، والذي لا يحتوي على الفيبرينوجين أو عوامل التجلط

في هذه المحاضرة، تم استعراض تركيب الدم وفصل مكوناته، وهو كالتالي

Composition and Separation of Blood Components:

- **Plasma:**

1. البلازما (Plasma):
البلازما هي السائل الذي يحتوي على الماء وبعض المركبات الأخرى وهي تشكل حوالي 55% من حجم الدم

1. **Water (≈91.5%)**
2. **Proteins (≈7%) –**
   - **Albumins (≈54%)**
   - **Globulins (≈38%)**
   - **Fibrinogen (≈7%)**
3. **Other Solutes:**
   - **Gases:** O_2, CO_2, NO
   - **Electrolytes:** Mainly Na^+ and Cl^-
   - **Nutrients:** Glucose, amino acids, lipids
   - **Regulatory Substances:** Hormones, enzymes
   - **Waste Products:** Urea, uric acid, ammonia

- **Formed Elements:**

خلايا الدم الحمراء (RBCs): تشكل حوالي 99% من العناصر المكونة للدم. هذه الخلايا مسؤولة عن نقل الأوكسجين في الجسم.

1. **Red Blood Cells (RBCs) – ≈99%** of formed elements

الصفائح الدموية (Platelets): هي شظايا خلايا وليست خلايا كاملة، وهي مسؤولة عن عملية التجلط.

2. **Platelets – Cell fragments**, not complete cells, involved in **clotting**

خلايا الدم البيضاء (WBCs / Leukocytes): تمثل 1% من المكونات المكونة للدم، وتساعد في الدفاع عن الجسم ضد الميكروبات

3. **White Blood Cells (WBCs / Leukocytes):**
   - **Neutrophils:** 60–70% (*predominant under normal conditions*) وهي الأكثر شيوعًا في الحالات الطبيعية
   - **Lymphocytes:** 20–25%
   - **Monocytes:** 3–8%
   - **Eosinophils:** 2–4%
   - **Basophils:** 0.5–1%

الملاحظات:
•البلازما تشكل حوالي 55% من الدم وتحتوي على الماء والبروتينات والمواد الأخرى.
•العناصر المكونة تشكل حوالي 45% من الدم، وتشمل خلايا الدم الحمراء (RBCs)، الصفائح الدموية، و خلايا الدم البيضاء (WBCs).
تساعد هذه المكونات في أداء العديد من وظائف الدم مثل النقل والحماية وتنظيم العمليات الحيوية

الخصائص الفيزيائية للدم

Blood Physical Characteristics

خلاصة من هذا السلايد:

الدم مهم في نقل الأوكسجين والمواد المغذية إلى الخلايا، ويعتمد تنظيمه في الجسم على عدة أنظمة هرمونية تعمل معًا لضبط حجم الدم والضغط بشكل دقيق للحفاظ على التوازن الوظيفي

- 38°C
  1.درجة الحرارة:
  الدم يكون عند درجة حرارة 38°C
- Viscous sticky
  2. اللزوجة:
  الدم يتمتع بلزوجة عالية، مما يجعله "لزجاً" عند مروره عبر الأوعية الدموية
- Alkaline pH (7.35-7.45)
  3. الـ pH:
  الدم يحتوي على pH قلوي يتراوح بين 7.35 - 7.45
- Color depends on O_2 (bright-dark) red
  4.اللون:
  اللون يعتمد على نسبة الأوكسجين الموجود في الدم:
  - عندما يحتوي الدم على نسبة عالية من الأوكسجين، يكون أحمر فاتح.
  - عندما يحتوي الدم على نسبة منخفضة من الأوكسجين، يكون أحمر داكن
- 20% of ECF, 8% by weight
  5.النسبة في الجسم:
  - الدم يشكل 20% من السائل خارج الخلايا (ECF).
  - يشكل 8% من وزن الجسم الكلي
- Blood volume: 5-6 males, 4-5 females | Depends largely on body size
  6. حجم الدم:
  5-6 لترات للذكور.
  4-5 لترات للإناث.
  حجم الدم يعتمد بشكل كبير على حجم الجسم
- The volume of blood is regulated hormonally by:
  - **RAAS (Renin–Angiotensin–Aldosterone System):** Increases blood volume and pressure by promoting sodium and water retention.
    تنظيم حجم الدم هرمونيًا:
    1.نظام RAAS (Renin-Angiotensin-Aldosterone System):
    - يعمل على زيادة حجم الدم والضغط عن طريق تعزيز احتباس الصوديوم والماء
  - **ADH (Antidiuretic Hormone):** Prevents water loss by increasing water reabsorption in the kidneys.
    2.هرمون ADH (Antidiuretic Hormone):
    - يعمل على منع فقدان الماء عن طريق زيادة إعادة امتصاص الماء في الكلى
  - **ANP (Atrial Natriuretic Peptide):** Decreases blood volume and pressure by promoting sodium and water excretion.
    3.ANP (Atrial Natriuretic Peptide):
    - يعمل على خفض حجم الدم والضغط عن طريق تعزيز إفراز الصوديوم والماء.

أنواع أنابيب أخذ عينات الدم والإجراءات

Question: Are all blood sampling tubes the same? And procedures.

هل جميع أنابيب جمع الدم متشابهة؟

- لا ❌، أنابيب جمع الدم تختلف بناءً على الإضافات التي تحتوي عليها

- Blood Collection Tubes:
  - ➢Venipuncture ← أنابيب جمع الدم: 1.الوريدية (Venipuncture): يتم سحب الدم من الوريد
  - ➢Finger or heel stick 2.وخز الأصبع أو الكعب: يُستخدم لأخذ عينات صغيرة من الدم
  - ➢Arterial stick 3.وخز الشريان: يتم أخذ عينات من الشريان، مثل الشريان الكعبري radial artery

- Tubes differ based on the **additives** they contain.

الأنابيب العادية: هذه الأنابيب لا تحتوي على أي إضافات.
الأنابيب مع الإضافات: تحتوي على مضادات التخثر مثل EDTA أو الهيبارين لمنع تجلط الدم.

- Some tubes are **plain (without additives)**, while others contain **anticoagulants** such as **EDTA** or **heparin** to **prevent coagulation**.
- The **choice of tube** depends on the **type of blood test** being performed:
  A. To obtain **serum**, use a **plain tube** (no additives).
  B. To obtain **plasma**, use a tube containing an **anticoagulant** to **prevent clotting**

اختيار الأنبوب يعتمد على نوع التحليل المطلوب:

- للحصول على المصل (Serum): يتم استخدام أنبوب عادي بدون أي إضافات.
- للحصول على البلازما (Plasma): يتم استخدام أنبوب يحتوي على مضاد للتخثر لمنع تجلط الدم

عناصر الدم المكونة:

Formed Elements of Blood

الصورة الأولى (الميكروسكوب العادي):

خلايا الدم الحمراء (RBCs): هي الخلايا الأكثر عددًا في الدم، وهي مسؤولة عن نقل الأوكسجين من الرئتين إلى الأنسجة.

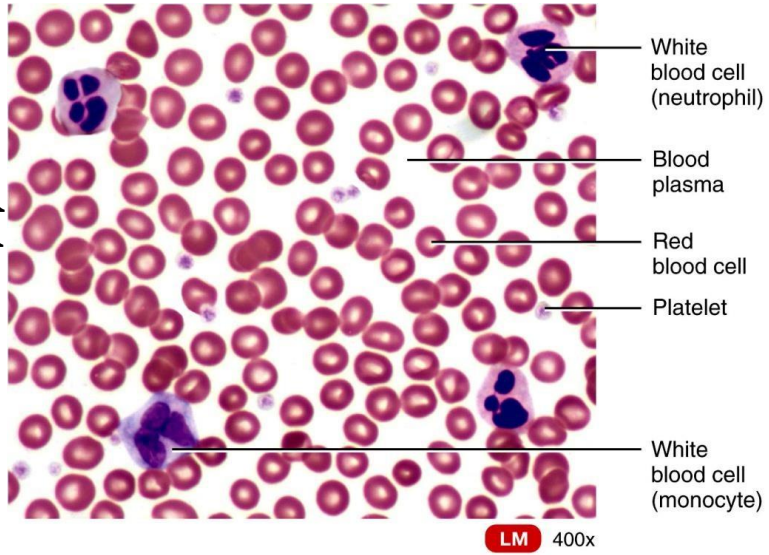
•الخلايا البيضاء (WBCs): الخلايا المناعية التي تحارب العدوى. يظهر في الصورة الخلايا المحببة (العدلات)، وهي نوع من الخلايا البيضاء.

•الصفائح الدموية (Platelets): هي أجزاء صغيرة تساعد في تجلط الدم وتوقف النزيف.

•البلازما: هي السائل الذي يحمل خلايا الدم والعناصر الأخرى.

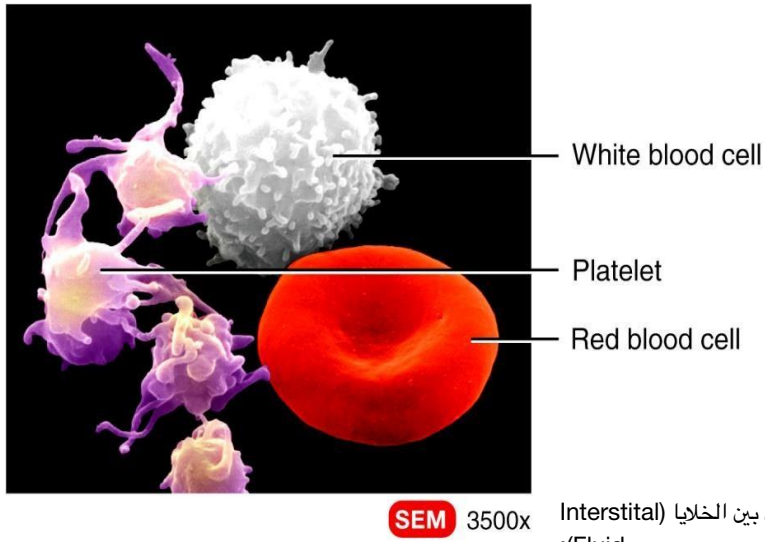
الصورة الثانية (الميكروسكوب الإلكتروني):

• تُظهر الصورة الخلايا البيضاء (مونوسايت) و الصفائح الدموية و خلايا الدم الحمراء بتفاصيل أكبر. حيث تم تكبير الصورة بشكل أكبر لتوضيح الأنسجة والخلايا المكونة للدم



(b)

Figure 19.02b Tortora - PAP 12/e
Copyright © John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.



(a)

Figure 19.02a Tortora - PAP 12/e
Copyright © John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

الدم: هو نسيج سائل يربط الجسم معًا. المصفوفة الخلوية هي البلازما، حيث يتم تعليق خلايا الدم.

Blood : a liquid connective tissue, Extracellular matrix is plasma, cells are suspended.

السوائل بين الخلايا (Interstital Fluid):

هو السائل بين خلايا الأنسجة، ويعد جزءًا من السائل خارج الخلية (ECF). يتم تجديده بواسطة الدم

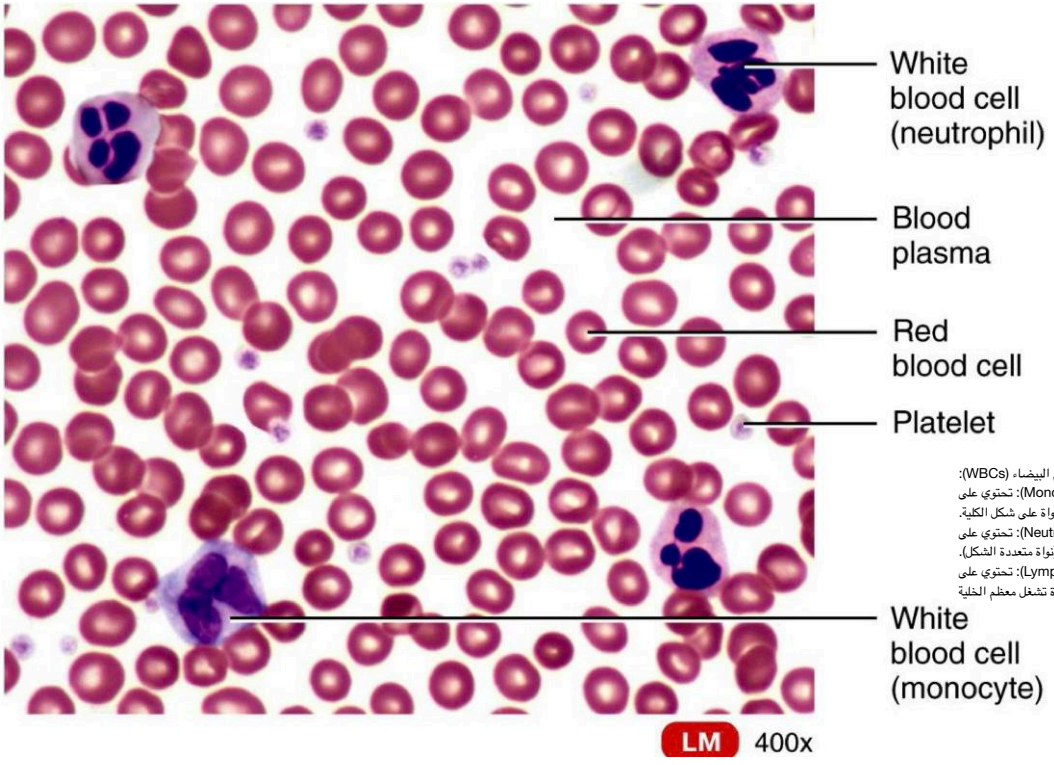
Interstitial fluid: part of ECF renewed by blood

خلاصة:

الدم يتكون من خلايا الدم الحمراء التي تنقل الأوكسجين، خلايا الدم البيضاء التي تحارب العدوى، والصفائح الدموية التي تساعد في تجلط الدم. تتمثل وظيفة البلازما في نقل هذه العناصر بالإضافة إلى المواد الأخرى مثل البروتينات والإلكتروليتات

Formed Elements of Blood RBCs , WBCs and platelets

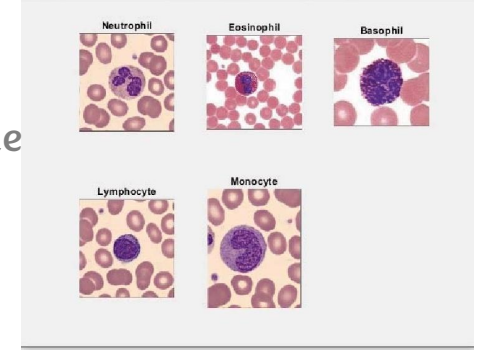
عناصر الدم المكونة:
1.ملاحظة تحت الميكروسكوب الضوئي:
•الخلايا الأكثر وفرة في الدم هي خلايا الدم الحمراء (RBCs)، وهي الخلايا التي تنقل الأكسجين في الدم.
•الصفائح الدموية تظهر كقطع صغيرة وهي مسؤولة عن تجلط الدم وإيقاف النزيف.
•الخلايا الكبيرة التي تظهر مع أنوية مميزة هي خلايا الدم البيضاء (WBCs)، وهي جزء من جهاز المناعة وتقوم بمحاربة العدوى



- **Observation under the Light Microscope:**
- The **most abundant cells** seen are **red blood cells (RBCs).**
- The **small fragments** present are **platelets.**
- The **larger cells with distinct nuclear shapes** are **white blood cells (WBCs):**
  - **Monocytes** – have a **kidney-shaped nucleus.**
  - **Neutrophils** – have a **multilobed (polymorphonuclear) nucleus.**
  - **Lymphocytes** – have a **large nucleus that occupies most of the cell.**

2.أنواع خلايا الدم البيضاء (WBCs):
•الخلايا الأحادية (Monocytes): تحتوي على نواة على شكل الكلية.
•الخلايا المتعادلة (Neutrophils): تحتوي على نواة متعددة الفصوص (نواة متعددة الشكل).
•الخلايا اللمفاوية (Lymphocytes): تحتوي على نواة كبيرة تشغل معظم الخلية

Extra image to see the lymphocyte



3.الصورة الإضافية:
•تظهر الخلايا اللمفاوية في الصورة الإضافية، وهي نوع آخر من خلايا الدم البيضاء، وتلعب دورًا في استجابة المناعة التكيفية

الخلاصة:
الدم يتكون بشكل رئيسي من خلايا الدم الحمراء التي تنقل الأكسجين، الصفائح الدموية التي تساعد في التجلط، وخلايا الدم البيضاء التي تحارب العدوى

تفاعل السائل الخلالي مع الدم

Interstitial Fluid and Blood Interaction:

1.التفاعل المستمر:

•يتفاعل السائل الخلالي مع الدم من خلال عمليات مستمرة للتبادل والنقل بينهما

- The **interstitial fluid** interacts with **blood** through continuous **exchange and transport processes**.
- It is **constantly renewed and modified** by substances from the **blood plasma.**

2.التجديد المستمر:

•يتم تجديد السائل الخلالي بشكل مستمر وتعديله بواسطة المواد المأخوذة من بلازما الدم. هذا يعني أن السائل الخلالي يتلقى عناصر غذائية أو مواد أخرى من الدم ويتم تعديل تركيبته بشكل دائم

- At the same time, **a portion of the interstitial fluid returns to the bloodstream**, maintaining a **dynamic equilibrium** between the two main components of the **extracellular fluid (ECF):**
  - Blood plasma
  - Interstitial fluid

3.التوازن الديناميكي:

•في نفس الوقت، جزء من السائل الخلالي يعود إلى مجرى الدم، مما يحافظ على توازن ديناميكي بين المكونين الرئيسيين للسوائل خارج الخلايا (ECF):

•بلازما الدم: جزء من السائل الذي يحمل العناصر الغذائية والفضلات في الدم.

•السائل الخلالي: هو السائل الذي يوجد بين الخلايا في الأنسجة

المعنى:

السائل الخلالي يتفاعل باستمرار مع الدم، حيث يتم تبادل المواد بينهما للحفاظ على توازن السوائل والمواد الغذائية في الجسم

وظائف خلايا الدم الحمراء (الكريات الحمراء أو الكريات الحمراء)

Functions of Red Blood Cells (Erythrocytes)

- Carry hemoglobin, bearing O_2 to the tissues
- Contain carbonic anhydrase, which catalyzes the reaction:

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

- Allows large amounts of CO_2 to be carried in solution as HCO_3^-
- Hemoglobin is an excellent acid-base buffer, by donating or accepting H^+.

1.حمل الهيموغلوبين:
•تعتبر خلايا الدم الحمراء مسؤولة عن نقل الهيموغلوبين، الذي يحمل الأوكسجين (O_2) إلى الأنسجة في الجسم

2.احتواء على الكاربونيك أنهيدراز:
•تحتوي خلايا الدم الحمراء على إنزيم يسمى "الكاربونيك أنهيدراز" الذي يساهم في تفاعل كيميائي بين ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والماء (H_2O) لإنتاج حمض الكربونيك (H_2CO_3)

3.نقل كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون:
•هذا التفاعل يتيح لخلايا الدم الحمراء حمل كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في شكل بيكربونات (HCO_3^-)، مما يسهم في عملية التخلص من ثاني أكسيد الكربون

4.الهيموغلوبين كمنظم لحموضة الدم:
•الهيموغلوبين يعمل أيضًا كـ "منظم لحموضة الدم" (buffer) من خلال القدرة على التبرع أو قبول أيونات الهيدروجين (H^+)، مما يساعد في الحفاظ على التوازن الحمضي-القاعدي في الجسم

الملخص:
•خلايا الدم الحمراء تنقل الأوكسجين وتساعد في التخلص من ثاني أكسيد الكربون عبر تفاعل كيميائي مهم.
•الهيموغلوبين في خلايا الدم الحمراء يعمل أيضًا كموازن لـ pH (درجة الحموضة) في الدم

CO_2 Transport via Bicarbonate (HCO_3^-):

1. Once produced, **carbonic acid (H_2CO_3) dissociates** into **H^+** and **bicarbonate (HCO_3^-)**.
2. **HCO_3^-** serves as the **main form of CO_2 transport** in the blood.
3. The **conversion of CO_2 to HCO_3^-** occurs **inside red blood cells** through the enzyme **carbonic anhydrase**.
4. **HCO_3^-** then **moves out of RBCs in exchange for Cl^- ions**, a process called the **chloride shift**.
5. In the **pulmonary capillaries, HCO_3^- reenters the RBCs, recombines with H^+** to form **H_2CO_3**, which is then **converted back into CO_2 and H_2O**.
6. The **CO_2 is exhaled through the lungs**.

1.إنتاج الحمض الكربوني:
•بعد أن يتم إنتاجه، يتحلل الحمض الكربوني (H_2CO_3) إلى أيونات هيدروجين (H^+) وأيونات بيكربونات (HCO_3^-)

2.أيون البيكربونات (HCO_3^-) هو الشكل الرئيسي للنقل:
•أيون البيكربونات (HCO_3^-) يعتبر الشكل الرئيسي لنقل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الدم

3.التحويل داخل خلايا الدم الحمراء:
•يتم تحويل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) إلى أيون البيكربونات (HCO_3^-) داخل خلايا الدم الحمراء بواسطة إنزيم الكاربونيك أنهيدراز

4.عملية التبادل الأيوني - "التحول الكلوريدي":
•بعد ذلك، يتحرك أيون البيكربونات (HCO_3^-) من خلايا الدم الحمراء إلى البلازما في مقابل أيونات الكلوريد (Cl^-)، وهذه العملية تُعرف بـ "التحول الكلوريدي"

5.العودة إلى خلايا الدم الحمراء في الشعيرات الدموية الرئوية:
•في الشعيرات الدموية الرئوية، يعيد البيكربونات (HCO_3^-) التفاعل مع أيونات الهيدروجين (H^+) لتشكيل حمض الكربونيك (H_2CO_3)، والذي يتحلل بعد ذلك إلى ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والماء (H_2O)

6.إخراج ثاني أكسيد الكربون عبر الرئتين:
•في النهاية، يُطرد ثاني أكسيد الكربون (CO_2) عبر الرئتين إلى الهواء الجوي أثناء عملية الزفير

الملخص من هذا السلايد :
•خلايا الدم الحمراء تتميز بشكل مقعر ثنائي يعزز مرونتها، مما يساعدها على المرور عبر الشعيرات الدموية الدقيقة دون تمزق.
•الهيموغلوبين يُحتفظ داخل خلايا الدم الحمراء وليس في البلازما لتجنب الفقدان الكبير والهدر في الكلى

حجم وشكل خلايا الدم الحمراء (RBC)

RBC Size and Shape

1.الأقراص المقعرة الثنائية (Biconcave discs):
•شكل خلايا الدم الحمراء (RBC) المقعرة الثنائية يأتي من الغشاء البلازمي المفرط والغياب التام للنواة.
هذا الشكل الفريد مع الغشاء المرن يعزز من القابلية للتشكيل والمرونة للخلايا الحمراء.
•يمكن لخلايا الدم الحمراء أن تنضغط عبر الشعيرات الدموية الضيقة جدًا دون أن تتمزق

- Biconcave discs: The **biconcave shape** results from a redundant **plasma membrane** and the **absence of a nucleus**. This unique shape, together with the **flexible membrane**, **increases the deformability** and flexibility of red blood cells. It allows them to **squeeze through very narrow capillaries** without rupturing.
- Mean 7.8 (diameter) x 2.5 microns (thickest) or x 1 micron (center)
- Average volume 90-95 micrometers^3

2.المقاسات المتوسطة:
•القطر المتوسط: 7.8 ميكرون (الأكثر سماكة)
أو 1 ميكرون في المركز.
•الحجم المتوسط: 90-95 ميكرومتر^3

3.السؤال: لماذا يُحتفظ بالهيموغلوبين داخل خلايا الدم الحمراء بدلاً من أن يدور بحرية في البلازما؟

- **Question:** Why is **hemoglobin** contained inside **red blood cells (RBCs)** rather than circulating freely in the plasma?
  - **Answer:** If hemoglobin were free in the plasma, it could **leak into the interstitial space**, causing a **significant loss of hemoglobin**. Moreover, **free hemoglobin** would be **filtered out by the kidneys**, leading to **hemoglobin loss in urine** and possible **kidney damage**.

الجواب: إذا كان الهيموغلوبين حرًا في البلازما، فإنه يمكن أن يتسرب إلى المساحة بين الخلايا (السوائل بين الخلايا)، مما يؤدي إلى فقدان كبير للهيموغلوبين. علاوة على ذلك، إذا كان الهيموغلوبين في البلازما بشكل حر، فإنه يمكن تصفيته عن طريق الكلى مما يؤدي إلى فقدان الهيموغلوبين في البول وتسبب أضرارًا محتملة للكلى

RBC Count and Indices

- Men: 5,200,000 (± 300,000)/mm^3
- Women: 4,700,000 (± 300,000)/mm^3

•يمكن زيادة عدد خلايا الدم الحمراء في الأماكن العالية (مثل المرتفعات) لأن الجو يحتوي على أكسجين أقل. لتعويض نقص الأكسجين، يقوم الجسم بتحفيز زيادة إنتاج خلايا الدم الحمراء

  - RBC counts can be increased at higher altitudes because the atmosphere contains **less oxygen**. To **compensate for reduced oxygen availability**, the body **stimulates increased RBC production**.

- 2 million/sec production

2.معدل الإنتاج:
•يتم إنتاج 2 مليون خلية دم حمراء في الثانية

- RBC indices:
  - MCV (Mean cell volume) 90 ± 9 fl = 10^{-15} L
  - MCH (Mean Cell Hgb) 32 ± 2 pg
  - MCHC (Mean cell Hgb conc) 33 ± 3%
  - RDW CV 11.6-14.6%
    - It measures **how much the sizes of red blood cells vary**. Normally, the **variation should be minimal.**
  - (SD of MCV/MCV) 39-46 fL

3. مؤشرات خلايا الدم الحمراء (RBC indices):
•MCV (حجم الخلية المتوسط): 90 ± 9 فل = 10^(-15) لتر
•MCH (متوسط هيموغلوبين الخلية): 32 ± 2 بيكوغرام
•MCHC (تركيز الهيموغلوبين في الخلية): 33% ± 3
•RDW CV (مؤشر توزيع حجم خلايا الدم الحمراء): 14.6 - 11.6%
يقيس RDW مدى تنوع أحجام خلايا الدم الحمراء. بشكل طبيعي، يجب أن تكون الفروق في الحجم قليلة.
•الانحراف المعياري لـ MCV (SD of MCV): 39-46 فل
•يقيس الانحراف المعياري مدى التفاوت في أحجام خلايا الدم الحمراء من حيث الحجم (MCV)

Physiology Quiz 1

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			