

الدكتور عبد الحميد الملقى

فيزيولوجيا الدم



- الدم **نسيج** ضام: يتألف من خلايا (كريات حمراء و بيضاء و صفيحات) و المصورة الدموية
- كثافة الدم: ١,٠٥٥
- لزج: (٣) أضعاف الماء
- قلوي: ٧,٣٥ – ٧,٤٢

حجم الدم

- عند البالغ: ٧٥ مل/كغ من الوزن (٥ ل تقريبا)
- يختلف حسب:
- العمر: عند الرضع و حديثي الولادة ١٠٠ مل/كغ يصبح مثل البالغ في السنة الثانية أو الثالثة
- فعاليات الجسم: المرضى و رواد الفضاء > الحالة الطبيعية
- التغذية: الصيام المديد ↓ حجم الدم
- الحمل: ↑ ٣٠-٤٠% ثم يعود سويا بعد الولادة مباشرة
- مرضيا: ↓ نزوف و فقر دم أو ↑ زيادة السوائل و ↑ إنتاج الحمر

وظائف الدم- النقل

- نقل O2 من الرئة إلى النسيج وCO2 في الاتجاه المعاكس
- نقل الغذيات من الجهاز الهضمي إلى النسيج
- نقل الفضلات من النسيج إلى مواقع الإطراح
- نقل الهرمونات من الغدد إلى النسيج المستهدفة
- نقل الأدوية في الحالات المرضية

وظائف الدم- التنظيم

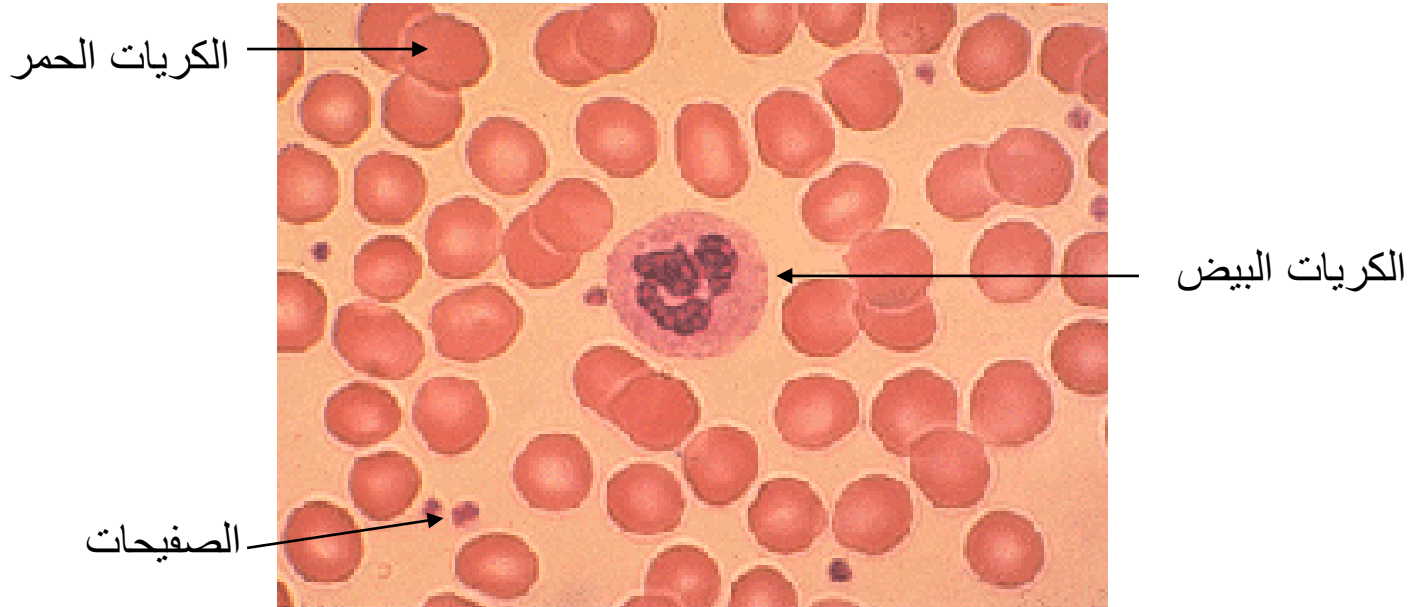
- تنظيم حرارة الجسم
- تنظيم السوائل و الشوارد
- تنظيم Ph الجسم (الجمل الدارئة)
- تنظيم عمل الخلايا و تأمين دوران و تروية كافية للنسج و الأعضاء من خلال الحفاظ على حجم ثابت للدم

وظائف الدم- الدفاع

- الدفاع عن الجسم ضد الأحماس المختلفة: الكريات البيضاء و المتممة complement والأضداد antibodies

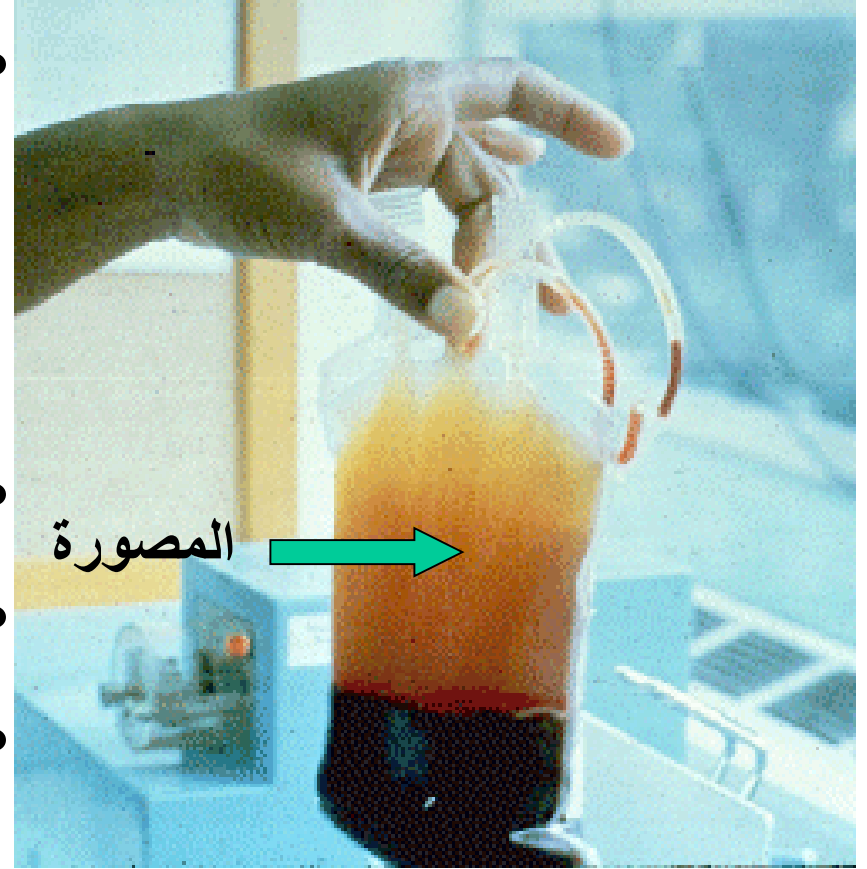
مكونات الدم

- عناصر خلوية: الكريات الحمر و البيض و الصفائح
- المصورة الدموية blood plasma و تحوي العناصر اللاخلوية: الماء و الكهارل و البروتينات و الغازات...



المصورة الدموية blood plasma

- يتم الحصول على المصورة:
بالتريسيب (+مضاد تخثر)
أو بالتثفيل السريع (١٠٠٠٠)
دورة خلال ٥-١٠ د)
- ٥٥-٦٥% من حجم الدم
- قلووية التفاعل: Ph ٧,٤
- كثافتها: ١,٠٢٥ - ١,٠٣٤



مكونات المصورة الدموية

- ماء ٩٠%
- غازات منحلة أهمها: O2 و CO2 و الأزوت
- البروتينات نحو ٧%
- الكهارل و المعادن المختلفة
- الهرمونات
- الغذائية و الفضلات الاستقلابية

بروتينات المصورة الدموية

وظائفها:

- الضغط التناضحي بسبب عدم حركة البروتينات وبالتالي
اختلاف تركيز البروتين بين المصورة والسائل الخلالى
وتوازن السوائل والشوارد (٢٨ ممز)
- المناعة
- تجلط الدم
- التوازن الحمضي القلوي (جملة دارئة)

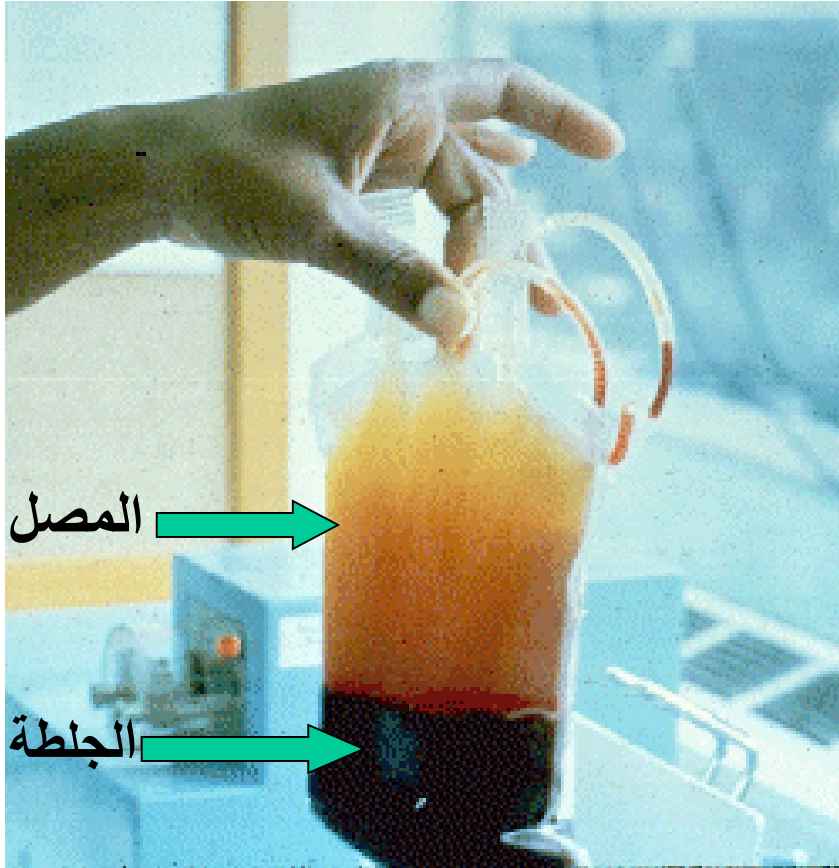
بروتينات المصورة الدموية

و تشمل:

- الألبومين Albumin: ٥٥%، صغيرة الحجم نسبياً، **تتشكل في الكبد**، تأمين الضغط التناضحي للدم، نواقل للهرمونات و المعادن و الأدوية، النقص يسبب الوذمات
 - الغلوبولينات Globulins: ٣٨%، **تتشكل في النسيج الشبكي البطني (الكبد والرئة والطحال)**، أنواع هيبتا و α و β و γ لها دور مناعي (المناعة الخلطية والأضداد)
 - بروتينات التخثر Clotting Proteins، و أهمها مولد الليفين Fibrinogen و البروثرومبين Prothrombin: ٧%
 - الأنزيمات و الهرمونات بنسبة ضئيلة
- المصل serum: المصورة - بروتينات التخثر**

المصل Serum

المصورة Plasma

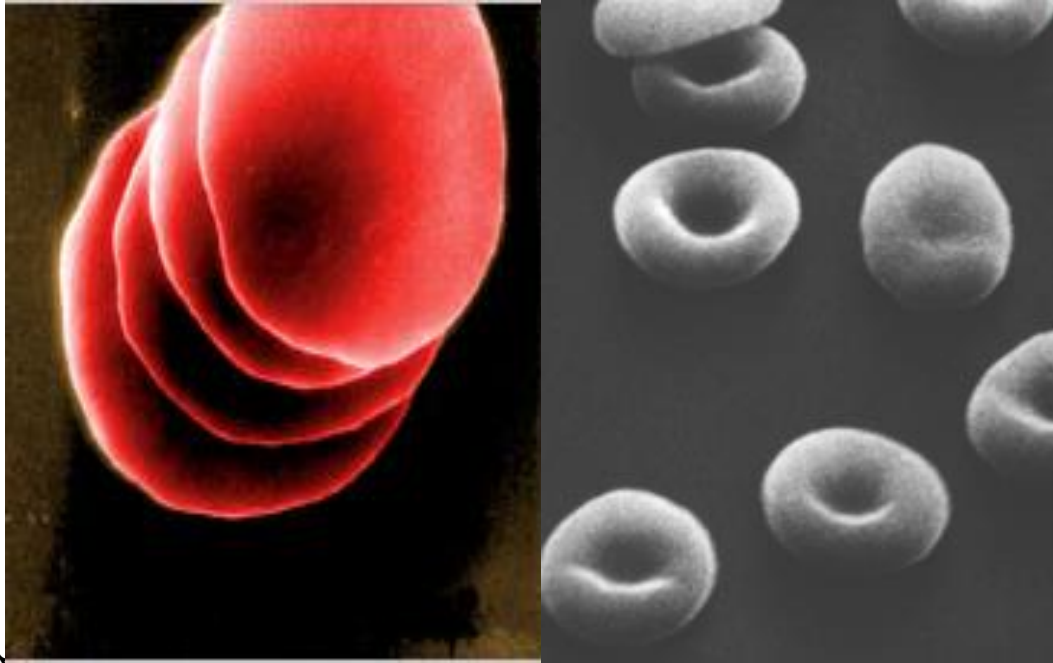


المكونات الخلوية للدم

الكريات الحمراء

Red blood cells or Erythrocytes

خلية مدورة **مقعرة الجانبيين** فقدت معظم مكوناتها (النواة و المتقدرات و جهاز غولجي)، غير قادرة على التكاثر، تحمل في سيتوبلاسماها الكثير من **الخصاب و على غشائها مسترصات تحدد الزمر الدموية**



قطرها 6-8 μm

ثخانتها 1,9 μm في

المحيط و 1 μm في

المركز

حجمها 83 μm^3

الكريات الحمراء

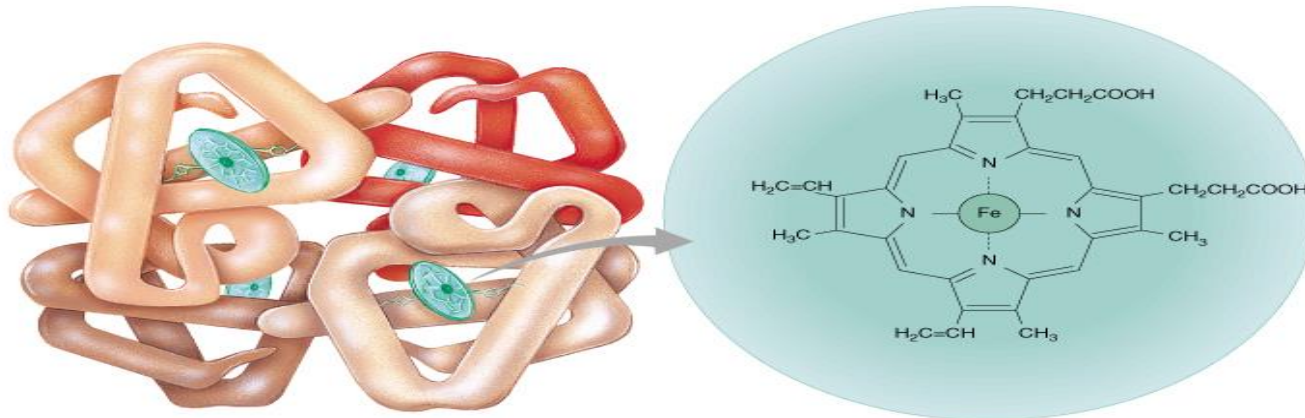
- وسطيا ٥,٢ مليون/مم^٣(μl) عند الذكر و ٤,٧ مليون/مم^٣(μl) عند الأنثى
- يتأثر العدد بعدة عوامل:
 - العمر : الجنين و الرضع < البالغ
 - التمارين الرياضية: زيادة و همية مؤقتة
 - عند الرياضيين و سكان المرتفعات: زيادة حقيقية دائمة
 - الحالة الصحية: أنماط فقر الدم

تركيب الكريات الحمراء

ماء ٧٠% من وزنها ومادة صلبة هي خضاب الدم (٩٥%)
وقليل من الإنزيمات (الإنهيداز الكربونية Carbonic
anhydrase) والهكسوز أحادي الفوسفات الذي يرجع
الحديد والبروتينات الأخرى والشوارد

خضاب الدم Hemoglobin

يتألف من ٤ جزيئات من الهيم (أستيك أسيد مع الغليسين ليشكل حلقة بورفيرينية في مركزها الحديد) المرتبط مع الغلوبين (سلسلة ببتيدية) (٤ ذرات حديد ترتبط ب ٤ جزيئات أكسجين)
السلاسل الببتيدية α و β و γ و δ حسب مواضع الحموض الأمينية



(a) Hemoglobin

(b) Iron-containing heme group

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

خضاب الدم Hemoglobin

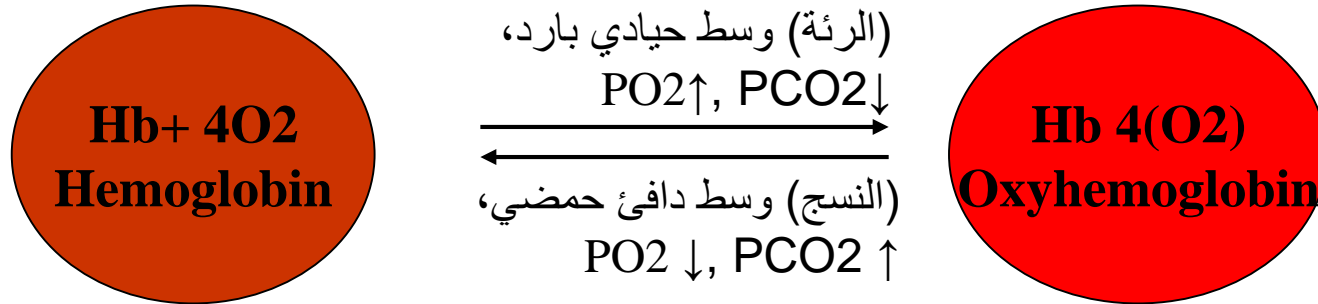
- 1- الخضاب A ($\alpha_2\beta_2$) : (٩٧%)
 - ٢- الخضاب A_2 ($\alpha_2\delta_2$) : (٢-٣%)
 - ٣- الخضاب الجنيني F ($\alpha_2\gamma_2$) : (> ١% عند البالغ، < ٩٠% عند الجنين)
- انماط مرضية من الخضاب : الخضاب المنجلي S

خضاب الدم Hemoglobin

الوظيفة الأساسية نقل O₂ من الرئة إلى النسيج و CO₂ في الاتجاه المعاكس حسب ممال الضغط الجزئي لكل منهما و درجة Ph وحرارة الجسم

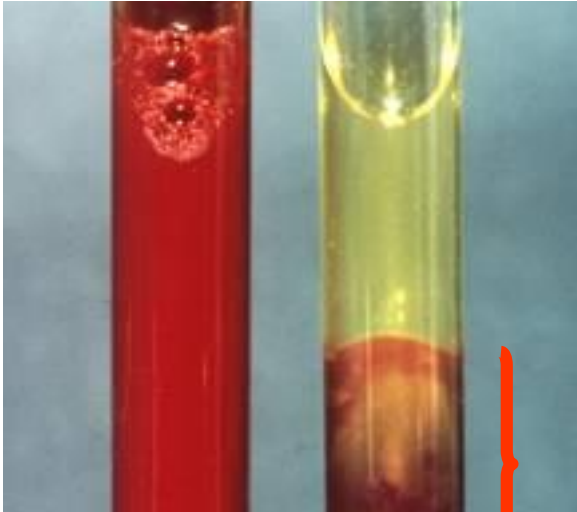
شديد الألفة ل CO ← تسمح في الحرائق

خضاب الدم: ١٣-١٦ غ/١٠٠ مل عند الذكر و ١٢-١٤ غ/١٠٠ مل عند الأنثى



معايير دموية مهمة

- حجم كتلة الكريات الحمراء (packed cell volume (PCV) أو الكسر الحجمي للحمرة (Erythrocyte volume fraction (EVF) أو الهيماتوكريت (Hematocrit (Ht, Hct):
و هو النسبة المئوية لحجم الكريات الحمراء في الدم : وسطيا ٤٧% عند الذكر و ٤٢% عند الأنثى



الهيماتوكريت



معايير دموية مهمة

- حجم الكرية الوسطي (MCV) Mean cell volume:
وسطيا ٨٠-١٠٠ ميكرون مكعب ($3\mu\text{m}^3$) أو فيمتوليترا (ft)
والكريات إما سوية الحجم Normocytes
أو كبيرة الحجم Macrocytes $100 < 3\mu\text{m}^3$
أو صغيرة الحجم Microcytes $80 > 3\mu\text{m}^3$

معايير دموية مهمة

- معدل الخضاب في الكرية الحمراء Mean cell Hemoglobin (MCH): كمية الخضاب في وحدة حجم ما من الدم مقسومة على عدد الكريات في الحجم نفسه، و يقدر ب ٢٧ – ٢٩ بيكوغرام

معايير دموية مهمة

- تركيز الخضاب في الكريات الحمراء Mean cell Hemoglobin concentration (MCHC): وهو تركيز الخضاب في حجم معين من الكريات الحمراء $Hb/Ht =$ ، و يقدر ب ٣٢ - ٣٨ غ/١٠٠مل (غ/١٠٠سم^٣ أو غ/دل)

والكريات إما سوية الصباغ Normochromocytes

أو زائدة الصباغ Hyperchromocytes < ٣٨ غ/١٠٠مل

أو ناقصة الصباغ Hypochromocytes > ٣٢ غ/١٠٠مل

سرعة تثقل الكريات الحمر

• تقيس سرعة ترسب الكريات الحمر في عينة دم بعد إضافة مانع تخثر

- تقاس ب مم/سا (الأولى و الثانية لزيادة الدقة)

- تزداد في الحالات الالتهابية

- تزداد مع العمر **و هي أعلى عند النساء من الرجال**

القيمة السوية: عند الأطفال و حتى البلوغ ٣ - ١٣ مم/سا

عند الرجال دون ٥٠ سنة > ١٥ مم/سا

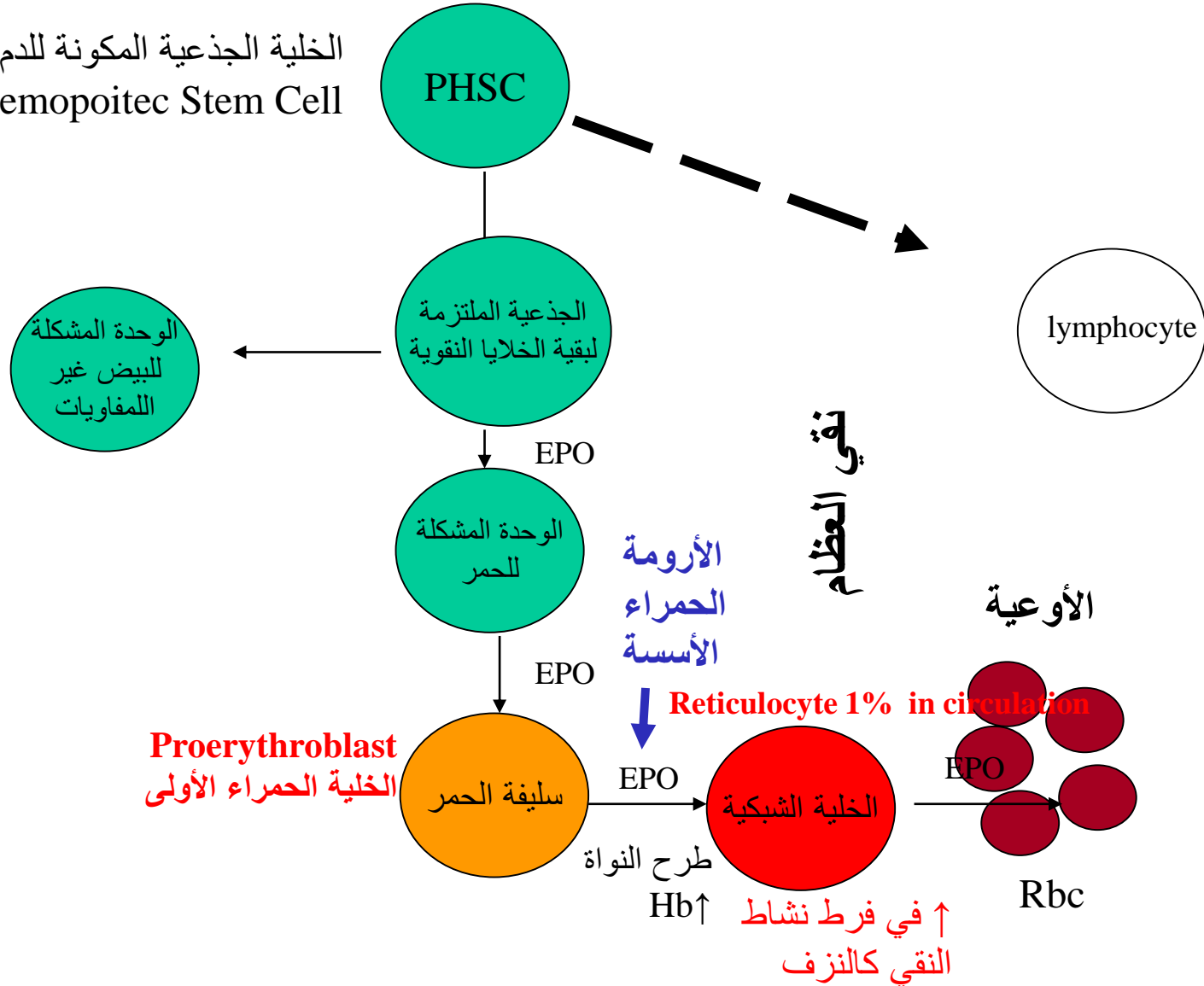
عند النساء دون ٥٠ سنة > ٢٠ مم/سا

تشكل الكريات الحمراء

- عند الجنين: الكيس المحي ثم **الكبد (الموقع الرئيس)** و الطحال و العقد اللمفية
- في الطفولة نقي معظم العظام لا سيما الطويلة حتى السنة الخامسة من العمر
- عند البالغ نقي العظام المسطحة و القصيرة (القص و الأضلاع و الفقرات و الحرقفة) والأقسام البعيدة من الفخذ والظنوب حتى سن العشرين

تشكل الكريات الحمراء

الخلية الجذعية المكونة للدم متعددة القدرات
Pluripotential Hemopoietic Stem Cell



المحرضات:
محرضات نمو معظم الخلايا الجذعية IL3
محرضات تمايز إريثروبيوتين EPO
↓ PO₂ النسيجي

العوامل المؤثرة في تكوين الكريات الحمراء

- سلامة نقي العظم: فقر دم لا تكوني، العدد قليل
- كمية البروتين ونوعية الأحماض الأمينية: سوء التغذية، قصور الكبد
- الهرمونات: التيروكسين، هرمون النمو، **الإريثروبويتين**
- الفيتامينات: B12 + العامل الداخلي المفرز من المعدة
و حمض الفوليك، لتركيب ال DNA ، عوزهما ←
فقر الدم الخبيث أو الوبيل pernicious anemia كبير الكريات
megaloblast بسبب فشل انقسام الأرومات (تنقل O2 لوجود
كمية كافية وأحيانا زائدة من الخضاب و لكن قصيرة العمر بسبب
هشاشة جدرها)
- المعادن: **الحديد** و النحاس و الكوبالت

الإريثروبويتين Erythropoietin

- بروتين سكري يصنع في الخلايا مسراق الكبيبة mesengial cell (الغشاء الداعم لشعيرات الكبيبة؟؟؟) (٩٠%) و الكبد (١٠% إنتاج ثلث الكريات الحمر)
- المحرض الأساسي لنقص الأكسجة **الشريرياني**
- قد يوجد حساسات خارج كلوية لنقص الأكسجة تنقل المعلومات إلى الكلية عبر الأدرينالين والنورأدرينالين؟؟؟؟
- يؤثر على تكاثر و نضج جميع مراحل تكون الحمر
- يكون على شكل طليعة يتحول إلى عامل فعال
- الإفراز الشديد: ↑ إنتاج الحمر ١٠ أضعاف
- يتشكل خلال دقائق من نقص الأكسجة لكن ذروة التأثير خلال ٥

٢٠٢٠/٠٣/١٠

عبد الحميد الملقى

— ٧ أيام

استقلاب الحديد

- يدخل الحديد في تركيب الخضاب الدموي والعضلي والكثير من الإنزيمات (الستوكرومات والكتلازات والبيروكسيدات)
- ٤ غ في الجسم: ٦٥% خضاب دموي، ٣٠% مخزن في الشبكة البطانية على شكل فيرتين
- يمتص في العفج (٦-٢٥% من المدخول اليومي)
- Fe مع أبوترانسفيرين (ينتج من الكبد ويفرز مع الصفراء إلى الأمعاء) ← ترانسفيرين يمتص بالاحتساء إلى الخلايا الظهارية ثم إلى الدم
- تبتلع الخلايا الترانسفيرين وتأخذ Fe (ارتباط شديد مع مستقبيلات RBC)
- Fe مع أبوفرتين ← فيرتين يخزن في الطحال و الكبد
- Fe ↑↑ يترسب في الخلايا على شكل هيموسدرين
- إشباع الأبوفرتين ← إنتاج الأبوترانسفيرين و ↓ امتصاص Fe من العفج
- Fe ↓ ← فقر دم صغير الكريات ناقص الصباغ

مصير الكريات الحمراء

- عمر الكرية الحمراء ١٢٠ يوما
- لا تملك نواة ولكن تملك إنظيمات استقلاب لاهوائي للغلوكوز لإنتاج ATP : يحافظ على مرونة الغشاء والنقل الشاردي ويمنع أكسدة البروتينات ويحافظ على الحديد ضمن الخضاب على شكل حديدوز ferrous
- تتحطم في الكبد و الطحال
- الخضاب ← الغلوبين و الهيم
- الهيم ← $Fe + CO$ + بيلفردين
- الحديد ينقل ويستخدم من جديد أو يخزن على شكل فرتين
- بيلفردين ← بيلروبين يطرح في الصفراء