

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

ΑΙΜΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

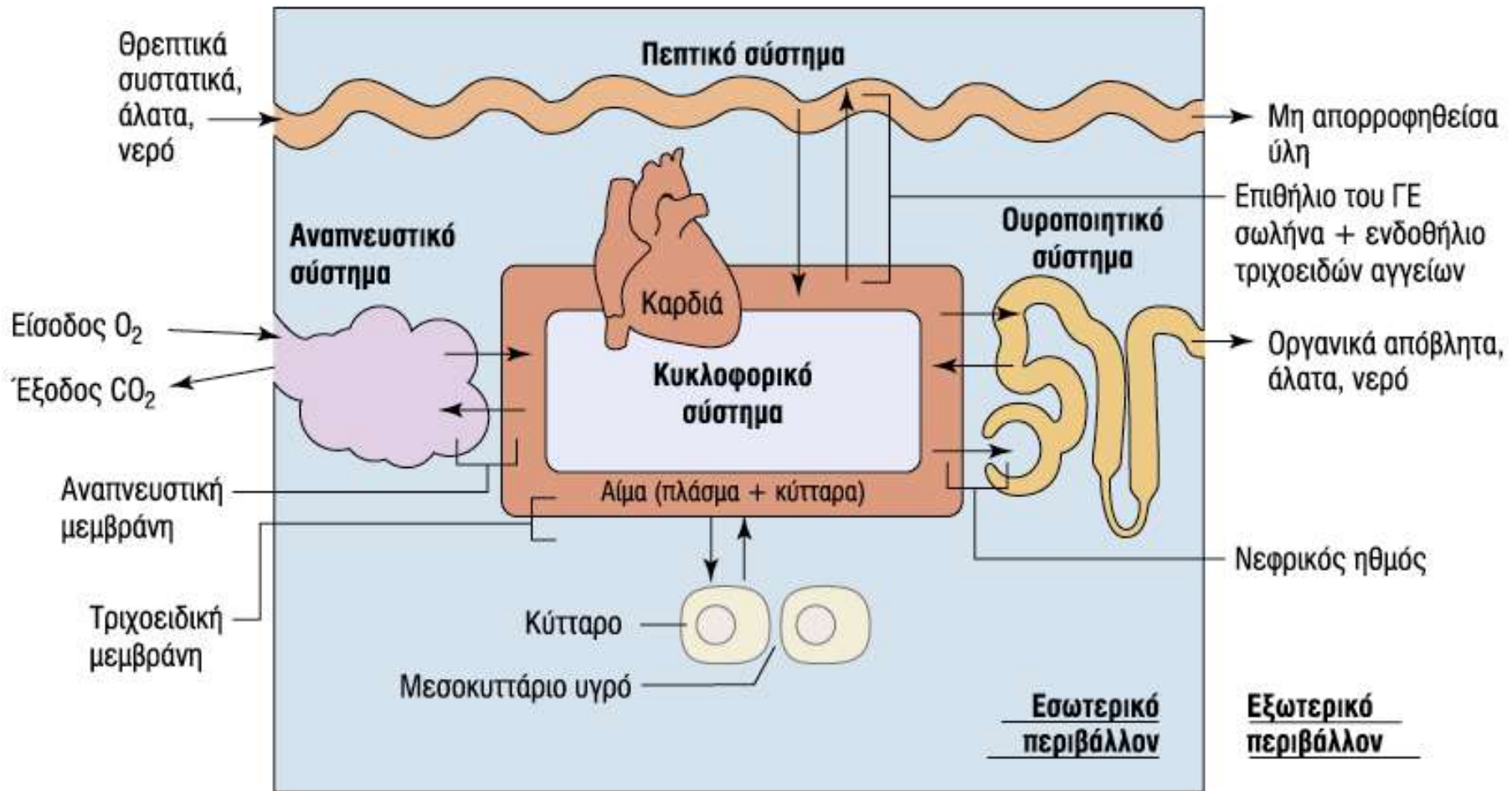
Ερωτήματα

- Πώς επικοινωνεί ο ανθρώπινος οργανισμός με το εξωτερικό περιβάλλον? Γιατί η επικοινωνία αυτή είναι απαραίτητη?
- Ποια είναι η σύσταση των υγρών του ανθρώπινου σώματος?
- Πώς διαχωρίζονται τα διαμερίσματα του ανθρώπινου σώματος μεταξύ τους?
- Πως γίνεται η μεταφορά των ουσιών μεταξύ των διαμερισμάτων του ανθρώπινου σώματος?

Επικοινωνία μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος

- Αναπνευστικό σύστημα (αναπνευστική μεμβράνη)
- Ουροποιητικό σύστημα (σπειραματική μεμβράνη ή νεφρικό ηθμό)
- Πεπτικό σύστημα (εντερικός βλεννογόνος)

Επικοινωνία μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος



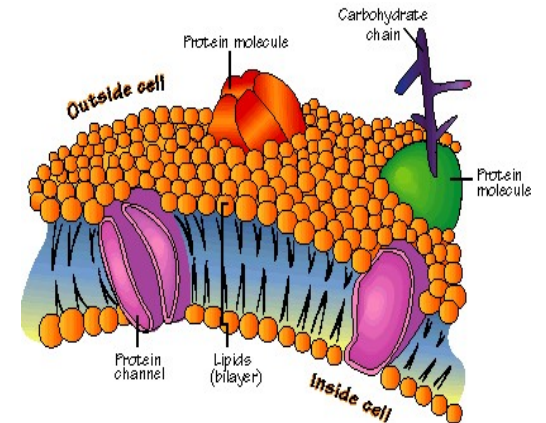
Ερωτήματα

- Πώς επικοινωνεί ο ανθρώπινος οργανισμός με το εξωτερικό περιβάλλον? Γιατί η επικοινωνία αυτή είναι απαραίτητη?
- Ποια είναι η σύσταση των υγρών του ανθρώπινου σώματος?
- Πώς διαχωρίζονται τα διαμερίσματα του ανθρώπινου σώματος μεταξύ τους?
- Πως γίνεται η μεταφορά των ουσιών μεταξύ των διαμερισμάτων του ανθρώπινου σώματος?

Διαμερίσματα υγρών στο σώμα (Συνολικός όγκος υγρών= 60% σωματικού βάρους)

- Ενδοκυτταρικό υγρό (2/3)

Κυταροπλασματική
μεμβράνη

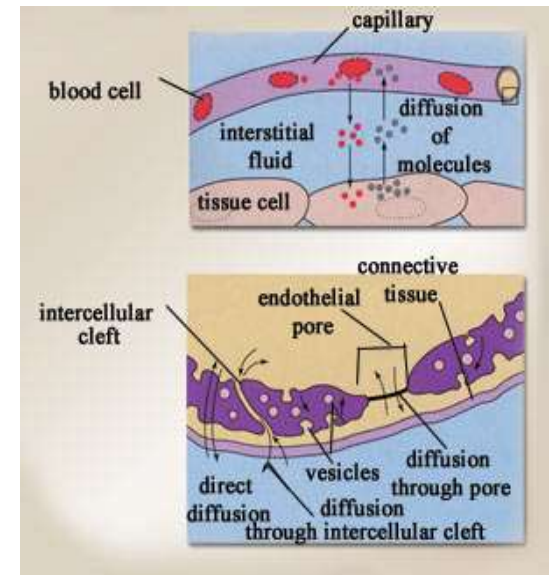


-Εξωκυτταρικό υγρό (1/3)

- μεσοκυτταρικό (80%)

- πλάσμα (20%)

Τριχοειδική
μεμβράνη
(0.5μm)



Ποια είναι η κατανομή των υγρών σε άνδρα 70kg?

- Συνολικός όγκος υγρών= 42lt (60% σωματικού βάρους)
- Ενδοκυτταρικό υγρό=28lt (2/3 συνολικού όγκου υγρών)
- Εξωκυτταρικό υγρό=14lt (1/3 συνολικού όγκου υγρών)
 - Μεσοκυτταρικό υγρό= 11lt (4/5)
 - Πλάσμα= 3lt (1/5)

Ολικό υγρό του σώματος (ΟΥΣ)
Όγκος = 42 λίτρα, 60% του σωματικού βάρους

Εξωκυτταρικό υγρό (ΕΞΥ)
(εσωτερικό περιβάλλον)
Όγκος = 14 λίτρα, 1/3 του ΟΥΣ

Ενδοκυτταρικό υγρό (ΕΥ)
Όγκος = 28 λίτρα, 2/3 του ΟΥΣ

Βιολογικός φραγμός =
Κυτταροπλασματική μεμβράνη

Μεσοκυτταρικό υγρό
Όγκος = 11 λίτρα
80% του ΕΞΥ

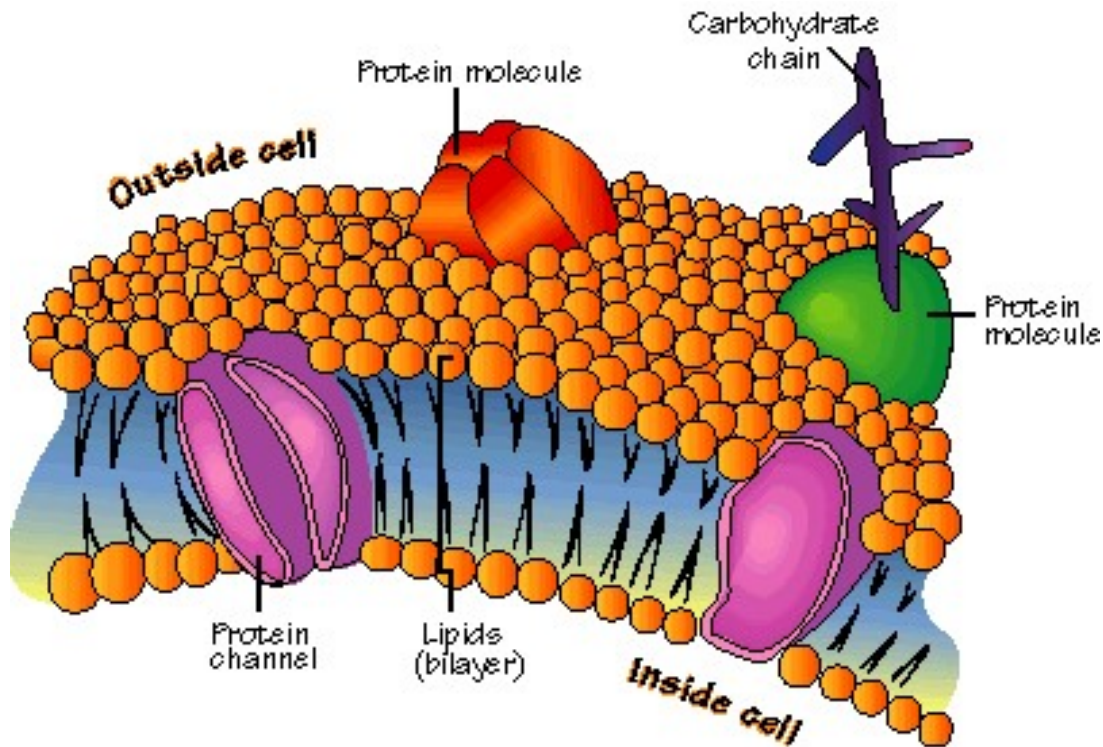
Βιολογικός φραγμός =
Τοίχωμα τριχοειδούς αγγείου

Πλάσμα
Όγκος = 3 λίτρα
20% του ΕΞΥ

Ερωτήματα

- Πώς επικοινωνεί ο ανθρώπινος οργανισμός με το εξωτερικό περιβάλλον? Γιατί η επικοινωνία αυτή είναι απαραίτητη?
- Ποια είναι η σύσταση των υγρών του ανθρώπινου σώματος?
- Πώς διαχωρίζονται τα διαμερίσματα του ανθρώπινου σώματος μεταξύ τους?
- Πως γίνεται η μεταφορά των ουσιών μεταξύ των διαμερισμάτων του ανθρώπινου σώματος?

Κυτταροπλασματική μεμβράνη



-Διαχωρίζει το ενδοκυττάριο από τον εξωκυττάριο χώρο

-Διπλοστιβάδα φωσφολιπιδίων-
μεμβρανικές πρωτείνες

-Εκλεκτική διαπερατότητα

**Διαφορετική σύσταση μεταξύ ενδοκυτταρίου
και εξωκυτταρίου χώρου**

Κατανομή ιόντων στον ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο υγρό (mmol/liter)

	Εξωκυττάριο Υγρό	Ενδοκυττάριο υγρό
Na ⁺	145	12
K ⁺	4,5	150
Ca ⁺⁺	2,5	10 ⁻⁴
pH	7,4	7,0-7,2
Cl ⁻	103	4
HCO ₃ ⁻	27	12

Πώς γίνεται η ανταλλαγή ουσιών και ανακατανομής υγρών μέσω κυτταροπλασματικής μεμβράνης?

1. Διάχυση μέσω φωσφολιπιδικής διπλοστιβάδας και διαύλων

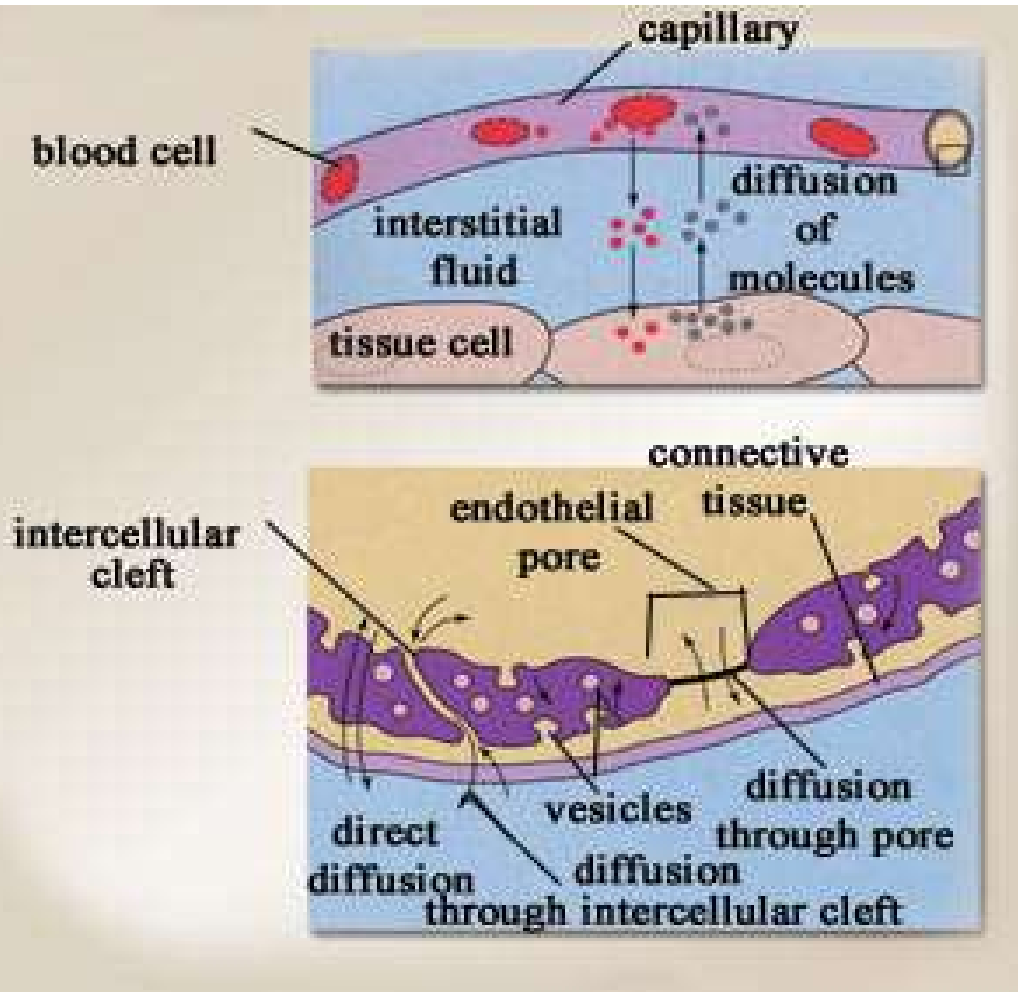
2. Μεταφορά με πρωτεϊνικούς φορείς:

Διευκολυνόμενη διάχυση

Πρωτογενής - δευτερογενής ενεργητική μεταφορά

3. Μεταφορά με κυστίδια: ενδοκυττάρωση και εξωκυττάρωση (με χρήση ενέργειας)

Τριχοειδική μεμβράνη



- Διαχωρίζει το μεσοκυτταρικό υγρό και το πλάσμα
- Πάχος 0.5 μm
- Στιβάδα ενδοθηλιακών κυττάρων – βασική μεμβράνη
 - Διακυτταρικές σχισμές (intercellular clefts)
 - Λειτουργικοί πόροι (60-70Å)
 - Κυστίδια

Παρόμοια σύσταση μεταξύ μεσοκυτταρίου και εξωκυτταρίου χώρου

Πώς γίνεται η ανταλλαγή ουσιών και ανακατανομής υγρών μέσω τριχοειδικής μεμβράνης?

1. Διάχυση μέσω των λειτουργικών πόρων και των ενδοθηλιακών κυττάρων

Λειτουργία : ανταλλαγή ουσιών

2. Μαζική ροή

Λειτουργία: ανακατανομή του εξωκυτταρίου χώρου

3. Μεταφορά με κυστίδια: ενδοκυττάρωση και εξωκυττάρωση (με χρήση ενέργειας)

Λειτουργία : μεταφορά πρωτεϊνών από το πλάσμα στο μεσοκυττάριο υγρό

Ερωτήματα

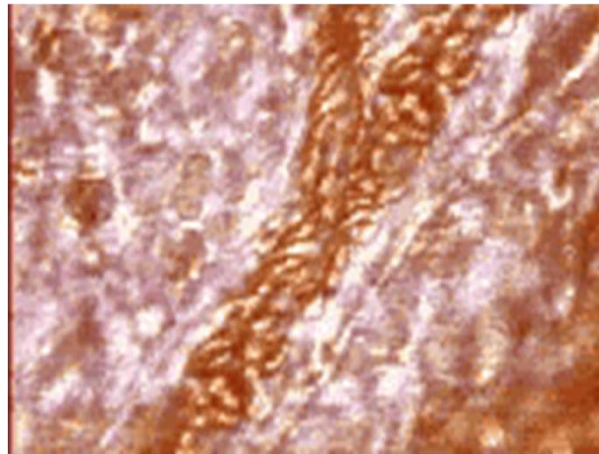
- Πώς επικοινωνεί ο ανθρώπινος οργανισμός με το εξωτερικό περιβάλλον? Γιατί η επικοινωνία αυτή είναι απαραίτητη?
- Ποια είναι η σύσταση των υγρών του ανθρώπινου σώματος?
- Πώς διαχωρίζονται τα διαμερίσματα του ανθρώπινου σώματος μεταξύ τους?
- Πως γίνεται η μεταφορά των ουσιών και οξυγόνου από το εξωτερικό περιβάλλον στα διάφορα διαμερίσματα του ανθρώπινου σώματος?

Κυκλοφορικό σύστημα

Καρδιά = Αντλία



Αίμα = μεταφορικό μέσο



Αγγεία = Οδοί

ΑΙΜΑ

- Το αίμα είναι είδος συνδετικού ιστού που βρίσκεται σε **υγρή μορφή**.
- Ο ολικός όγκος του αίματος εκφρασμένος σε λίτρα αντιστοιχεί με το 7% περίπου του σωματικού βάρους ενός άνδρα και το 5.5% περίπου του σωματικού βάρους μιας γυναίκας.
- Το pH του είναι ελαφρά αλκαλικό (7.33-7.45)

ΑΙΜΑ

- Ποιες είναι οι λειτουργίες του;
- Ποια συστατικά το αποτελούν;

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ

ΜΕΤΑΦΟΡΑ:

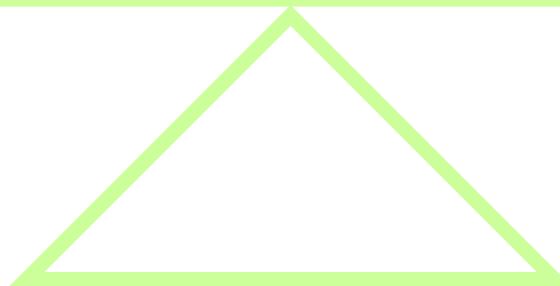
- θρεπτικών συστατικών
- ηλεκτρολυτών
- O₂ & CO₂
- άχρηστων προϊόντων
- ορμονών

ΑΜΥΝΑ:

- αντιμετώπιση ξένων εισβολέων
- επούλωση ιστικής βλάβης
- πήξη
- διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος

Διατήρηση

ομοιόστασης



Ρόλος καρδιαγγειακού συστήματος

- 2 φάσεις διακίνησης εξωκυττάρριου υγρού

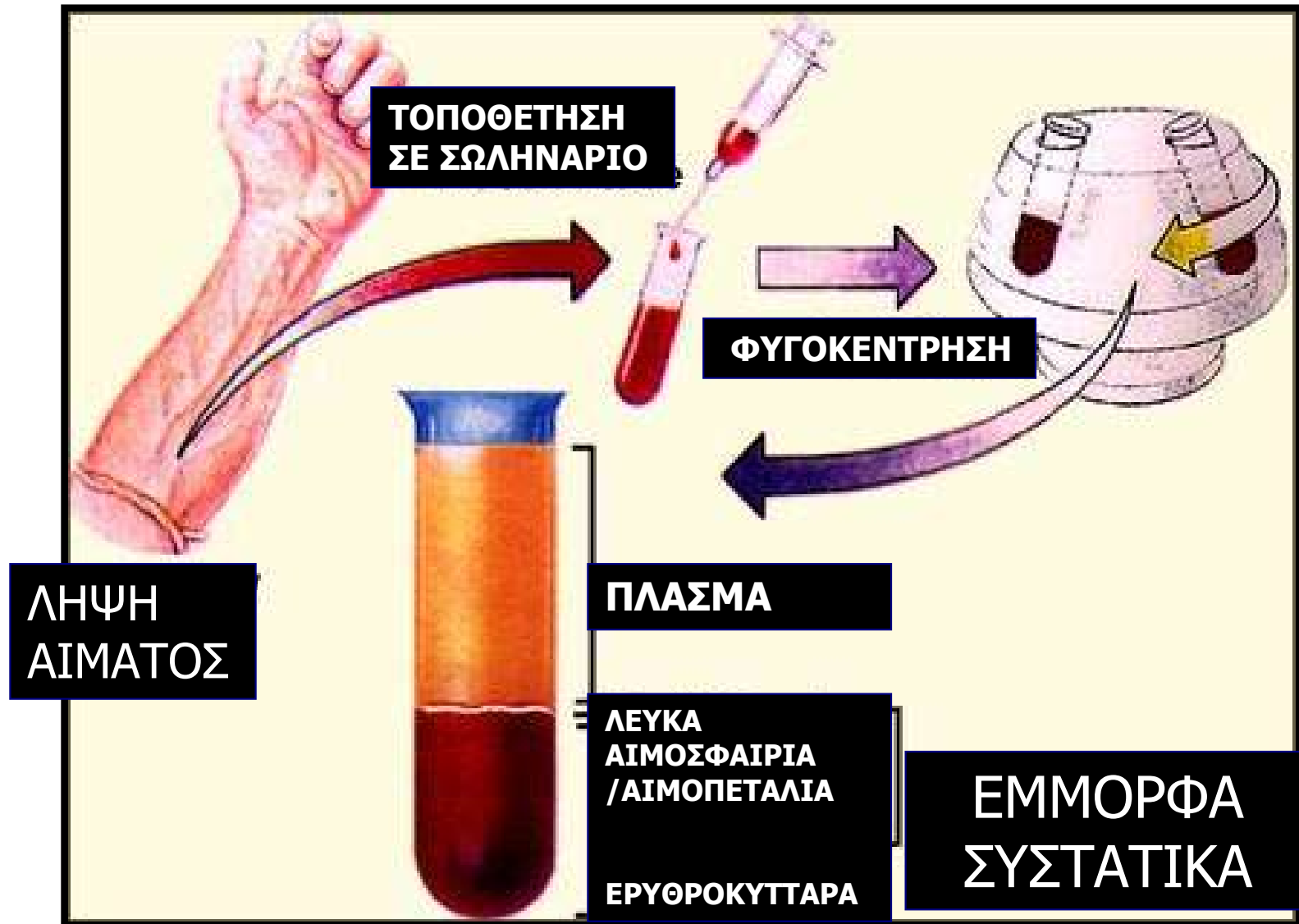
A. συνεχή κίνηση αίματος μέσα στα αγγεία της συστηματικής και πνευμονικής κυκλοφορίας (νόμος ροής)

B. διακίνηση εξωκυτταρικού υγρού μεταξύ του αυλού των τριχοειδών αγγείων και του μεσοκυτταρικού υγρού (νόμος διάχυσης)

Ρόλος καρδιαγγειακού συστήματος

- 1η φάση (μαζικής ροής): κινητήριος δύναμη της μαζικής ροής (παράγεται από τη λειτουργία της καρδιάς ως αντλία και ισούται με τη διαφορά των υδροστατικών πιέσεων μεταξύ των δύο άκρων ενός αγγείου ή ενός αγγειακού κύκλου)
- 2η φάση (διάχυση): κινητήριος δύναμη η διαφορά συγκεντρώσεων της μεταφερόμενης ουσίας μεταξύ του πλάσματος και του μεσοκυτταρικού υγρού

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ

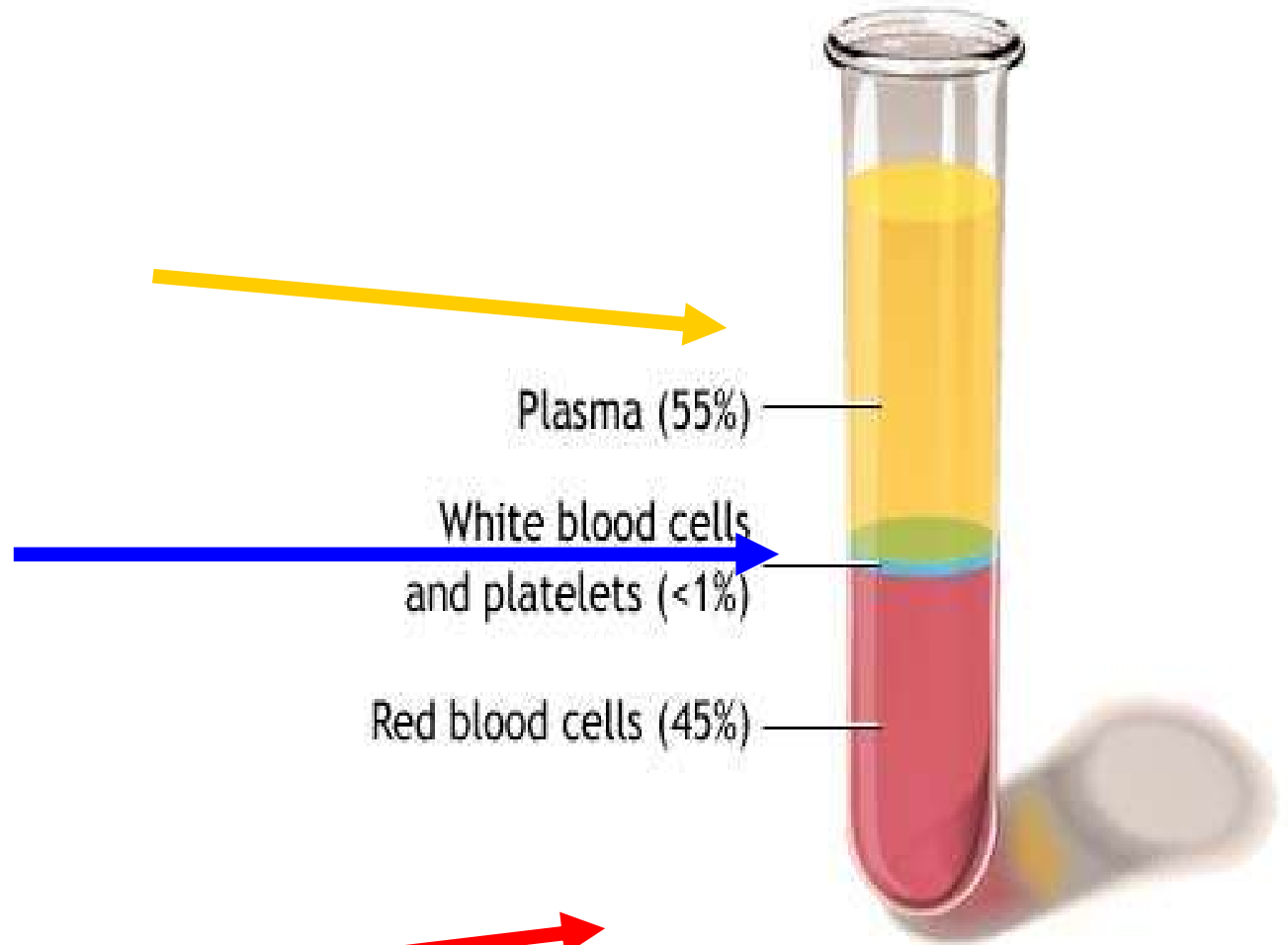


ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ

ΠΛΑΣΜΑ 55%

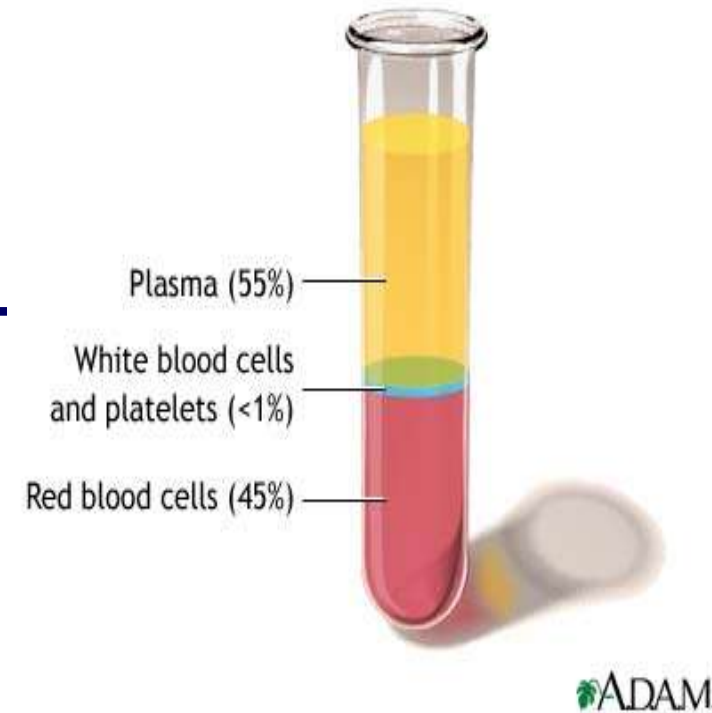
ΑΙΜΟΠΕΤΑΛΙΑ
/ΛΕΥΚΑ ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΑ
<1%

ΕΡΥΘΡΑ ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΑ
(ΑΙΜΑΤΟΚΡΙΤΗΣ) 45%

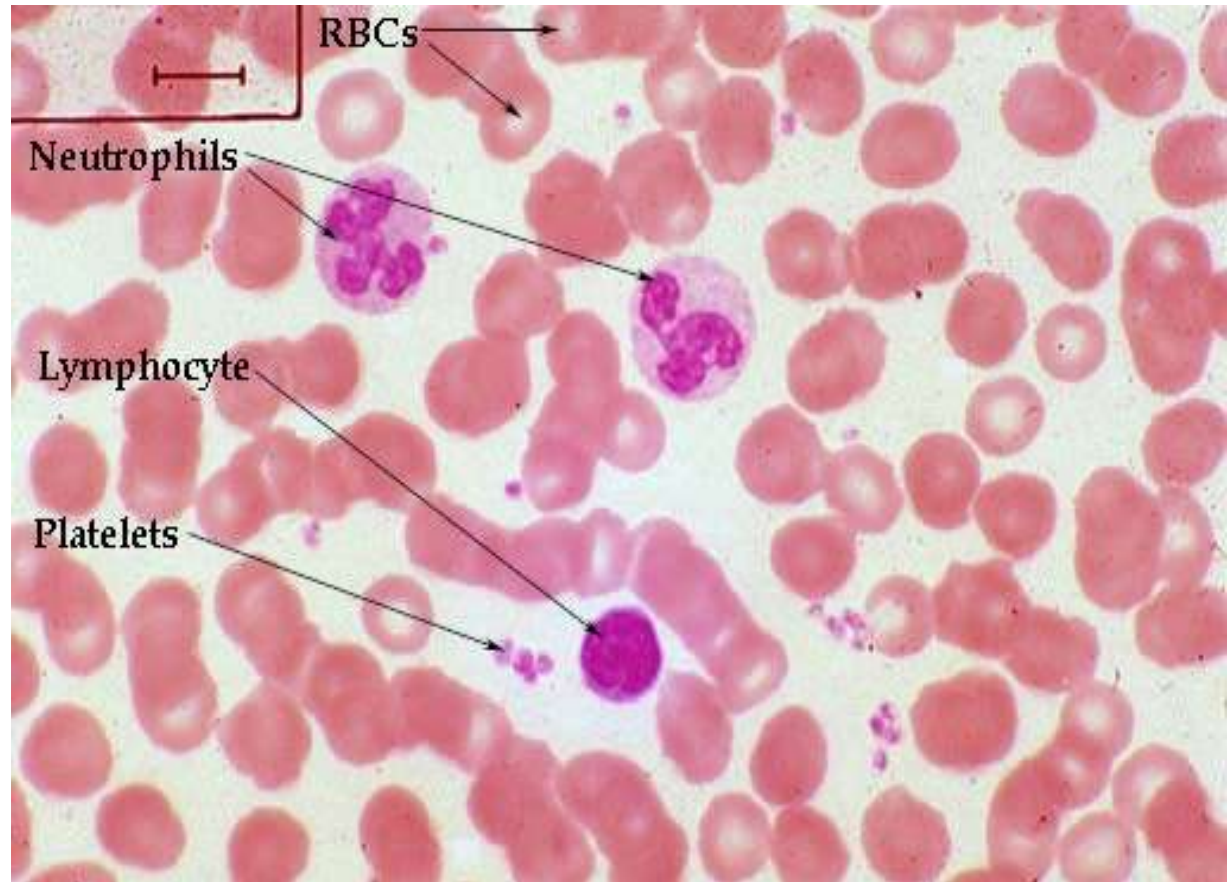
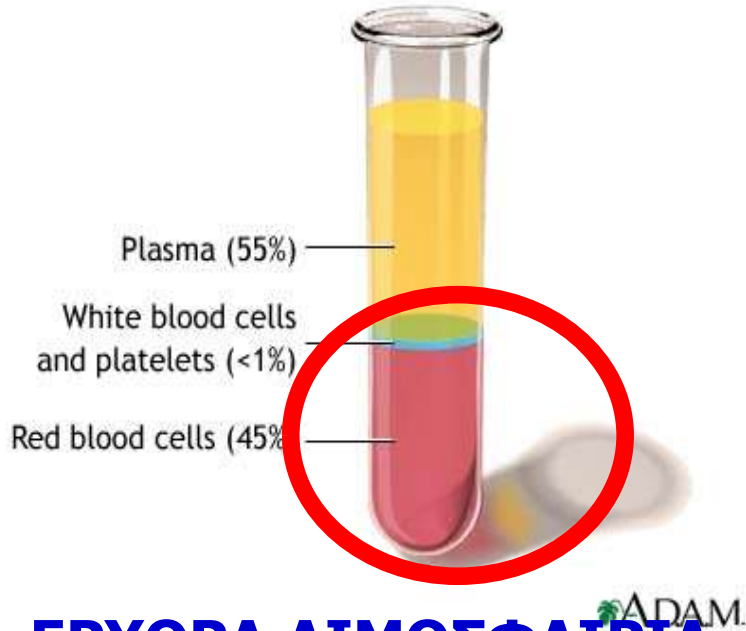


1. ΠΛΑΣΜΑ

- ✓ Νερό 90% (μεταφορικό μέσο, διατήρηση θερμοότητας)
- ✓ Πρωτεΐνες πλάσματος 6-8 % (αλβουμίνες, γ-σφαιρίνες, ινωδογόνο)
- ✓ Ηλεκτρολύτες (Na^+ & Cl^-) 1% (διεγερσιμότητα κυτταρικών μεμβρανών, μεταφορά υγρών μεταξύ ενδοκυτταρίου και εξωκυτταρίου χώρου, ρύθμιση pH)
- ✓ θρεπτικά συστατικά (π.χ. σάκχαρο, αμινοξέα)
- ✓ ορμόνες (π.χ. κορτιζόλη, θυροξίνη)
- ✓ άχρηστα συστατικά (π.χ. ουρία)
- ✓ αέρια αίματος (π.χ. CO_2 , O_2)



2. ΕΜΜΟΡΦΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ



Α. ΕΡΥΘΡΑ ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΑ

Περίπου: $5.000.000/\text{mm}^3$

($4.2-6.4 \times 10^6 /\text{mm}^3$)

Β. ΛΕΥΚΑ ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΑ







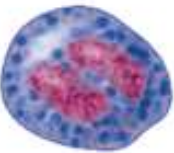
Περίπου $7000/\text{mm}^3$

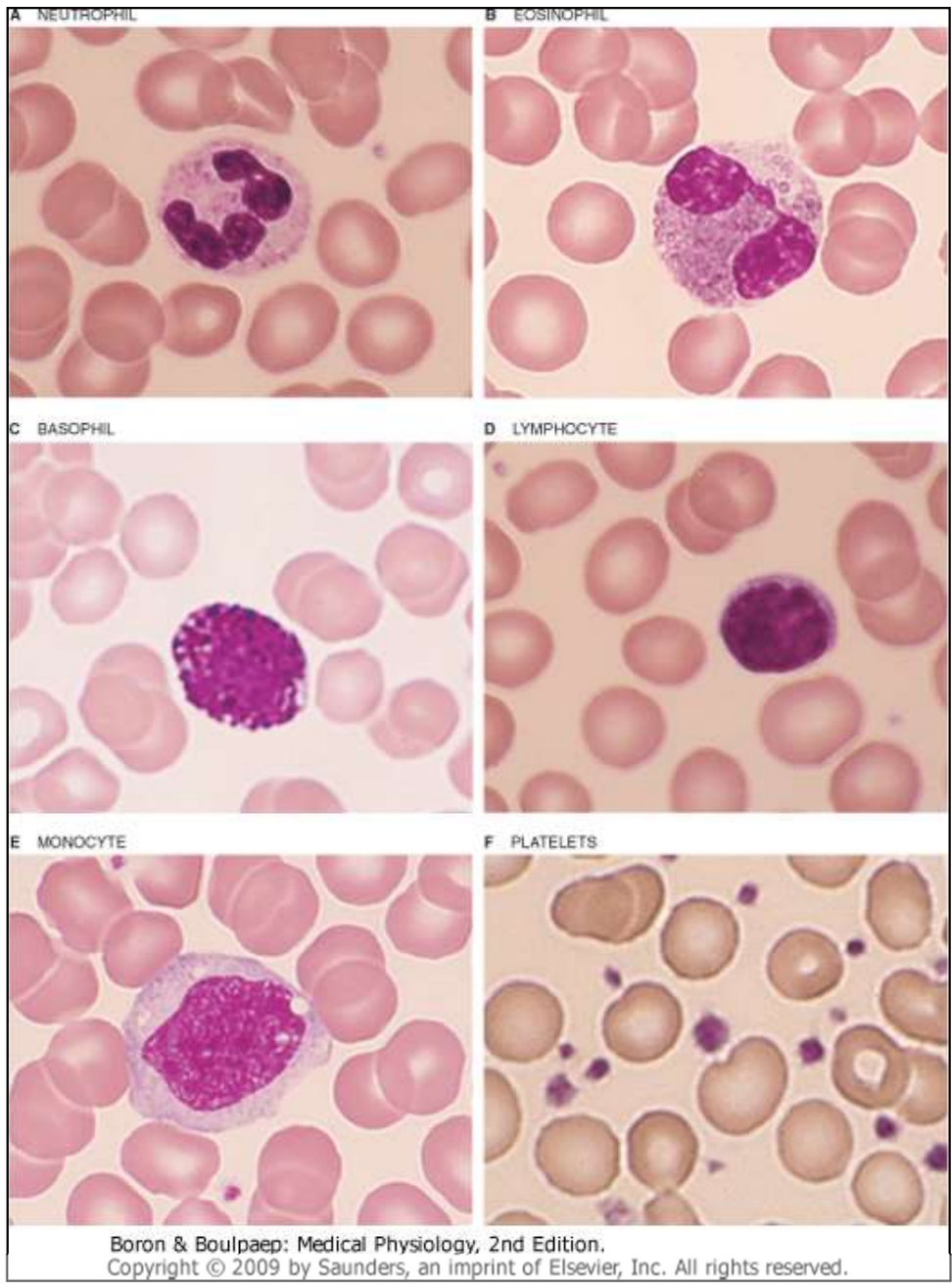
($4.8-10.8 \times 10^3 /\text{mm}^3$)

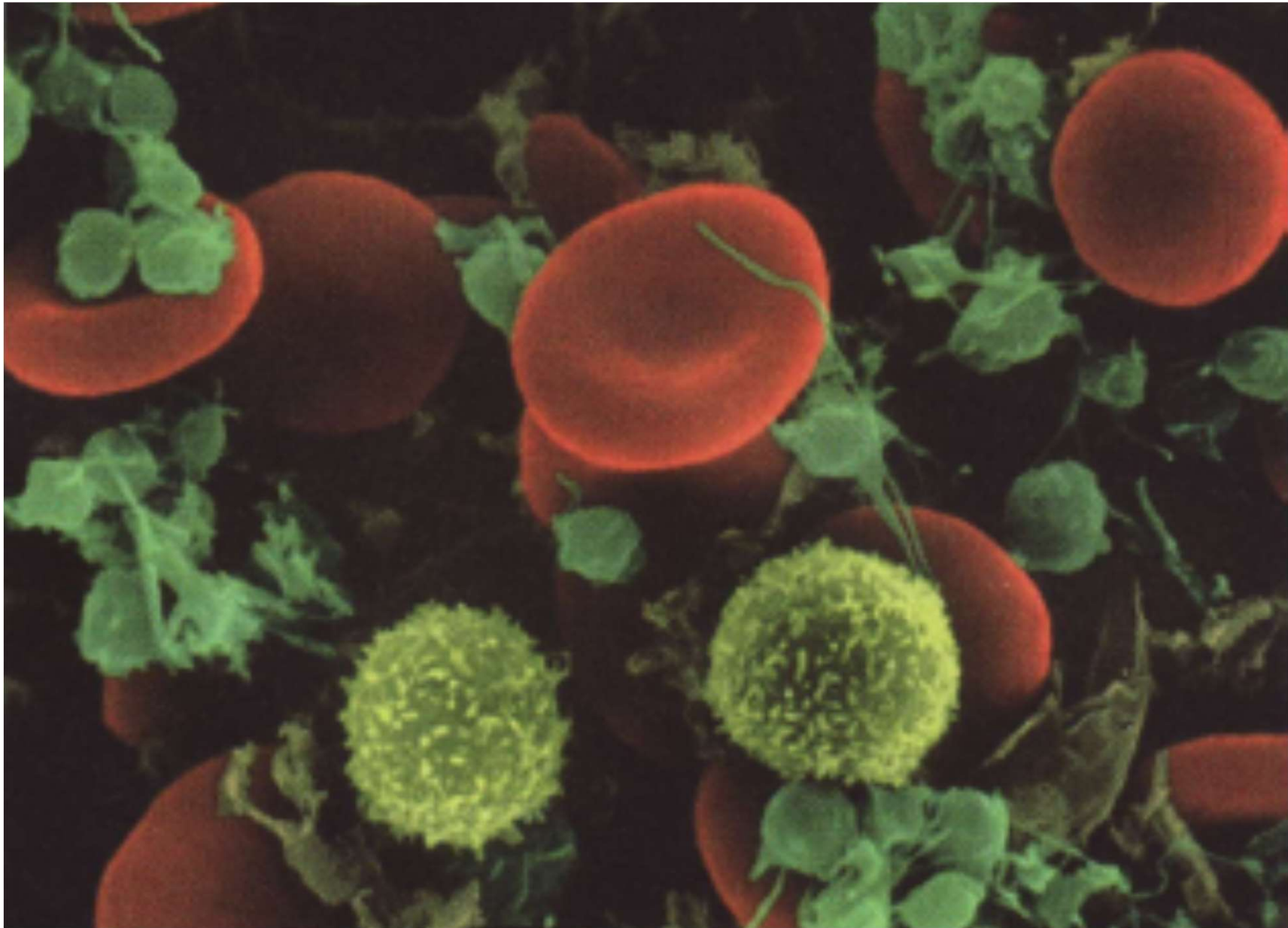
Γ. ΑΙΜΟΠΕΤΑΛΙΑ

Περίπου: $250.000/\text{mm}^3$

($130-400 \times 10^3/\text{mm}^3$)

Ερυθροκύτταρα	Λευκοκύτταρα					Αιμοπετάλια
	Πολυμορφοπύρρηνα κοκκιοκύτταρα			Μονοκύτταρα	Λεμφοκύτταρα	
	Ουδετερόφιλα	Ηωσινόφιλα	Βασεόφιλα			
						

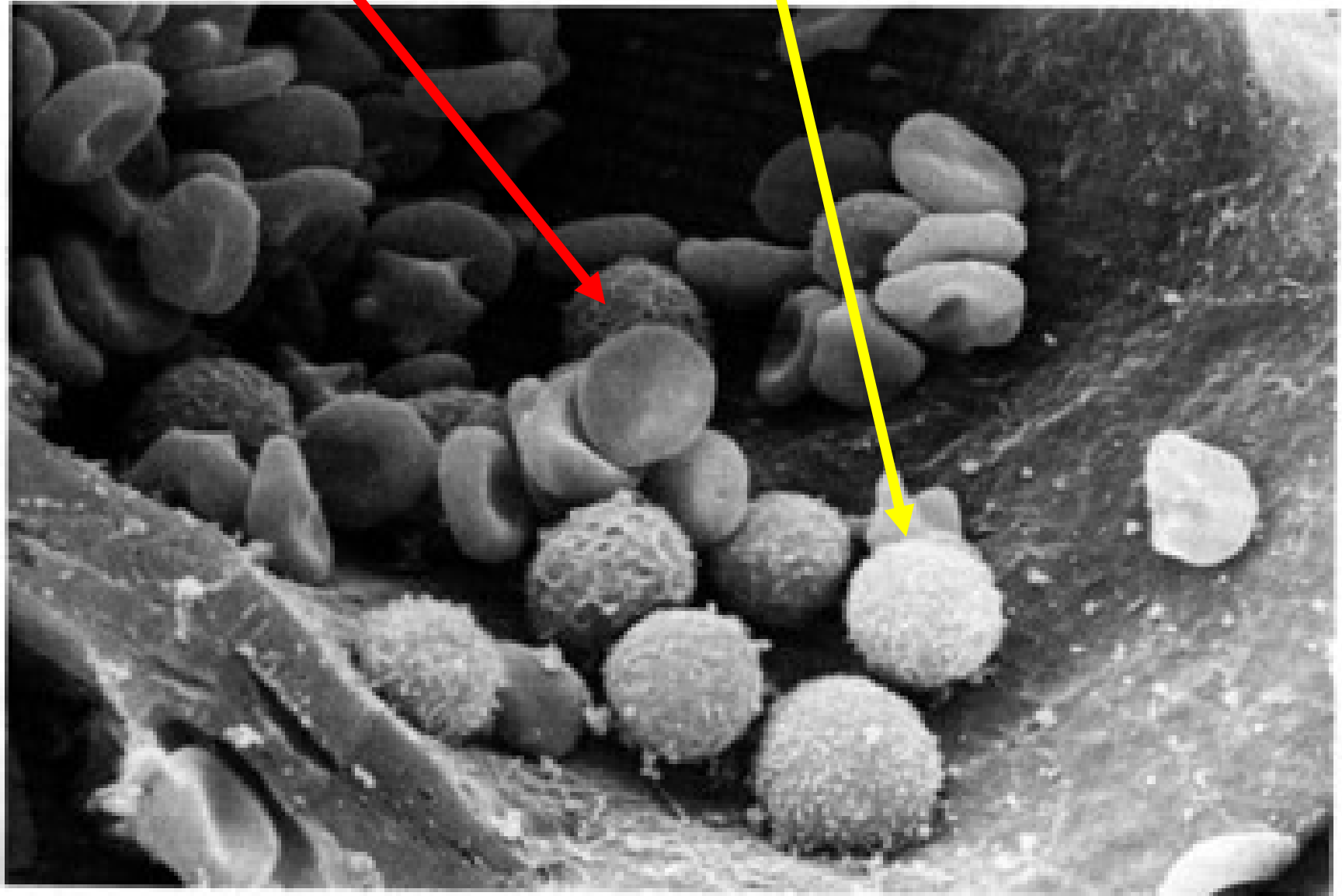




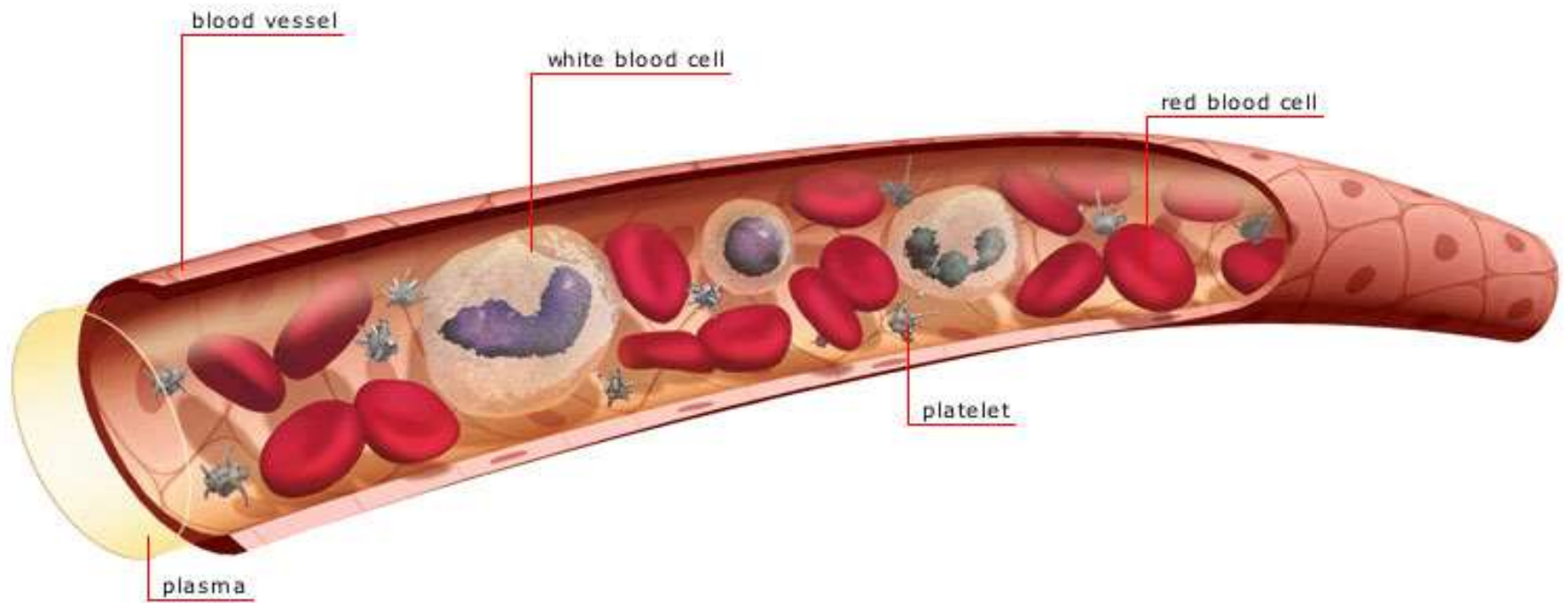
Electron micrograph of blood smear

RBC's

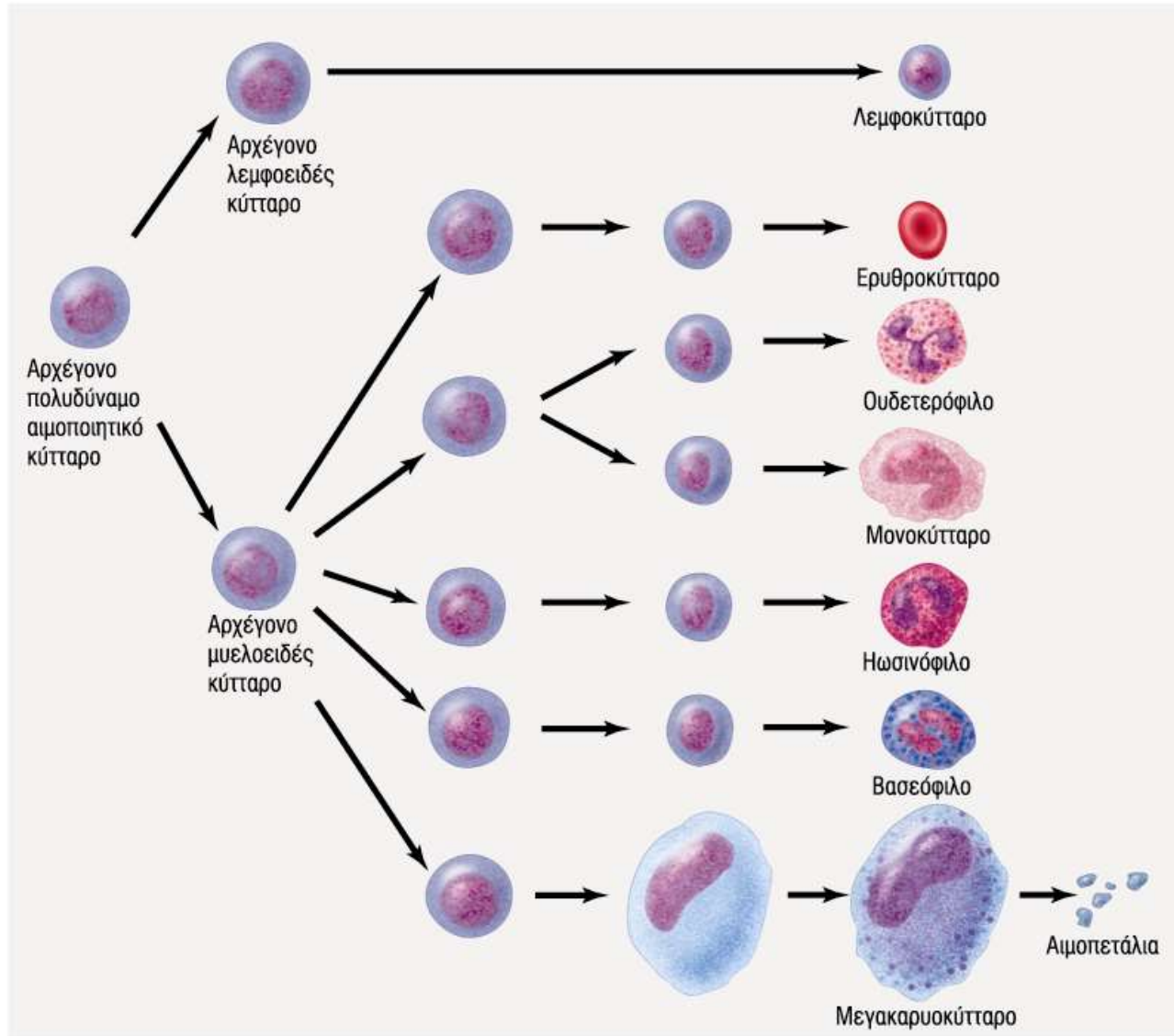
WBC' s



10 μ m



ΑΙΜΟΠΟΙΗΣΗ



LT-HSC: Long Term hematopoietic stem cells
 ST-HSC: Short Term hematopoietic stem cells
 CMP: Common Myeloid Progenitors
 CLP: Common Lymphoid Progenitors
 MEP: Megacaryocytes Erythrocytes Progenitor
 BFU: Burst Forming Unit
 CFU: Colony Forming Unit
 GMP: Granulocyte Macrophage progenitor

OPMONEΣ:

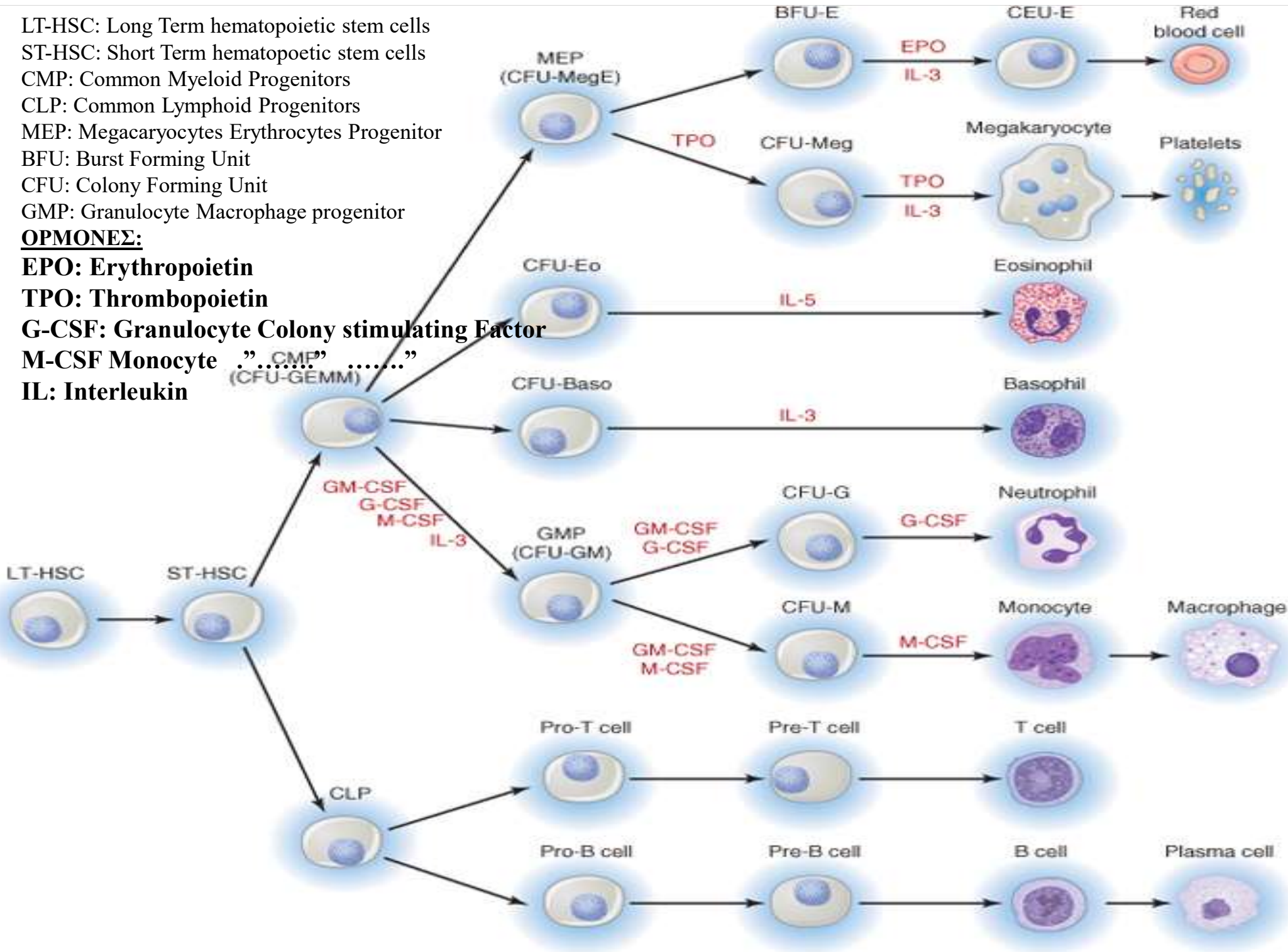
EPO: Erythropoietin

TPO: Thrombopoietin

G-CSF: Granulocyte Colony stimulating Factor

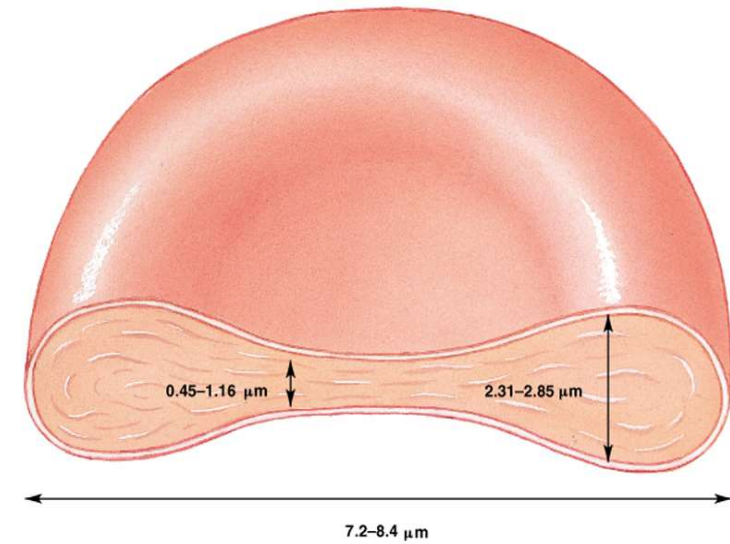
M-CSF Monocyte "....." "....."

IL: Interleukin



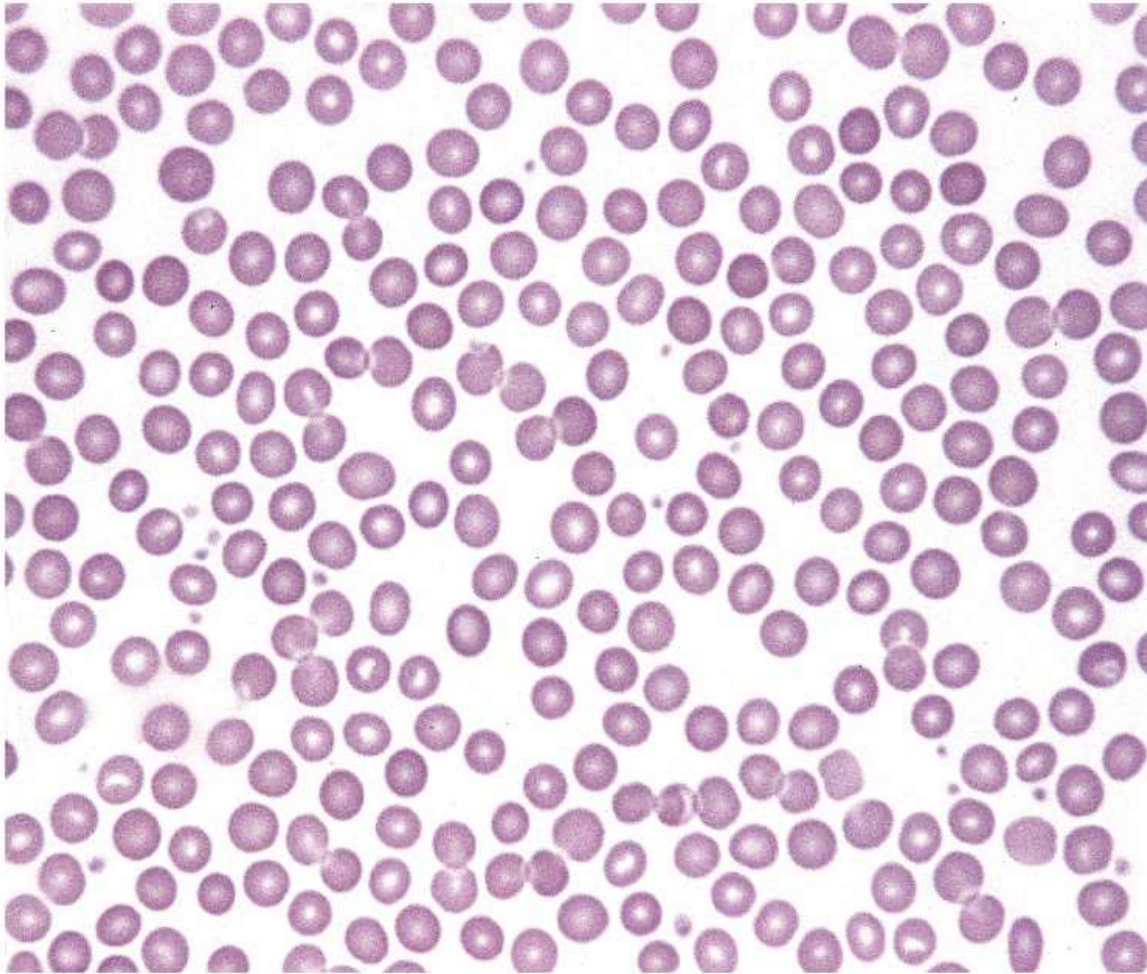
Α. ΕΡΥΘΡΑ ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΑ

- Σχήμα: αμφίκοιλο
- Χωρίς πυρήνα/οργανίδια – μικρός χρόνος ζωής: 120 ημέρες
- Αιμοσφαιρίνη: 95% των συνολικών πρωτεϊνών
- Λειτουργία:
 - Μεταφορά οξυγόνου από τους πνεύμονες στους περιφερικούς ιστούς
 - Μετακίνηση CO_2 από τους ιστούς



Α. ΕΡΥΘΡΑ ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΑ: ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

- Άνδρες: 4.5-6.3 εκατομμύρια RBC/mm³
- Γυναίκες: 4.2-5.5 εκατομμύρια RBC/mm³



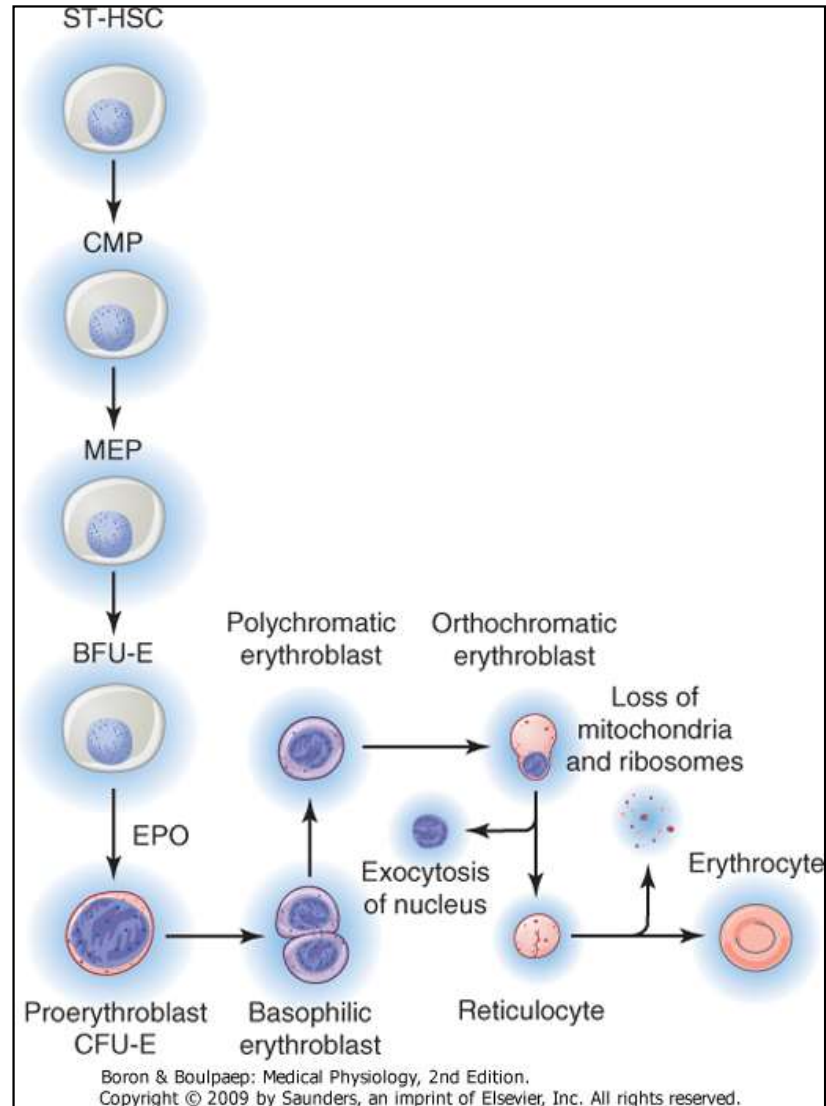
Short term haematopoietic stem cells

Common myeloid progenitor

Megacaryocytes Erythrocytes
Progenitor

Burst Forming Unit

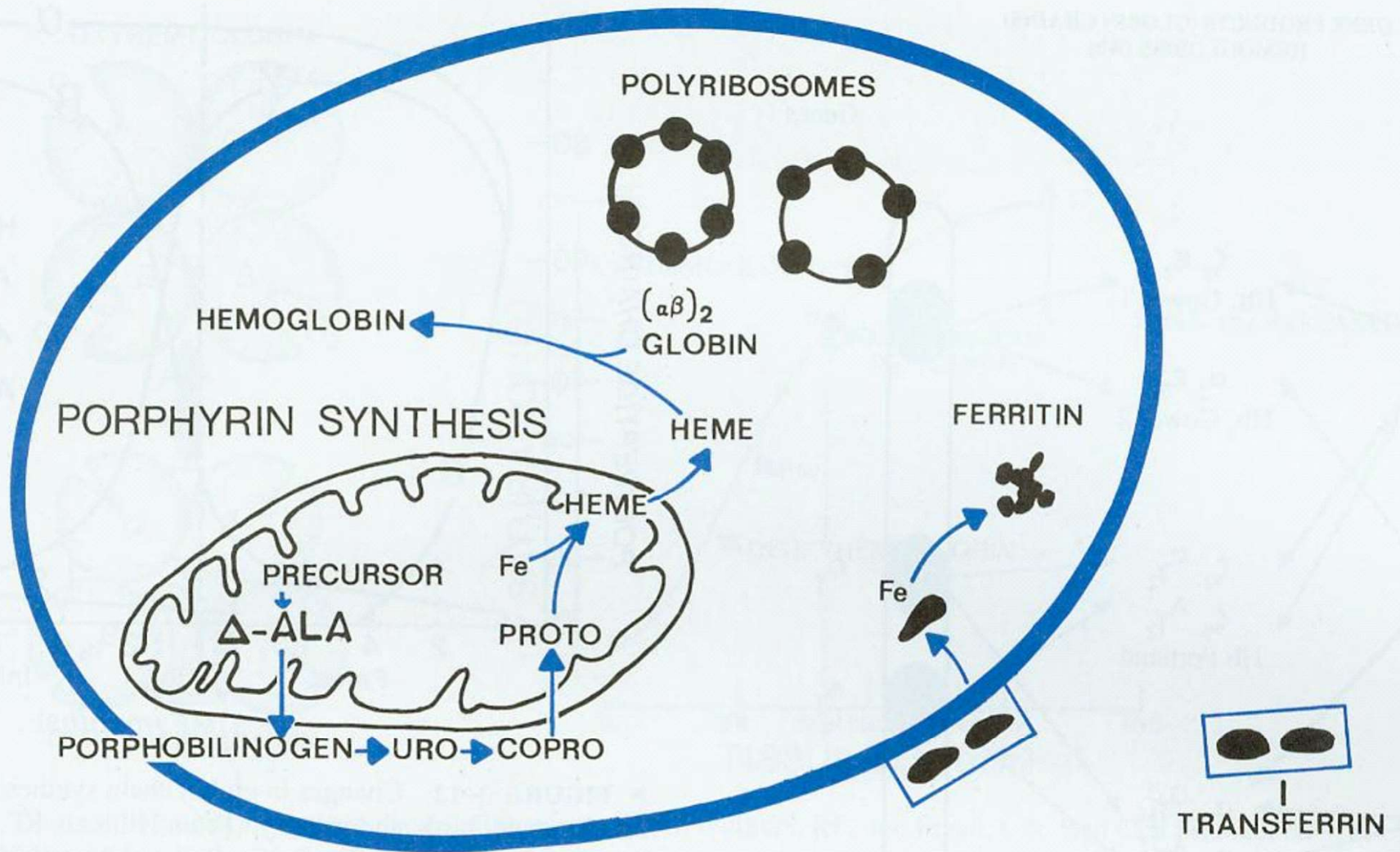
Colony Forming Unit



Σύνθεση αιμοσφαιρίνης

Εξαρτάται από 3 στάδια:

1. Επάρκεια σιδήρου
2. Επάρκεια πρωτοπορφυρίνης
(πρόδρομη μορφή της αίμης)
3. Επαρκής σύνθεση σφαιρινών



► **FIGURE 3-9** Hemoglobin synthesis in the reticulocyte. Δ -ALA = delta-aminolevulinic acid. URO = uroporphyrinogen, COPRO = coproporphyrinogen.

Απομάκρυνση
ξηρασμένων
ερυθροκυττάρων

50% του σιδήρου

Σχηματισμός νέων
ερυθροκυττάρων

Σπλήνας
και ήπαρ

Μυελός
των οστών



Όλα τα άλλα
κύτταρα

25% του σιδήρου βρίσκεται σε
άλλα κύτταρα που περιέχουν αίμη



Επανακυκλοφορία
σιδήρου

Σίδηρος
πλάσματος
3 mg

Επανακυκλοφορία
σιδήρου

Αιμοφόρα
αγγεία

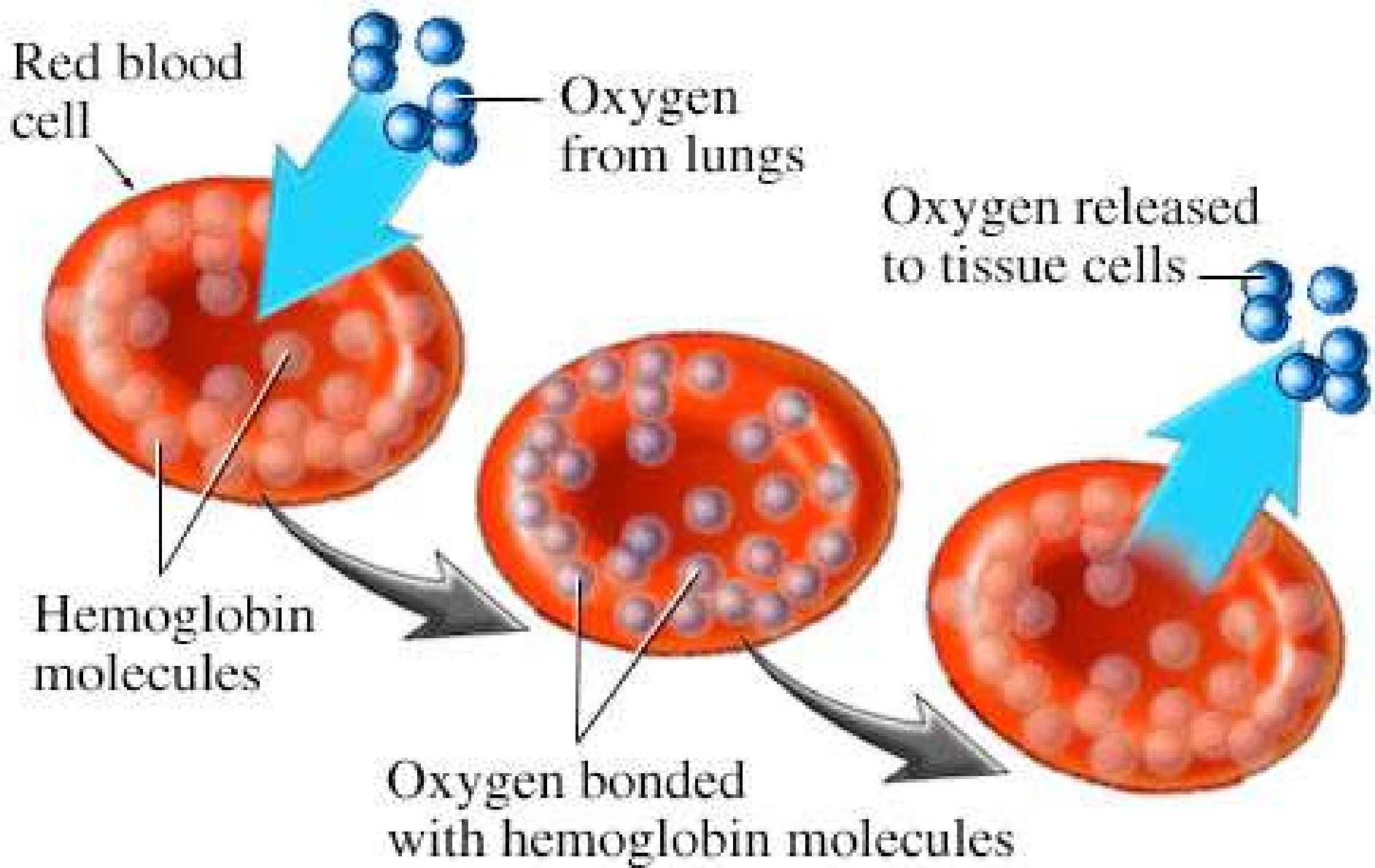
Απώλεια σιδήρου (ούρα, κύτταρα
δέρματος, ιδρώτας,
αίμα εμμήνων)

Απορρόφηση τροφής

10-20% του προσλαμβανόμενου σιδήρου απορροφάται
Αυξάνεται ή μειώνεται ανάλογα με τις ανάγκες του σώματος

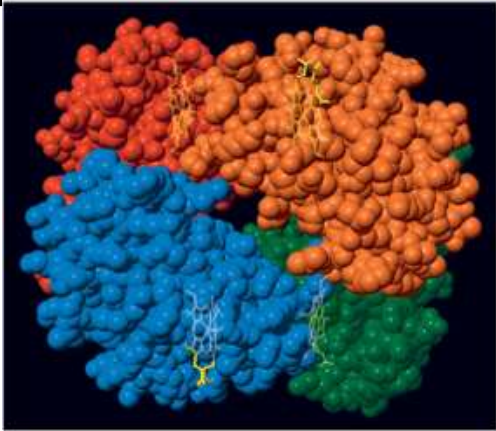


Αποθήκευση σιδήρου (κύρια στο ήπαρ)
25% στην φερριτίνη του ήπατος

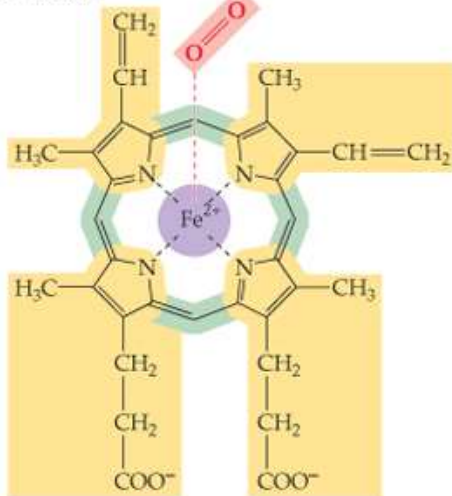


Μηχανισμοί μεταφοράς

A HEMOGLOBIN TETRAMER

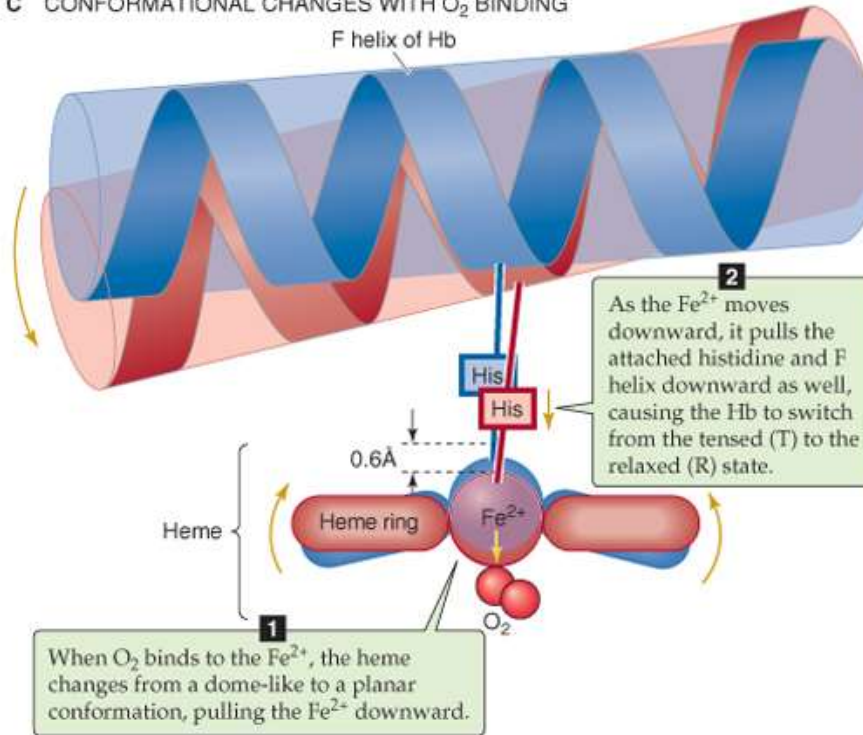


B HEME



Boron & Boulpaep: Medical Physiology, 2nd Edition.
Copyright © 2009 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

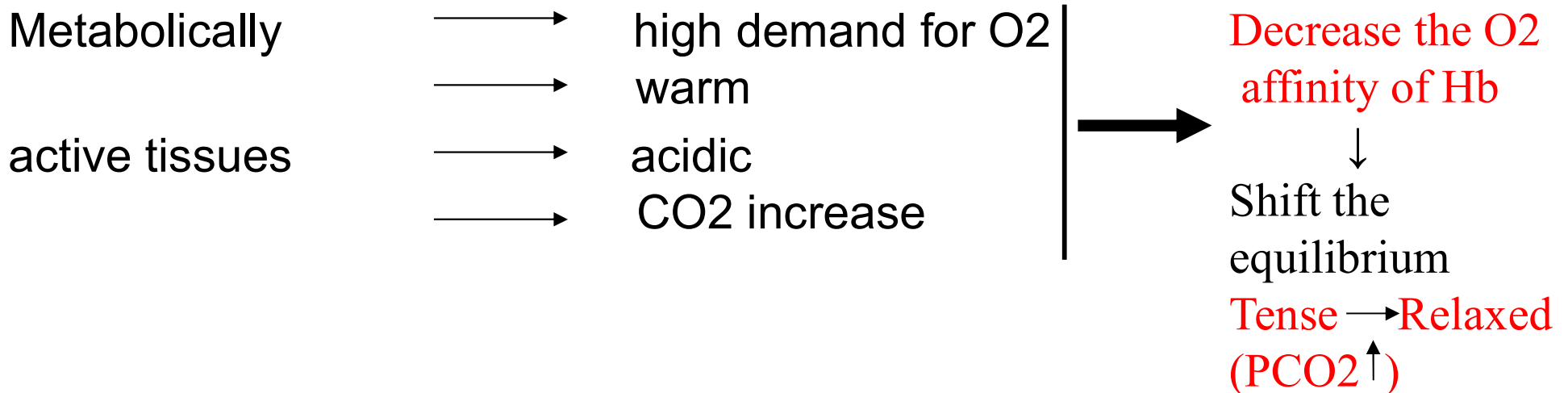
C CONFORMATIONAL CHANGES WITH O₂ BINDING



Tensed form low affinity for O₂.
As O binds to Hb it converts it to the relaxed form (high O₂ affinity).
T → R conversion:
needs very high oxygen pressure (PO₂)

Απελευθέρωση O₂

- Συνήθως οι ιστοί οι οποίοι χρειάζονται O₂ είναι θερμότεροι από το υπόλοιπο σώμα (μύες 40 C), παρέχουν όξινο περιβάλλον, πλούσιο σε CO₂.



- Hemoglobin → Methemoglobin
 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$

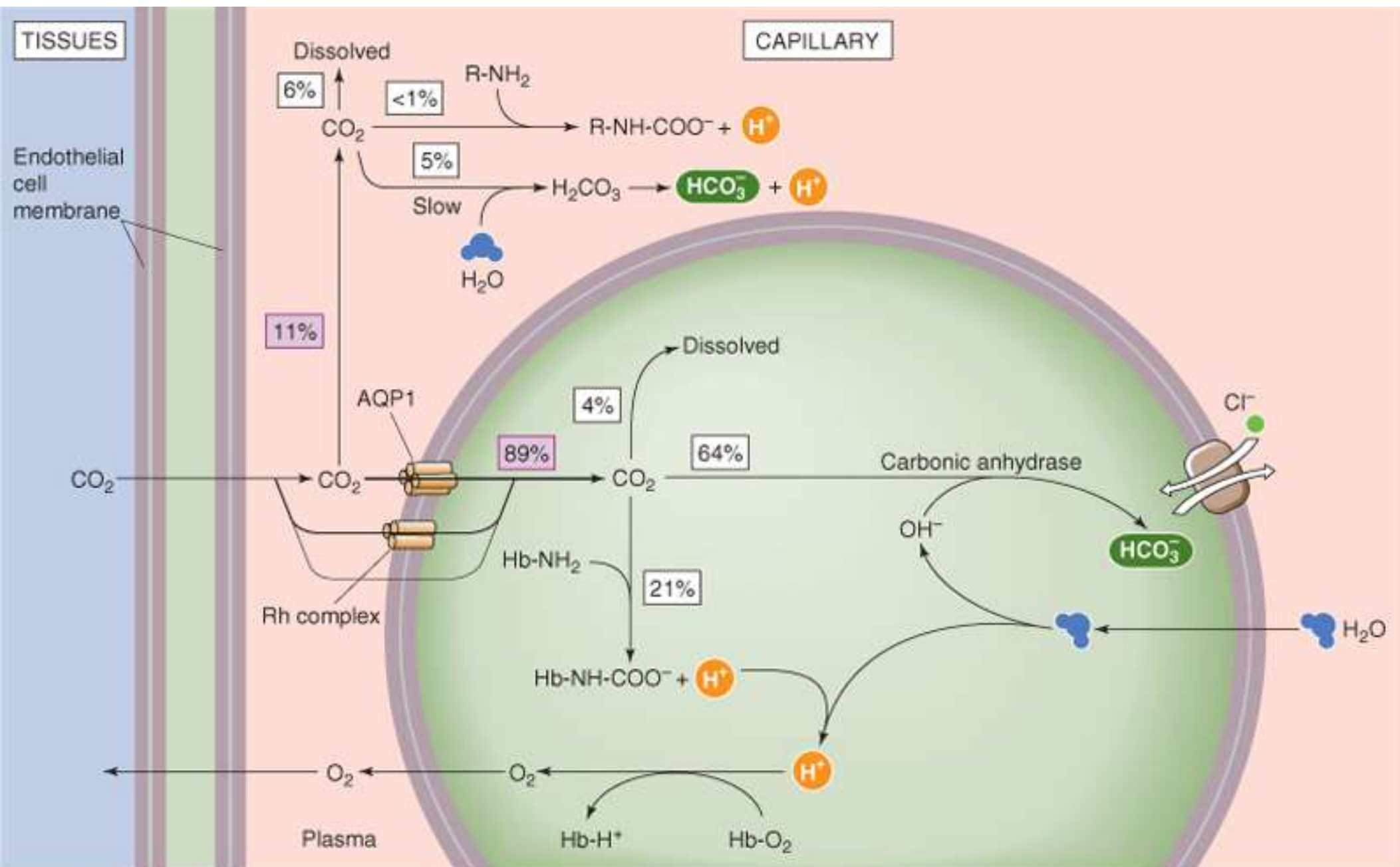
Methemoglobin → 25-30% μειωμένη ικανότητα να μεταφέρει O₂ σε σχέση με την αιμοσφαιρίνη.

Υπάρχει το ένζυμο **Methemoglobin reductase + NADH**: καταλύει την αντίδραση

Methemoglobin → Hemoglobin

Μόνο το 1.5% της συνολικής αιμοσφαιρίνης βρίσκεται στη μορφή Met.

- Glutathione (reduced): Protects RBC against oxidant damage.
- CO₂ entrance into the RBC: AQP1
- Carbonic anhydrase (CA1 and CA2): interconvert CO₂ and HCO₃⁻.
- CO₂ exit from the RBC: Cl-HCO₃ exchanger .



Boron & Boulpaep: Medical Physiology, 2nd Edition.
 Copyright © 2009 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

VITAMIN B₁₂ AND FOLIC ACID-PHYSIOLOGIC CONSIDERATIONS

Vitamin B₁₂

Folic acid

Sources

meat, fish

green vegetables, yeast

Daily requirement

2-5 ug

50-100 ug

Body stores

3-5 mg (liver)

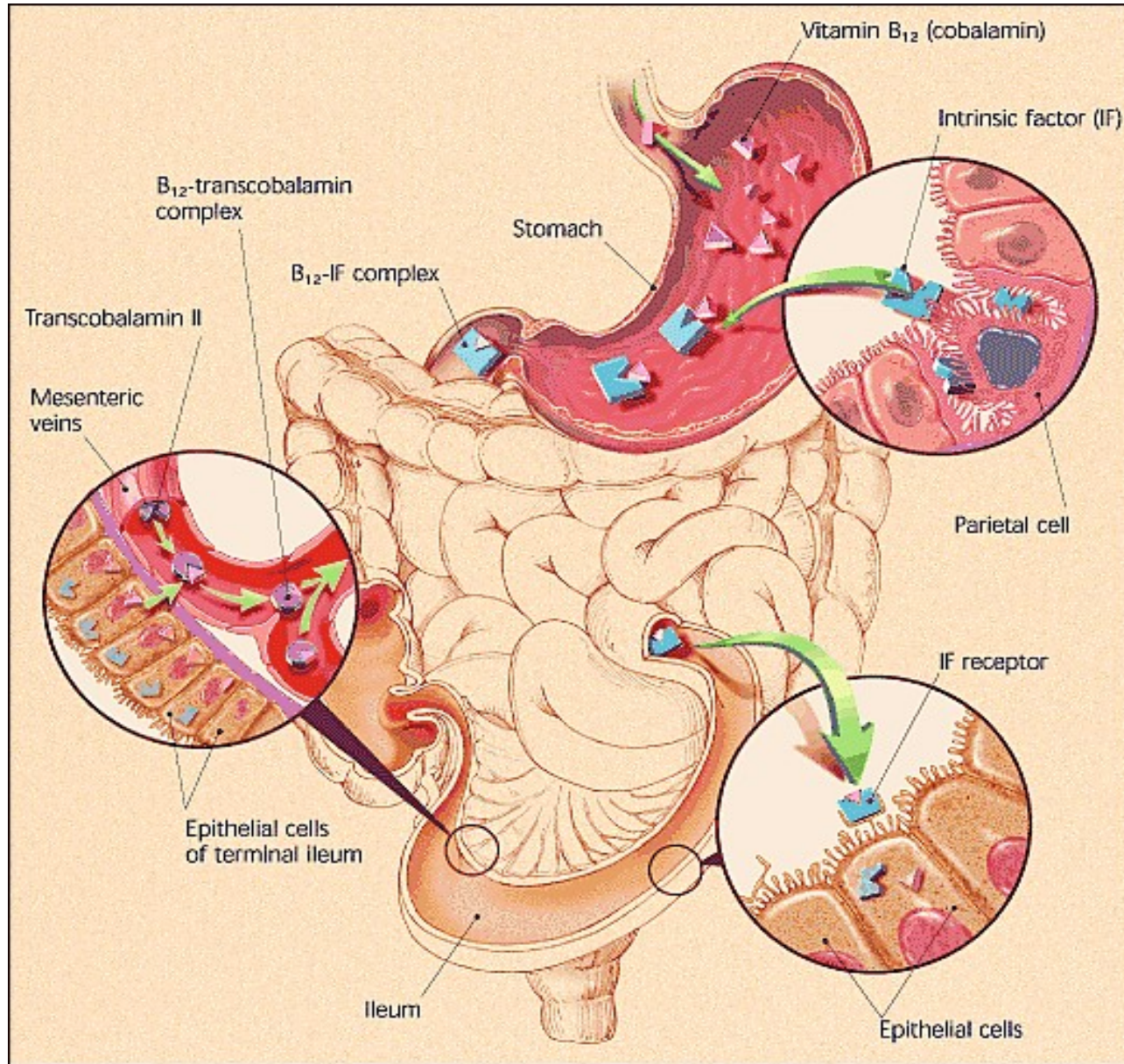
10-12mg (liver)

Places of absorption

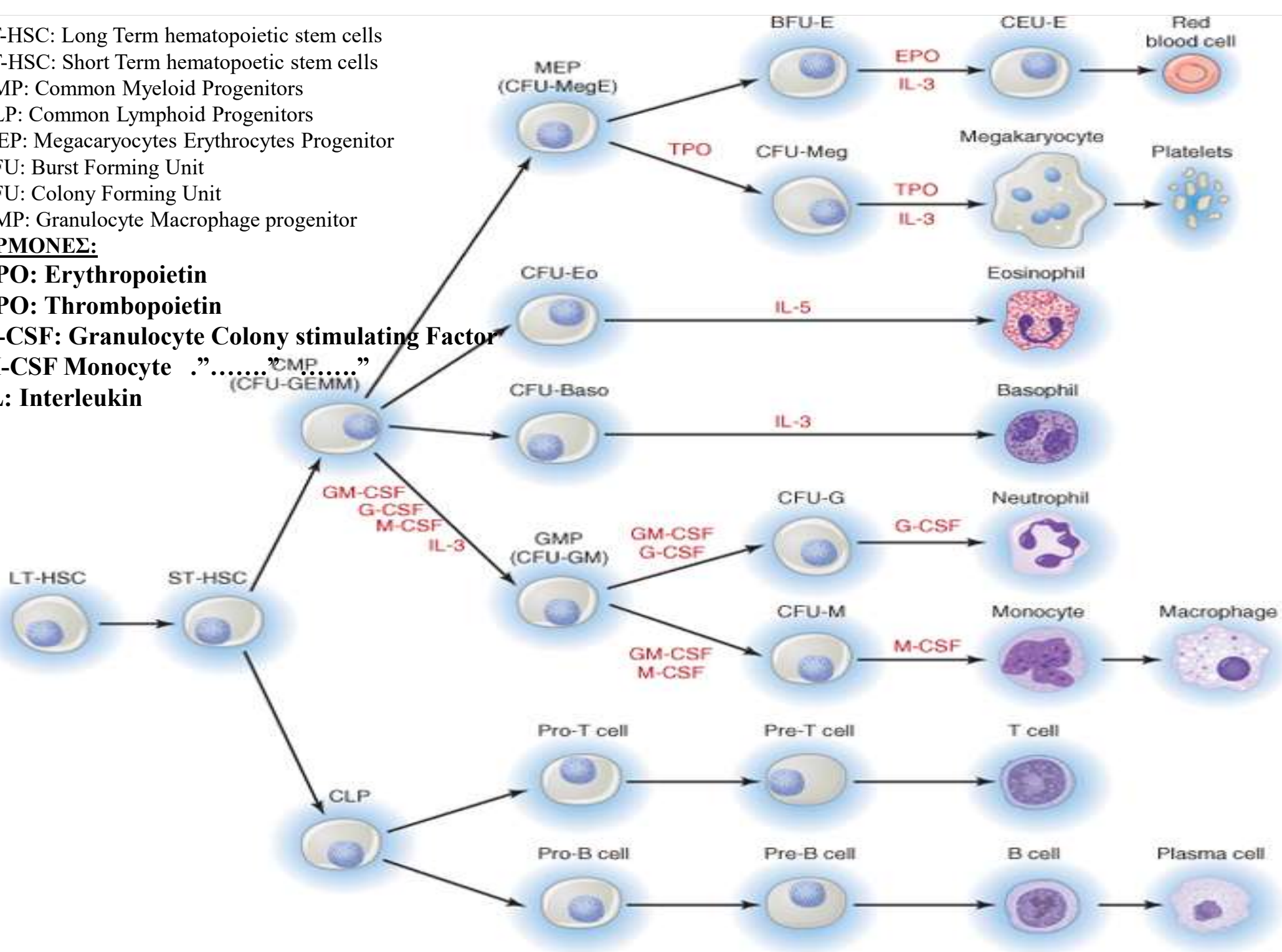
ileum

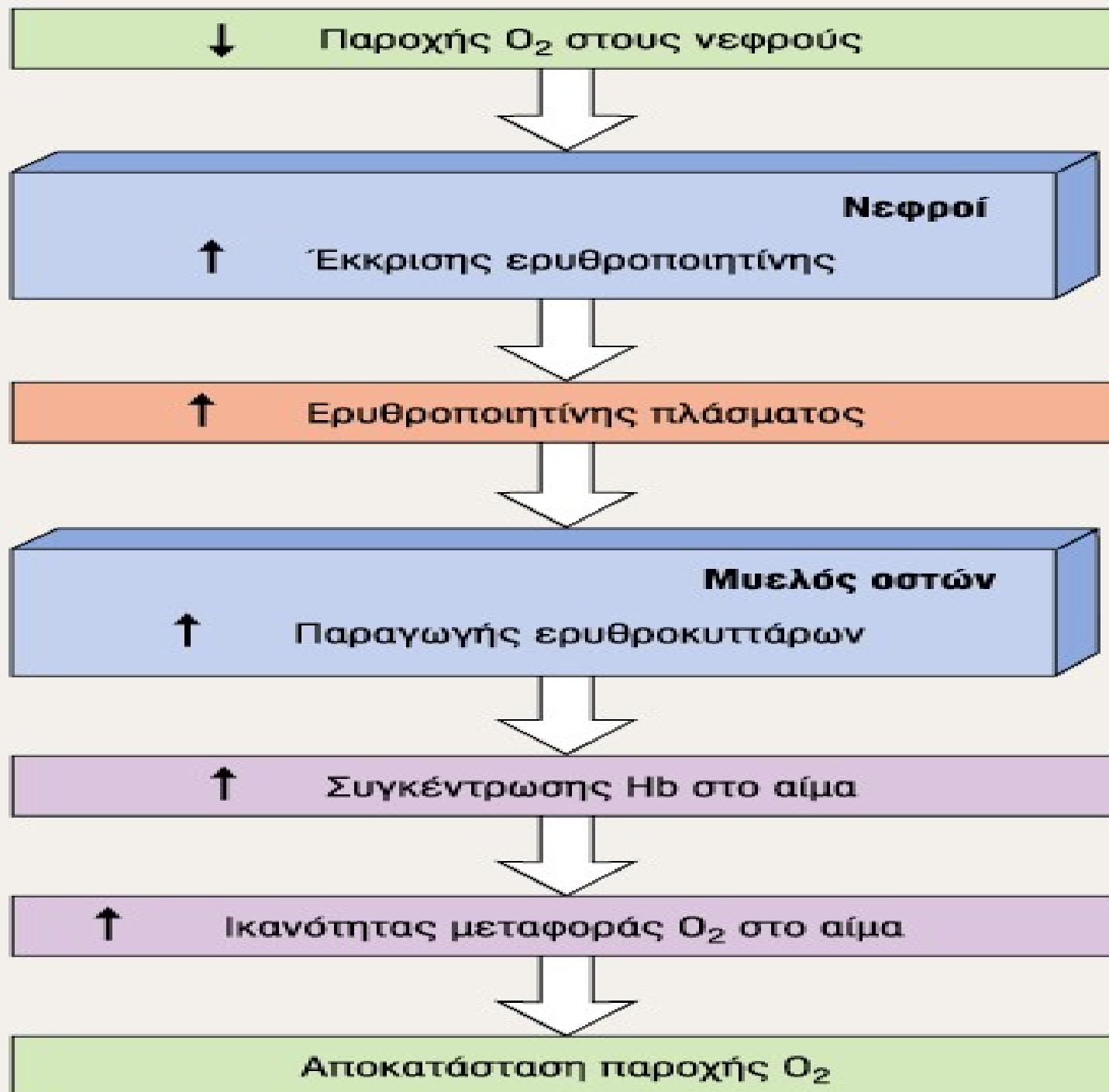
duodenum and proximal
segment of small intestine

Απορρόφηση B12



LT-HSC: Long Term hematopoietic stem cells
 ST-HSC: Short Term hematopoietic stem cells
 CMP: Common Myeloid Progenitors
 CLP: Common Lymphoid Progenitors
 MEP: Megacaryocytes Erythrocytes Progenitor
 BFU: Burst Forming Unit
 CFU: Colony Forming Unit
 GMP: Granulocyte Macrophage progenitor
OPMONEΣ:
EPO: Erythropoietin
TPO: Thrombopoietin
G-CSF: Granulocyte Colony stimulating Factor
M-CSF Monocyte .”.....”CMP”.....”
IL: Interleukin





ΚΥΡΙΕΣ ΑΙΤΙΕΣ ΑΝΑΙΜΙΑΣ

1. Διατροφική ανεπάρκεια ή δυσαπορρόφηση σιδήρου, Β12, φυλλικού οξέος

2. Ανεπάρκεια μυελού των οστών (τοξικές ουσίες, καρκίνος)

3. Απώλεια αίματος (αιμορραγία)

4. Ανεπαρκής έκκριση ΕΡΟ (παθήσεις νεφρών)

5. Υπέρμετρη καταστροφή ερυθρών (δρεπανοκυτταρική αναιμία)

Δρεπανοκυτταρική αναιμία Sickle (S) cell anaemia

- Glu → Val στη θέση 6 της β αλυσίδας
 - οξυγονωμένη S αιμοσφαιρίνη: **Φυσιολογική διαλυτότητα.**
 - Αποοξυγονωμένη S αιμοσφαιρίνη: **1/2 διαλυτότητας** από την φυσιολογική αποοξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη.
- Έτσι σε περιβάλλον με χαμηλό O₂: η S αιμοσφαιρίνη κρυσταλλοποιείται σε μακριές ινώδης δομές → Αλλαγή μορφής των RBC (sickle).

Τα S RBC είναι ευαίσθητα στην αιμόλυση (20 ημέρες)

2. Λευκά αιμοσφαίρια (WBC)

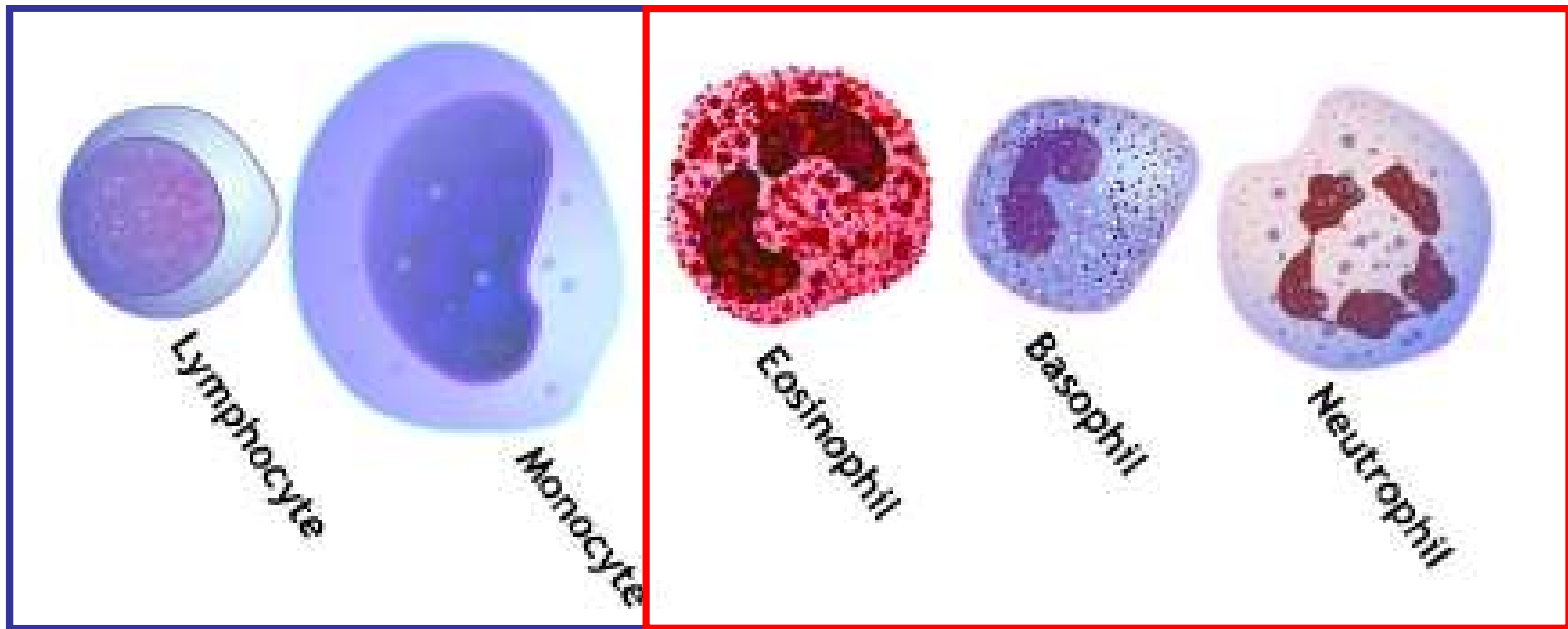
Κινητές μονάδες άμυνας του οργανισμού:

- ✓ **Καταστροφή: εισβολέων μικροοργανισμών παθολογικών κυττάρων (π.χ καρκινικών)**
- ✓ **Κάθαρση κυτταρικών υπολειμμάτων (φαγοκυττάρωση)**
- ✓ **Συμβολή στην αποκατάσταση της ιστικής βλάβης**

Τύποι λευκών αιμοσφαιρίων

Ακοκκιοκύτταρα

Κοκκιοκύτταρα



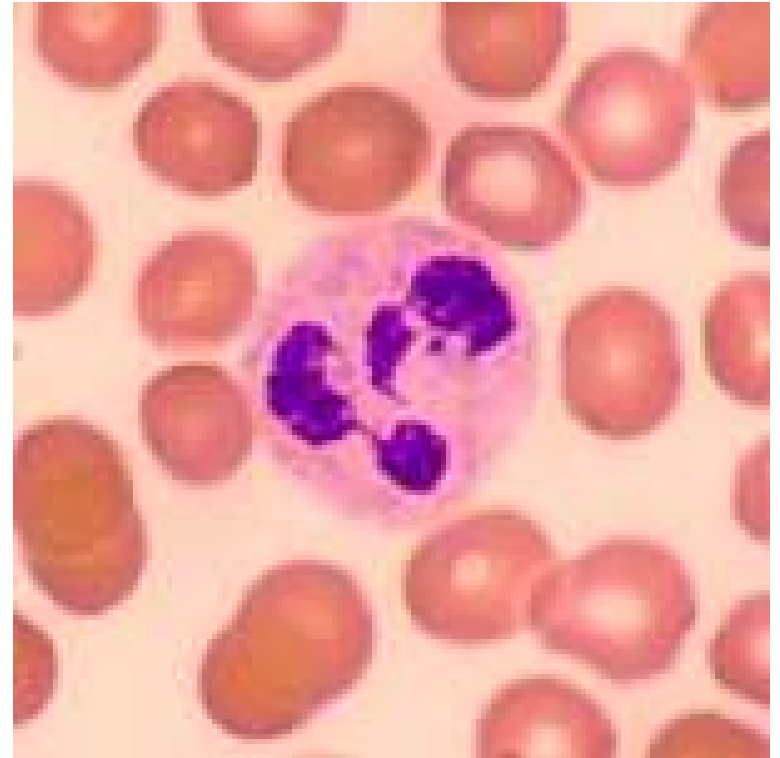
Κάθε λευκό αιμοσφαίριο έχει ειδική λειτουργία

1. ΟΥΔΕΤΕΡΟΦΙΛΑ (Neutrophils)

- **50-70% όλων των λευκοκυττάρων (τα πιο άφθονα)**

- **Συμμετοχή στις φλεγμονώδεις αντιδράσεις**

- ✓ **Φαγοκυτταρική δράση**
- ✓ **Ενεργοποίηση βακτηριοκτόνων μηχανισμών**

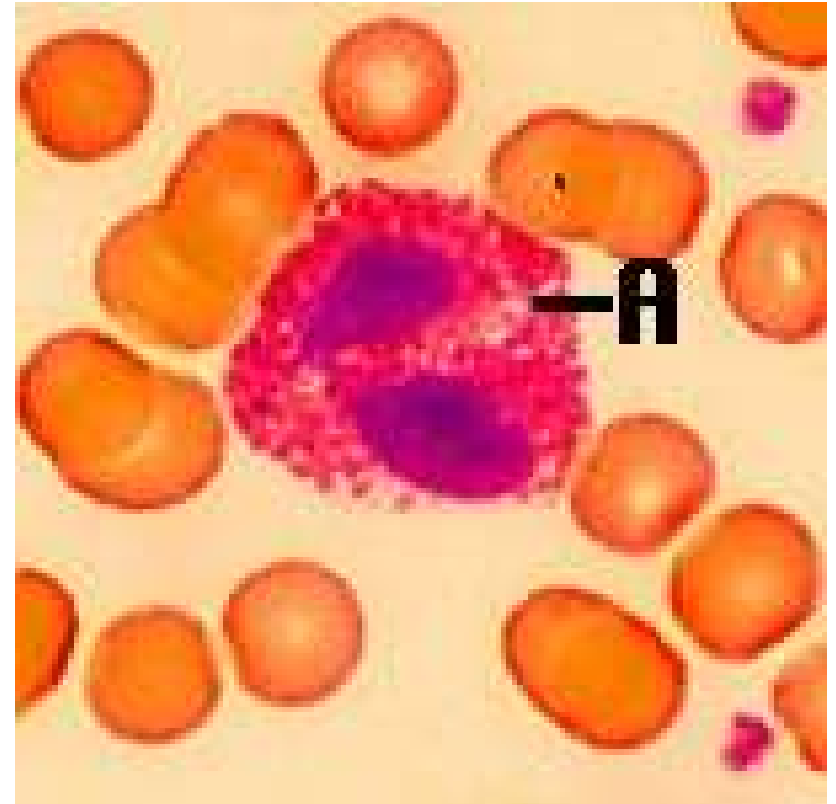


2. ΗΩΣΙΝΟΦΙΛΑ (Eosinophils)

- 1-4% των λευκών αιμοσφαιρίων

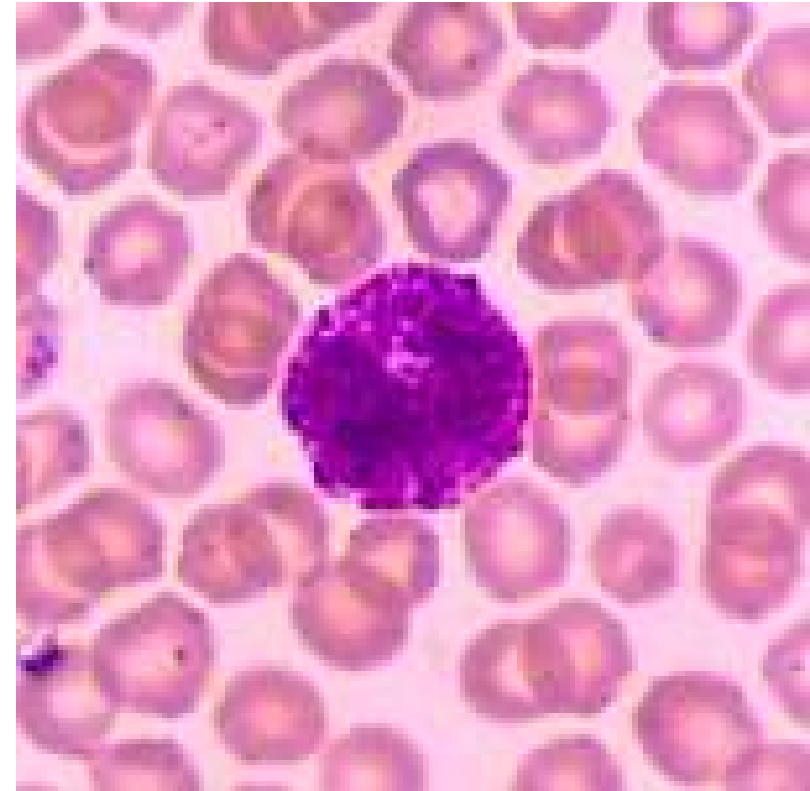
- Κατά παρασίτων

- Συμμετοχή στην παθογένεση αλλεργικών αντιδράσεων



3. ΒΑΣΕΟΦΙΛΑ (Basophils)

- **0.5% των λευκών αιμοσφαιρίων**
- **Στο σημείο της φλεγμονής μετατρέπονται σε σιτευτικά κύτταρα και απελευθερώνουν ισταμίνη και ηπαρίνη**
- **Συμμετέχουν σε αλλεργικές αντιδράσεις**

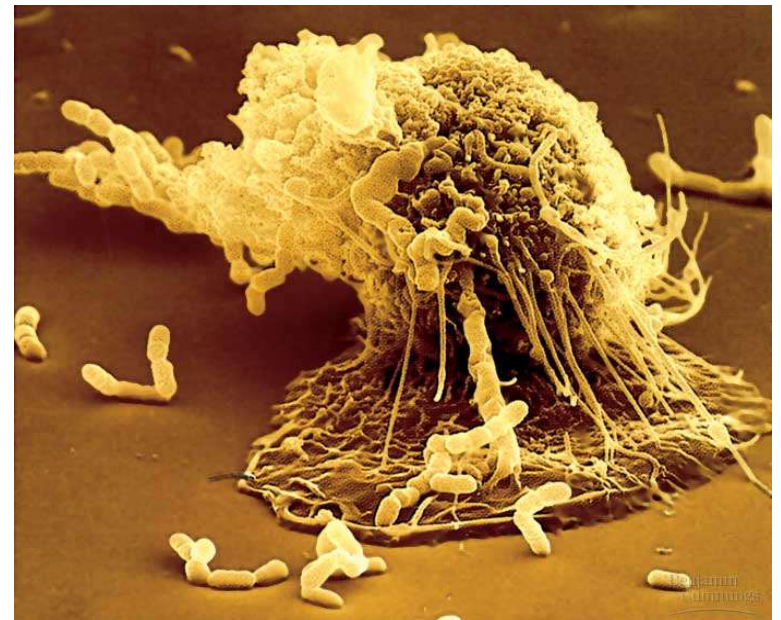
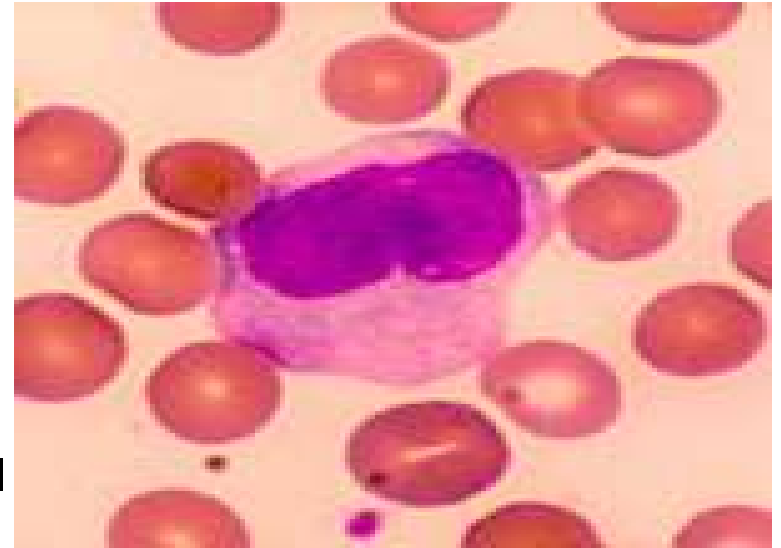


4. ΜΟΝΟΚΥΤΤΑΡΑ (Monocytes)

- 2-6 % των λευκών αιμοσφαιρίων

- Εγκαταλείπουν τα αγγεία (διαπήδηση) και φτάνουν στους ιστούς όπου γίνονται μακροφάγα

- Φαγοκυτταρικές ιδιότητες

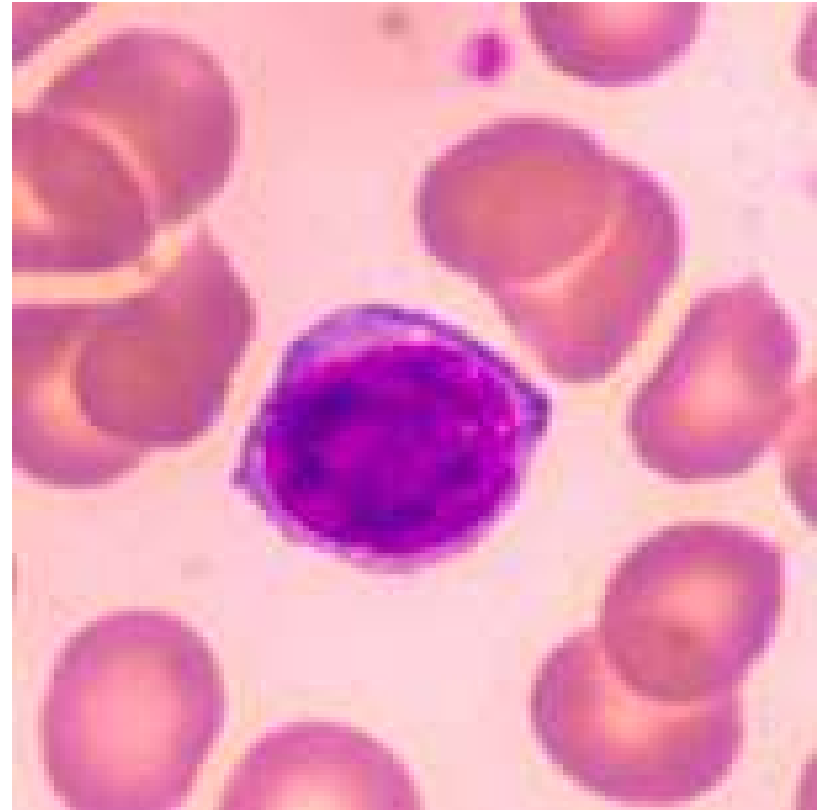


5. ΛΕΜΦΟΚΥΤΤΑΡΑ (Lymphocytes)

- 25-33 % των λευκοκυττάρων

- Β-λεμφοκύτταρα:
παραγωγή αυτοαντισωμάτων

- Τ-λεμφοκύτταρα:
άμεση καταστροφή καρκινικών κυττάρων
και κυττάρων προσβαλλόμενων από ιούς



Ευχαριστω για την προσοχή σας

Ερωτήσεις?