

Αιμοποιητικό σύστημα

Βασιλική Βαρτελά, MD, PhD

Καρδιολόγος, ΩΚΚ

Α΄ Εξάμηνο

Τμήμα Μαιευτικής

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

02/12/2024

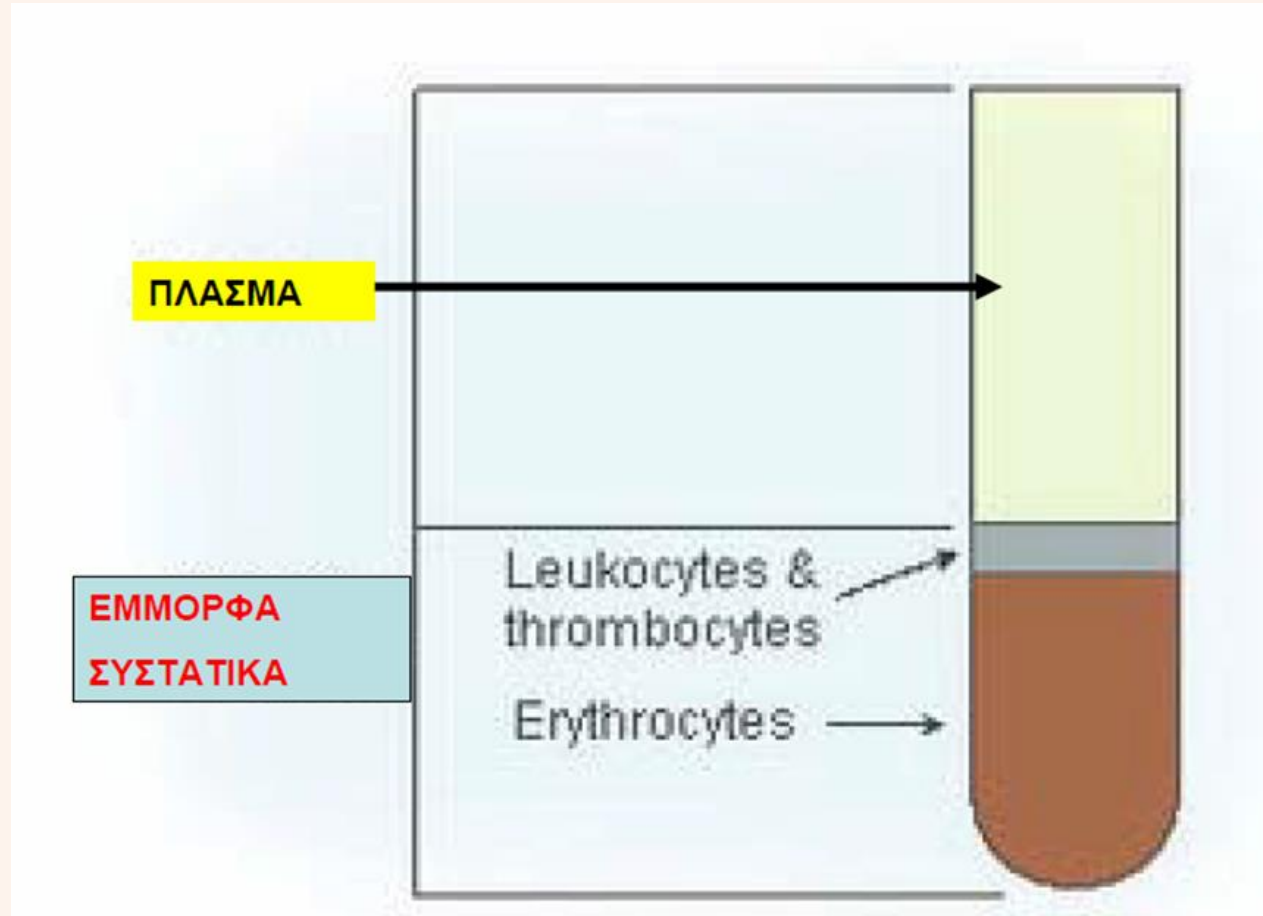
Λειτουργίες αίματος

1. Μεταφορά O₂ και CO₂.
2. Μεταφορά θρεπτικών ουσιών, ανόργανων αλάτων, βιταμινών.
3. Μεταφορά ορμονών και ενζύμων.
4. Μεταφορά άχρηστων ή βλαβερών ουσιών.
5. Μεταφορά και κατανομή θερμότητας.
6. Συμβολή στη διατήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας του οργανισμού.
7. Ρυθμίζει την ανταλλαγή νερού μεταξύ αγγείων και υγρού των ιστών.
8. Συμβολή στην άμυνα του οργανισμού.
9. Συμβολή στην πήξη του αίματος.

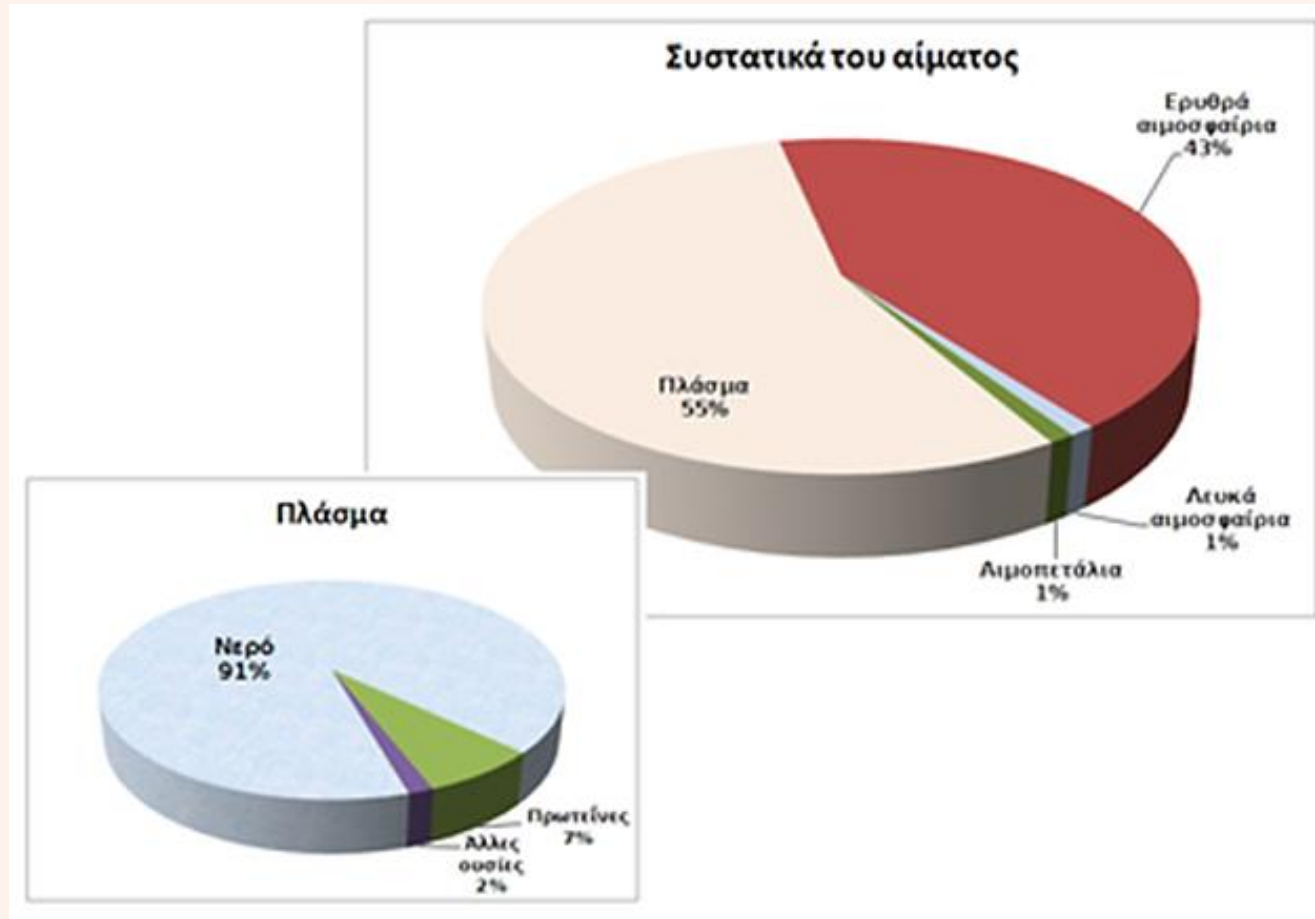
Λειτουργίες αίματος

- **Μεταφορά:** O₂/CO₂/θρεπτικά/προϊόντα μεταβολισμού/ορμόνες
- **Προστασία:**-πήξη αίματος
-παρεμπόδιση εισόδου μικροοργανισμών
- **Ρύθμιση:** έλεγχος ποσότητας υγρών και θερμορρύθμιση

Συστατικά αίματος



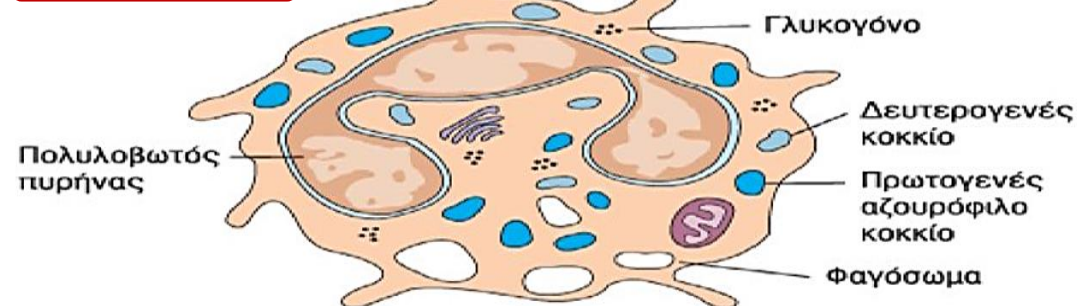
Συστατικά αίματος



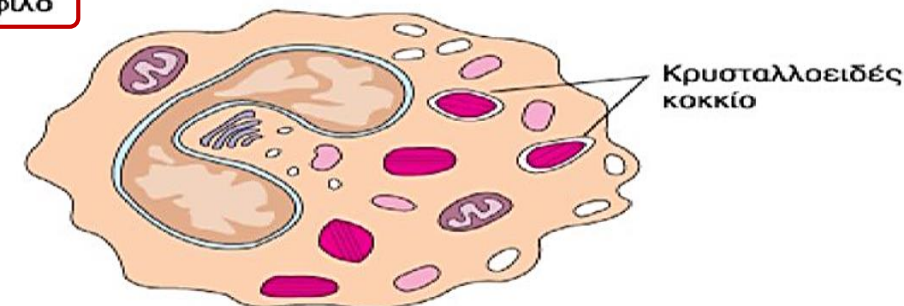
Έμμορφα συστατικά

- **Ερυθρά** αιμοσφαίρια ή ερυθροκύτταρα.
- **Λευκά** αιμοσφαίρια ή λευκοκύτταρα.
 - α) Πολυμορφοπύρρηνα ή κοκκιοκύτταρα.
 - I) Ουδετερόφιλα
 - II) Ηωσινόφιλα
 - III) Βασεόφιλα
 - β) Μεγάλα μονοπύρρηνα.
 - γ) Λεμφοκύτταρα.
 - I) Β-λεμφοκύτταρα
 - II) Τ-λεμφοκύτταρα
- **Αιμοπετάλια** ή θρομβοκύτταρα.

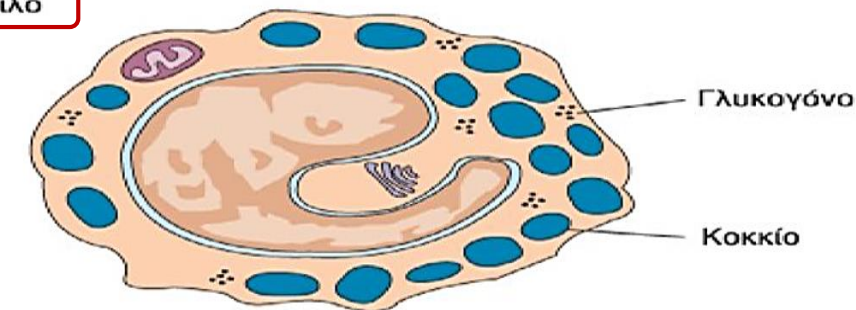
(α) Ουδετερόφιλο



(β) Εωσινόφιλο



(γ) Βασεόφιλο



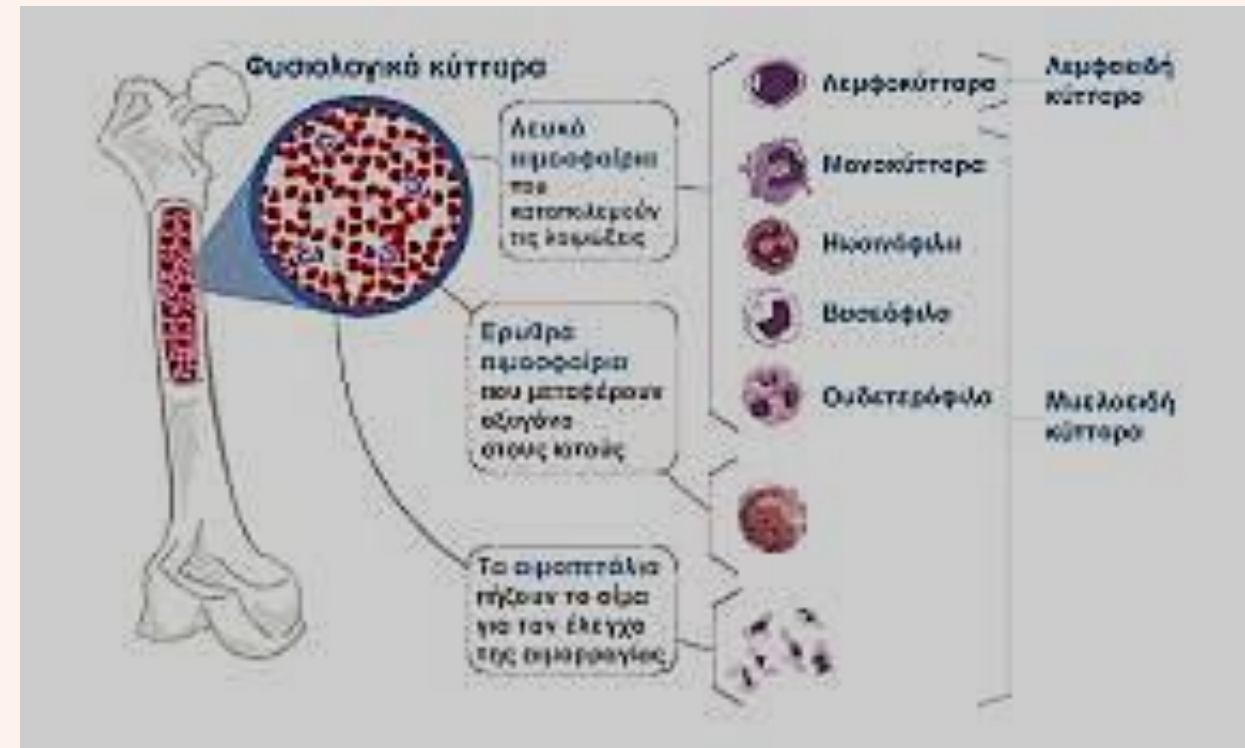
Διαγραμματική απεικόνιση της τυπικής μορφολογίας των κοκκιοκυττάρων. Αξιοσημείωτες είναι οι διαφορές που παρατηρούνται στο σχήμα του πυρήνα, καθώς και στον αριθμό και το σχήμα των κυτταροπλασματικών κοκκίων.

Έμμορφα συστατικά

Ερυθρά αιμοσφαίρια : μεταφέρουν O_2 και CO_2

Λευκά αιμοσφαίρια : υπεύθυνα για την άμυνα του οργανισμού

Αιμοπετάλια : σημαντικά για τους πηκτικούς μηχανισμούς



Πλάσμα του αίματος

- Είναι η υγρή φάση του αίματος, συνολικός όγκος **3 lt.**
- **90% από νερό** που μέσα είναι διαλυμένες διάφορες ουσίες, όπως ανόργανα και οργανικά συστατικά.
- **Ανόργανα το 1%** του πλάσματος όπως ιόντα Na^+ , Cl^- , HCO_3^- , K^+ και Ca^{2+} που παίζουν σημαντικό ρόλο στη διέγερση των μεμβρανών.
- **Οργανικά** αποτελούν το 6-8% του πλάσματος όπως τα λευκώματα (λευκωματίνες, σφαιρίνες, ινωδογόνο).
- Το υπόλοιπο αποτελείται από υδατάνθρακες και κυρίως γλυκόζη, αμινοξέα, λιπίδια και βιταμίνες, άχρηστα προϊόντα όπως κρεατινίνη, χολερυθρίνη, ουρία και το ουρικό οξύ, μικρές ποσότητες διαλυμένα αέρια όπως είναι το O_2 και το CO_2 και ορμόνες.
- Χρώμα του πλάσματος είναι **υποκίτρινο** διαφανές υγρό.

Πρωτεΐνες του πλάσματος

- **Αλβουμίνες, σφαιρίνες και ινωδογόνο.**
- Αλβουμίνες ή λευκωματίνες είναι οι πιο άφθονες. Δεσμεύουν ουσίες για τη μεταφορά τους πχ χολερυθρίνη, χολικά άλατα και κάποια φάρμακα.
- **Υπάρχουν 3 υποκατηγορίες σφαιρινών**, οι α-σφαιρίνες, β-σφαιρίνες και γ-σφαιρίνες
- **α-σφαιρίνες** και **β-σφαιρίνες** δεσμεύουν ουσίες για μεταφορά πχ θυρεοειδική ορμόνη, χοληστερόλη και σίδηρος.
- Στις **α-σφαιρίνες** και **β-σφαιρίνες** ανήκουν κάποιοι παράγοντες πήξης και κάποιες ανενεργές πρωτεΐνες του πλάσματος που ενεργοποιούνται για να ρυθμίσουν κάποιες ανάγκες του οργανισμού, πχ η α-σφαιρίνη αγγειοτενσινογόνο μετατρέπεται σε ενεργή αγγειοτενσίνη.

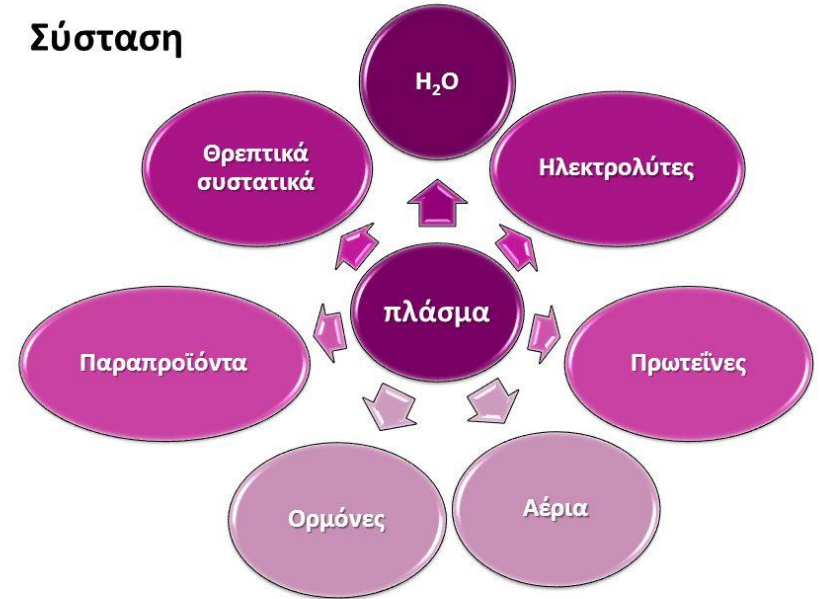
Πρωτεΐνες του πλάσματος

- **γ-σφαιρίνες** είναι αντισώματα ή ανοσοσφαιρίνες που παίζουν σημαντικό ρόλο στους αμυντικούς μηχανισμούς του οργανισμού ενάντια στους διαφόρους εισβολείς.
- **Ινωδογόνο** είναι σημαντικός παράγοντας της πήξης.
- Οι πρωτεΐνες του πλάσματος παράγονται στο **ήπαρ**.
- Τα αντισώματα παράγονται από τα Β-λεμφοκύτταρα (πλασματοκύτταρα)

Λειτουργίες πλάσματος

- α) Μεταφοράς

- β) Ρυθμιστής



Πρωτεΐνες

- 7% του βάρους του πλάσματος
- **Ταξινόμηση:** (με κριτήριο τις φυσικές και χημικές τους ιδιότητες)
 - ❖ **Λευκοματίνες:** Αλβουμίνη
60% των πρωτεϊνών του πλάσματος. Διατήρηση της οσμωτικής πίεσης
 - ❖ **Σφαιρίνες**
μεταφορά λιποειδών, στεροειδών, αντιγόνων
 - ❖ **Ινωδογόνο:** για την πήξη

Πλάσμα χωρίς ινωδογόνο/παραγοντες πήξης = **Ορός**

A) Μεταφορέας

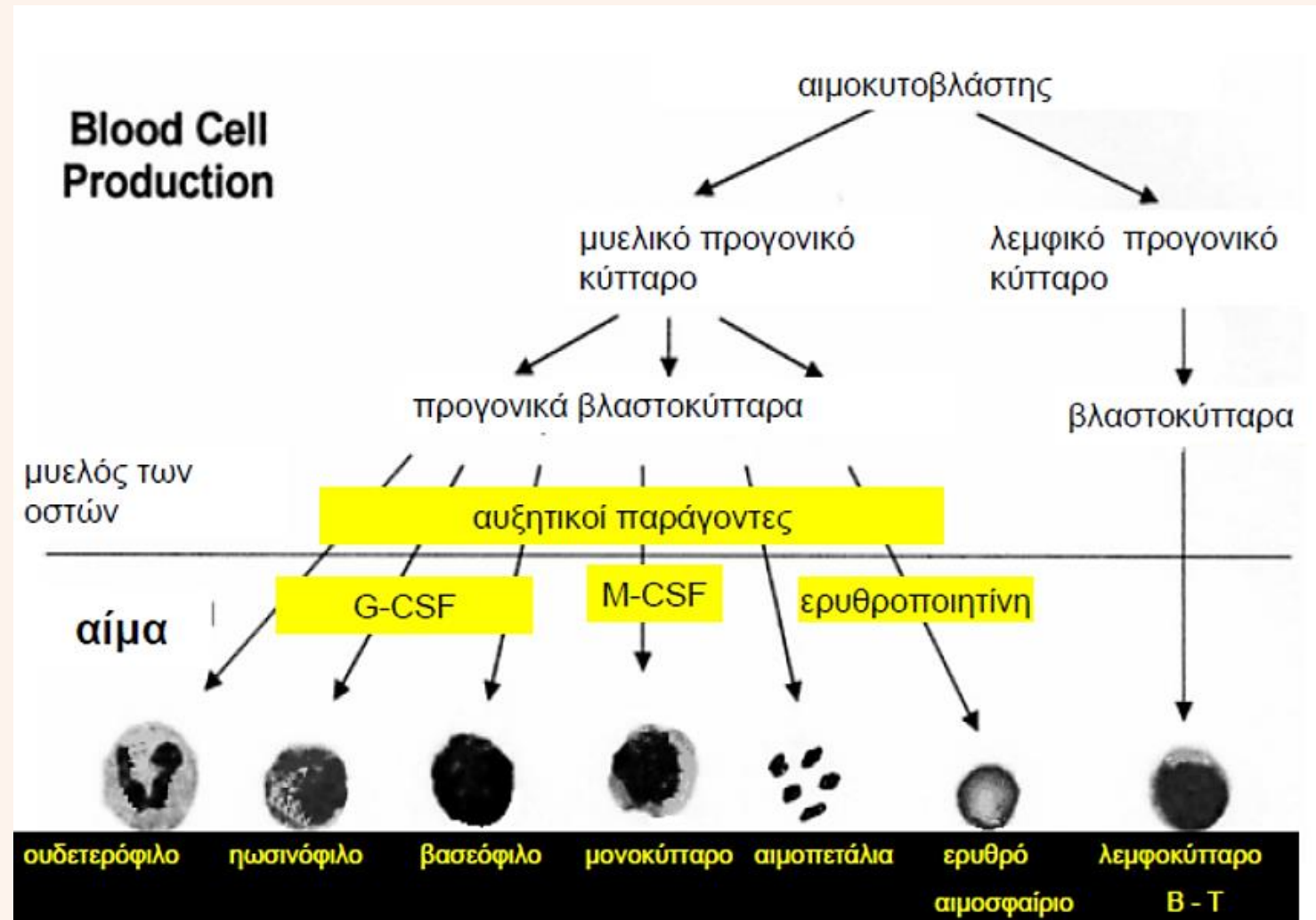
- Μεταφέρει το O₂ στους ιστούς και απομακρύνει το CO₂.
- Μεταφέρει θρεπτικές ουσίες.
- Μεταφέρει ορμόνες, ένζυμα και βιταμίνες στα όργανα-στόχο.
- Απομακρύνει μεταβολίτες (ουρία, κρεατινίνη κ.α) μέσω διαφόρων οργάνων (νεφροί, πνεύμονες, δέρμα)

B) Ρυθμιστής ομοιόστασης

- Διατηρεί την οξεοβασική ισορροπία
- Ρυθμίζει την ανταλλαγή υγρών μεταξύ των διαμερισμάτων του οργανισμού (πλάσμα και διάμεσο υγρό)
- Συμβάλλει στην άμυνα του οργανισμού (λευκά αιμοσφαίρια, αντισώματα)

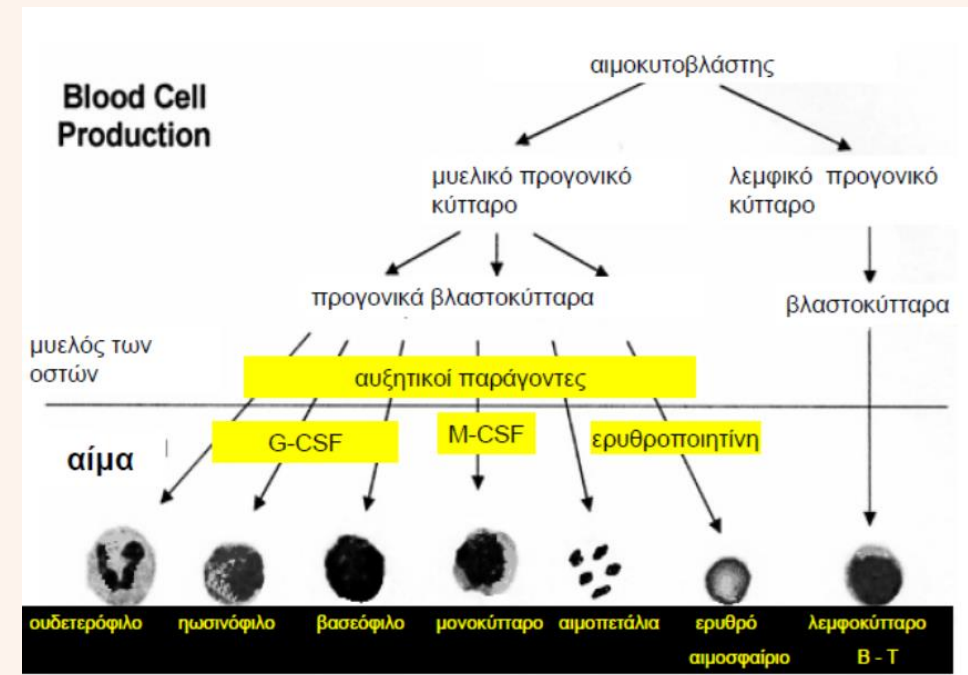
Αιμοποίηση

- Λειτουργία μέσω της οποίας παράγονται όλα τα έμμορφα συστατικά του αίματος



Γένεση κυττάρων του αίματος

- Τα αδιαφοροποίητα **πολυδύναμα αιμοποιητικά βλαστικά κύτταρα (Hematopoietic Stem Cells)** είναι κύτταρα του μυελού των οστών που παράγουν όλους τους τύπους κυττάρων του αίματος.
- Διαφοροποιούνται προς δεσμευμένα προγονικά κύτταρα.
- Τα δεσμευμένα προγονικά κύτταρα διαφοροποιούνται προς διάφορους τύπους των κυττάρων του αίματος.
- Υπάρχουν ξεχωριστές δεξαμενές προγονικών κυττάρων για μεγακαρυοκύτταρα, για λεμφοκύτταρα, για ερυθροκύτταρα, για ηωσινόφιλα και για βασεόφιλα.
- Τα ουδετερόφιλα και τα μονοκύτταρα προκύπτουν από ένα κοινό πρόγονο.



Μυελός των οστών

- **Στον ενήλικα:** ερυθροποίηση **στον ερυθρό μυελό των οστών.**
- **Στο έμβρυο:** από τον λεκιθικό ασκό. Στο τέλος 2^{ου} μήνα από το ήπαρ. Μεταξύ 2ου και 5^{ου} μήνα επεκτείνεται και στον σπλήνα. Από 5^ο μήνα αποκλειστικά από τον ερυθρό μυελό των οστών.
- **Στα παιδιά:** αποκλειστικά από μυελό των οστών που βρίσκεται στις κοιλότητες όλων των οστών.
- Από 21ο έτος: ερυθρό μυελό των οστών στα πλατιά οστά, στο στέρνο και πλευρές, στα οστά της λεκάνης, στους σπονδύλους και στις κεντρικές επιφύσεις του μηριαίου και βραχιόνιου οστού.

Η **ερυθροποίηση** είναι η αναπτυξιακή διαδικασία του οργανισμού που οδηγεί στην παραγωγή νέων ερυθροκυττάρων και η οποία διαρκεί περίπου 7 ημέρες.

Μυελός των οστών

- Ο ενεργός μυελός ονομάζεται **ερυθρός μυελός**, ενώ ο ανενεργός έχει υποστεί λιπώδη διήθηση και λέγεται **ωχρός μυελός**.
- Στους ενήλικες, όταν **τα κύτταρα αίματος σχηματίζονται στο ήπαρ και τον σπλήνα ονομάζεται εξωμυελική αιμοποίηση**. Συνήθως σε νοσήματα που ο μυελός των οστών είτε έχει καταστραφεί είτε έχει υποστεί ίνωση.
- Ο **μυελός των οστών** είναι ένα από τα μεγαλύτερα όργανα του σώματος, και έχει το βάρος και το μέγεθος του ήπατος. Είναι από τα πιο ενεργά όργανα του σώματος.

Μυελός των οστών

- Φυσιολογικά, το 75% των μυελικών κυττάρων παράγει λευκά αιμοσφαίρια και μόνο το 25% παράγει τα ώριμα ερυθρά αιμοσφαίρια.
- Αυτό συμβαίνει γιατί η διάρκεια ζωής των λευκών αιμοσφαιρίων είναι σύντομη, ενώ εκείνη των ερυθρών είναι μεγάλη, παρόλο που υπάρχουν πολύ περισσότερα ερυθρά στην κυκλοφορία

Έμμορφα συστατικά

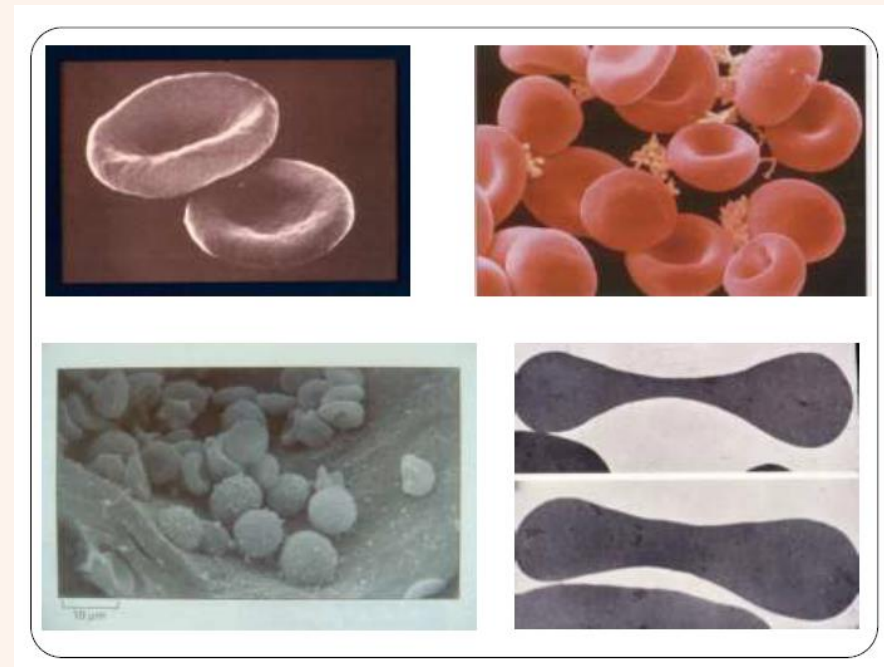
Ερυθρά αιμοσφαίρια : μεταφέρουν O_2 και CO_2

Λευκά αιμοσφαίρια : υπεύθυνα για την άμυνα του οργανισμού

Αιμοπετάλια : σημαντικά για τους πηκτικούς μηχανισμούς

Ερυθρά αιμοσφαίρια

- Σχήμα αμφίκυκλου δίσκου.
- Προέρχονται από ερυθρό μυελό των οστών.
- Τα ώριμα ερυθροκύτταρα δεν έχουν πυρήνα.



Ερυθρά αιμοσφαίρια

- Όριμα ερυθροκύτταρα περιέχουν **γλυκολυτικά ένζυμα** και ανθρακική αφυδρατάση (**καρβονική ανυδράση**).
↓
- Ερυθροκύτταρα χρησιμοποιούν τα γλυκολυτικά ένζυμα για **παραγωγή ενέργειας** και να διατηρήσουν τις ενδοκυτταρικές συγκεντρώσεις των ιόντων σταθερές.
- Επειδή **στερούνται από μιτοχόνδρια** δεν μπορούν να παράγουν ATP μέσω οξειδωτικής φωσφορυλίωσης.
- Η **καρβονική ανυδράση** είναι σημαντικό ένζυμο για τη **μεταφορά του CO₂**. Μετατρέπει το παραγόμενο από τον μεταβολισμό **CO₂** σε **διτανθρακικό ιόν (HCO₃⁻)** που είναι η κύρια μορφή με την οποία μεταφέρεται το CO₂ στο αίμα.

Συνεπώς, το CO₂ μεταφέρεται :

- 1) μέσω της μεταφοράς του από την αιμοσφαιρίνη και 2) μέσω της μετατροπής του σε HCO₃⁻ από την καρβονική ανυδράση.

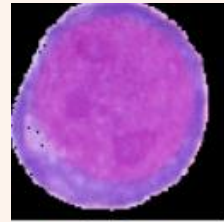
Ερυθρά αιμοσφαίρια

- Το **ιδιόμορφο σχήμα του αμφίκοιλου δίσκου** καθώς και η **απουσία πυρήνα** έχει το πλεονέκτημα να περιέχεται **μεγάλο ποσό αιμοσφαιρίνης**, και τα μόρια της αιμοσφαιρίνης να βρίσκονται σε **πολύ μικρή απόσταση από την κυτταρική μεμβράνη για πρόσληψη και απόδοση του οξυγόνου**.
- Έχουν **μεγαλύτερη επιφάνεια** για τη διάχυση του οξυγόνου, από ότι το σφαιρικό σχήμα ίσου όγκου.
- Έχουν εύκαμπτη μεμβράνη, οπότε το σχήμα τους μεταβάλλεται καθώς συμπιέζονται κατά τη δίοδό τους από τα τριχοειδή με αυλό διαμέτρου γύρω στα 3-5 μm .
- Το **μικρό πάχος του κυττάρου** επιτρέπει τη **γρήγορη διάχυση του O_2** μεταξύ περιφερικών και εσώτερων περιοχών του κυττάρου.

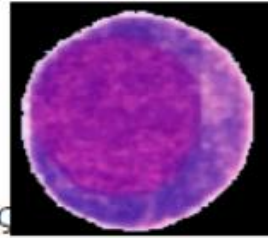
Λειτουργίες των ερυθρών αιμοσφαιρίων

- Μεταφορά **αιμοσφαιρίνης**, η οποία με τη σειρά της μεταφέρει οξυγόνο από τους πνεύμονες στους ιστούς.
- Το υψόμετρο στο οποίο διαμένει το άτομο επηρεάζει τον αριθμό των ερυθροκυττάρων στο αίμα: το άτομο αναπνέει αέρα με χαμηλή τάση οξυγόνου και επομένως η ποσότητα του αίματός του αυξάνεται.
- Αντίθετα, η μακροχρόνια αναπνοή αέρα εμπλουτισμένου με οξυγόνο συνεπάγεται σε ελάττωση του ποσού του αίματος.

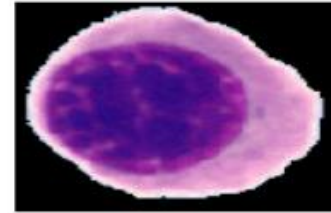
Ερυθρά αιμοσφαίρια



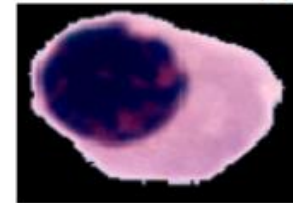
προερυθροβλάστης



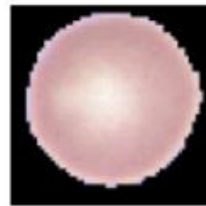
βασεόφιλος
ερυθροβλάστης



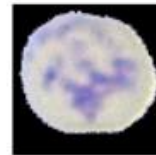
πολυχρωματόφιλος



νορμοβλάστης



ερυθροκύτταρο

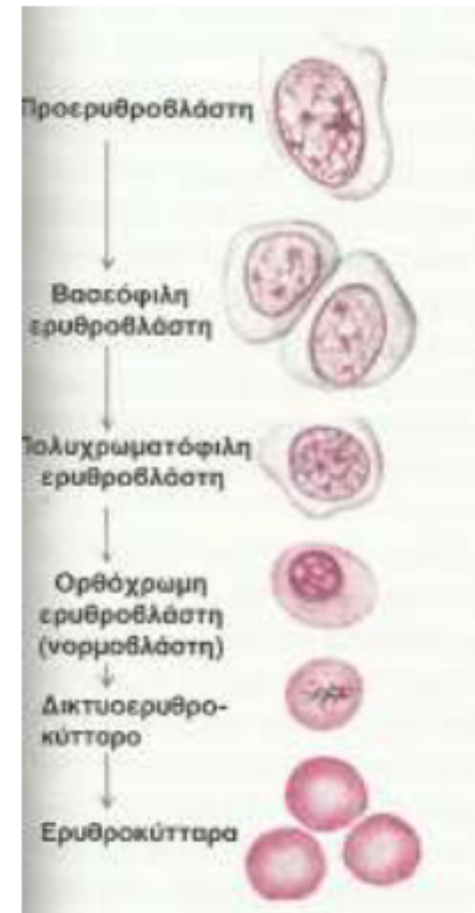


δικτυοερυθροκύτταρο

Ερυθρά αιμοσφαίρια

Στάδια διαφοροποίησης ερυθρών

- **Προερυθροβλάστη**: το πρώτο αναγνωρίσιμο κύτταρο της ερυθράς σειράς.
- **Διαίρεση** σε βασεόφιλες ερυθροβλάστες (λίγη αιμοσφαιρίνη).
- **Αιμοσφαιρίνη** αυξάνεται στις επόμενες γενεές μέχρι 34%, ο πυρήνας συμπυκνώνεται και τελικά αποβάλλεται.
- Διαπίδυση στα τριχοειδή.



Απαραίτητα συστατικά για παραγωγή ερυθροκυττάρων

- Σίδηρος
- Βιταμίνη B12
- Φυλλικό οξύ

Σίδηρος

- Στον άνδρα απαιτείται απορρόφηση από το έντερο 1 mg/24ωρο, στη γυναίκα 2 mg/24ωρο.
- Τροφές με σίδηρο: κρέας, συκώτι, θαλασσινά, κρόκος αυγού, φασόλια, ξηροί καρποί και δημητριακά.
- Χρησιμοποιείται για το σχηματισμό της **αιμοσφαιρίνης, της μυοσφαιρίνης των μυών, των κυτοχρωμάτων, της οξειδάσης του κυτοχρώματος, της υπεροξειδάσης και της καταλάσης.**
- Έλλειψη σιδήρου προκαλεί **αναιμία** είτε από ανεπαρκή πρόσληψη σιδήρου ή από περιορισμένη ικανότητα του οργανισμού να απορροφά σίδηρο. Αποτέλεσμα η μειωμένη σύνθεση αιμοσφαιρίνης.
- Αναιμία από αιμορραγία λόγω απώλειας σιδήρου.

Σίδηρος

- Ολικό ποσό σιδήρου στο σώμα **4-5 g**.
- Το **65 %** στην αιμοσφαιρίνη
- Το 4 % στη μυοσφαιρίνη
- Το 1 % σε διάφορες ενώσεις της αίμης που ελέγχουν την ενδοκυττάρια οξείδωση.
- Το 0,1 % ενωμένη με το λεύκωμα του πλάσματος τρανσφερίνη.
- Το **15-30 %** αποθηκευμένη στο ήπαρ, σπλήνα και μυελό των οστών με μορφή φερριτίνης ή αιμοσιδηρίνης. Συνολικό ποσό 500-1500 mg.

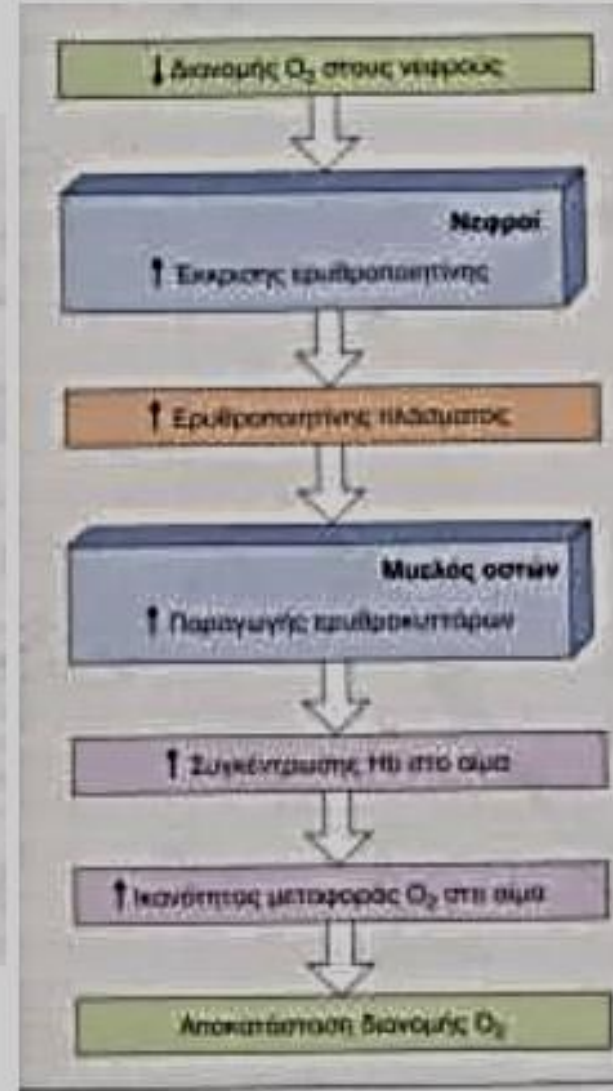
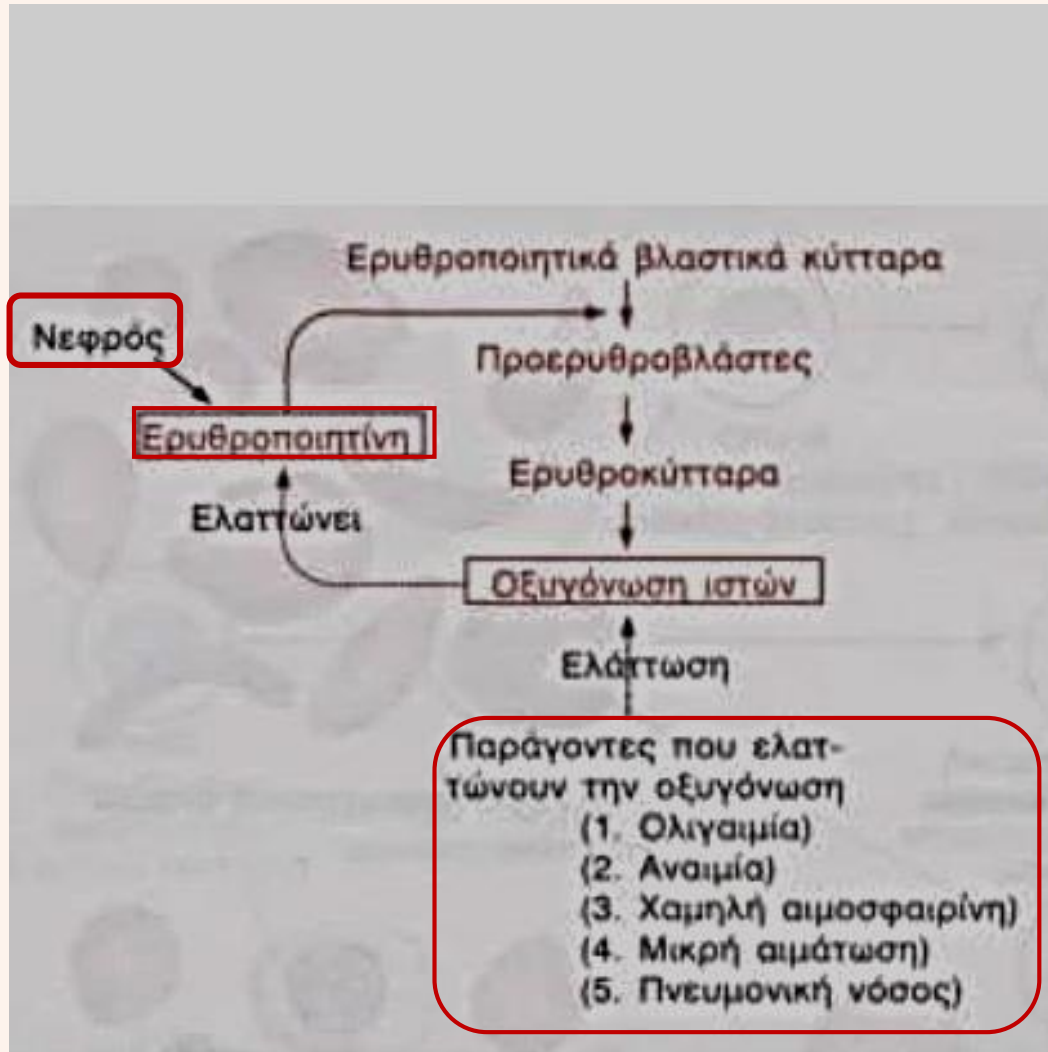
Βιταμίνη B12 και φυλλικό οξύ

- Σημαντικά για την τελική ωρίμανση ερυθρών.
- Απαραίτητες για **σύνθεση DNA**, απαιτούνται για τη σύνθεση της θυμιδίνης (βασικό δομικό στοιχείο DNA).
- Έλλειψη αυτών συνεπάγεται **ελάττωση DNA και αδυναμία ωρίμανσης και διαίρεσης του πυρήνα των ερυθροβλαστών**. Οι ερυθροβλάστες έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από κανονικό, είναι δηλαδή μεγαλοβλάστες οι οποίοι έχουν λεπτή μεμβράνη, μεγάλο μέγεθος, ακανόνιστο ωοειδές σχήμα.
- Στην κυκλοφορία, μεταφέρουν κανονικά το οξυγόνο, αλλά είναι εύθραυστα με μικρή διάρκεια ζωής (μισό ή ένα τρίτο της φυσιολογικής).
- Ανεπάρκεια ωρίμανσης συμβαίνει λόγω μειωμένης απορρόφησης της βιταμίνης B12 όταν ο γαστρικός βλεννογόνος είναι ατροφικός με μη φυσιολογική γαστρική έκκριση.

Ρύθμιση παραγωγής ερυθροκυττάρων (ερυθροποιητίνη)

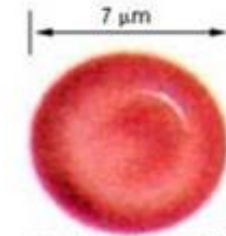
- Όταν το οξυγόνο που μεταφέρεται στους ιστούς **μειώνεται**, τότε αυξάνεται η παραγωγή ερυθρών.
- **Ερυθροποιητίνη**: Εκκρίνεται κατά την **υποξία**. Ενισχύεται η σύνθεση της αιμοσφαιρίνης και διεγείρει την παραγωγή και απελευθέρωση των ερυθροκυττάρων από το μυελό των οστών.
- Κυκλοφορεί στο αίμα και παράγεται κατά **85% από τους νεφρούς** και κατά 15% από το ήπαρ.
- Δρα στον μυελό των οστών και αυξάνει τον αριθμό των αρχέγονων κυττάρων.
- Σε καταστροφή νεφρών, η ερυθροποιητίνη του ήπατος παράγει μόνο το 1/3 έως 1/2 των ερυθροκυττάρων που χρειάζονται.
- **Τεστοστερόνη**: Αποτελεί ερέθισμα για απελευθέρωση ερυθροποιητίνης.

Ρύθμιση παραγωγής ερυθροκυττάρων



Ερυθρά αιμοσφαίρια

- Μεταφορά: $O_2 \rightarrow$ ιστούς $\rightarrow CO_2$
- Παχύτερα στην περιφέρεια από ότι στο κέντρο λόγω απουσίας πυρήνα
- 7 μm διάμετρο



Top View shows RBC to be circular



Side view shows RBC to be a biconcaved disc

Μία σταγόνα αίματος περιέχει εκατομμύρια ερυθροκυττάρων

Ερυθρά αιμοσφαίρια

- Τα ώριμα ερυθροκύτταρα είναι αρκετά ανώριμα σε δομή.
- Δεν έχουν πυρήνα και άλλα οργάνιδια και δεν μπορούν ούτε να αναπαραχθούν, ούτε να φέρουν σε πέρας έντονες μεταβολικές δραστηριότητες.

Η μεμβράνη περικλείει το κυτταρόπλασμα που περιέχει κυρίως μία χρωστική κόκκινη ουσία που περιέχει σίδηρο αναμιγμένο με πρωτεΐνη την **αιμοσφαιρίνη**.



Η αιμοσφαιρίνη είναι μία εξειδικευμένη πρωτεΐνη, υπεύθυνη για τη μεταφορά του οξυγόνου.

Οξυαιμοσφαιρίνη

8μm

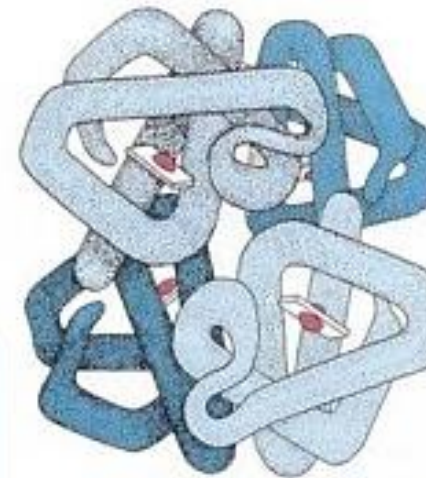


Κάτοψη



Τομή

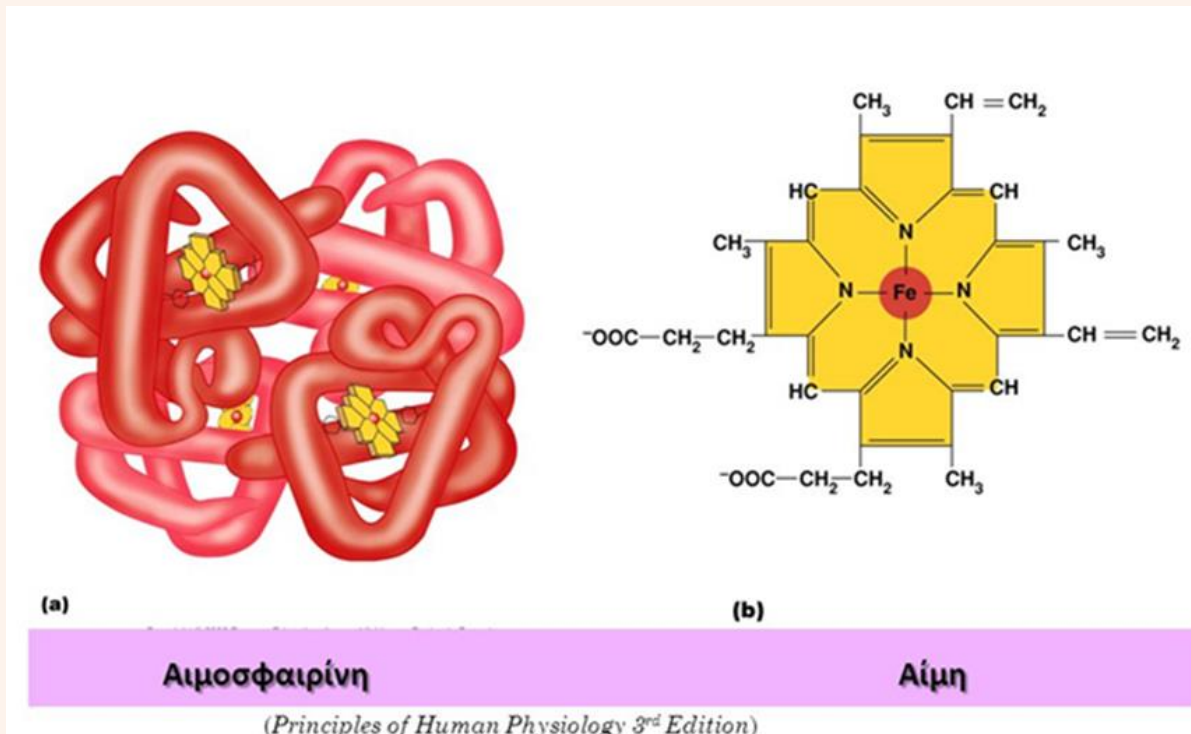
(α) RBC σχήμα



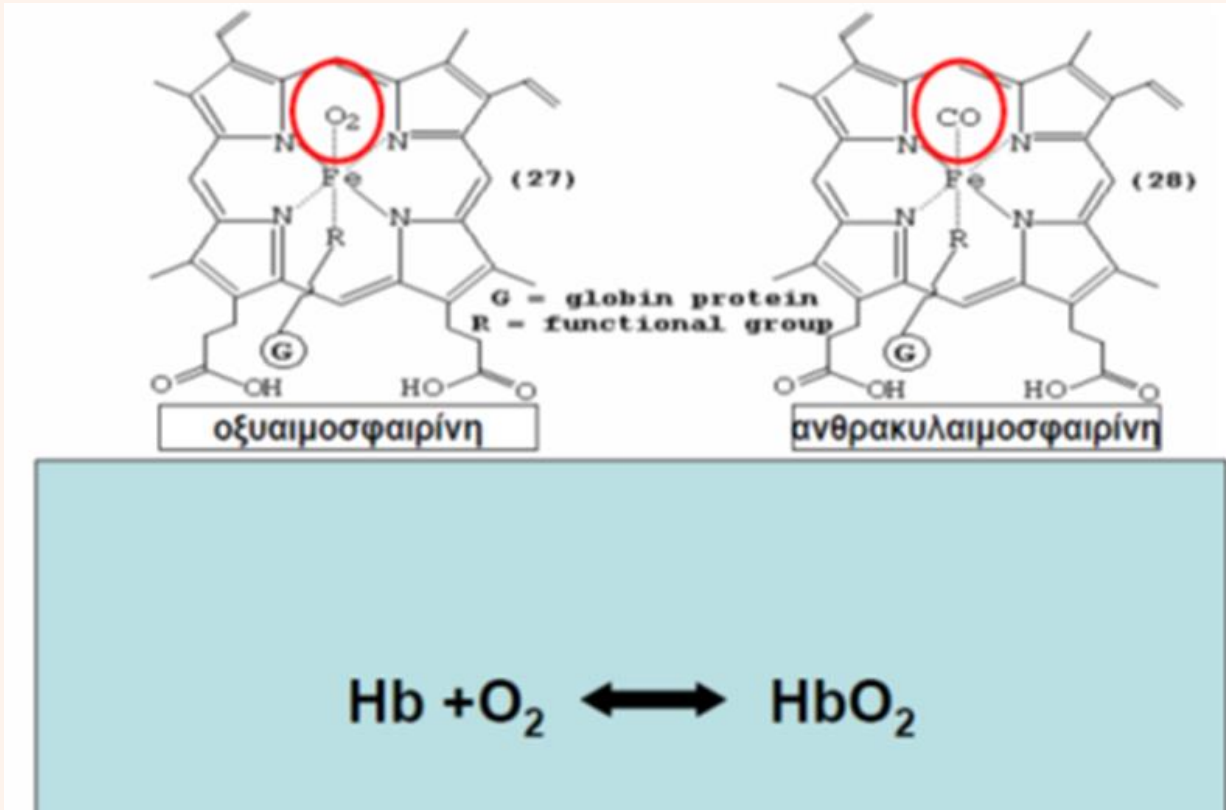
(β) Μόριο αιμοσφαιρίνης

Αιμοσφαιρίνη

- Τετραμερές μόριο που αποτελείται από 2α και 2β πολυπεπτιδικές αλυσίδες που η καθεμία συνδέεται με μια ομάδα αίμης
- Η ομάδα της αίμης είναι προϊόν πορφυρίνης που περιέχει δισθενή Fe^{++}



Αιμοσφαιρίνη



Η αιμοσφαιρίνη μεταφέρει το O₂ και το CO₂



Το CO συνδέεται πολύ σταθερά με την αιμοσφαιρίνη



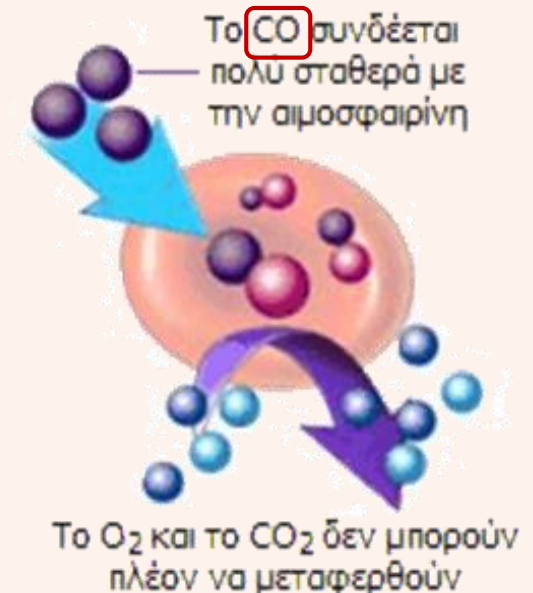
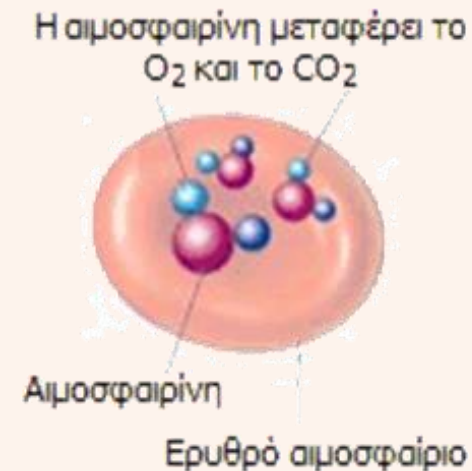
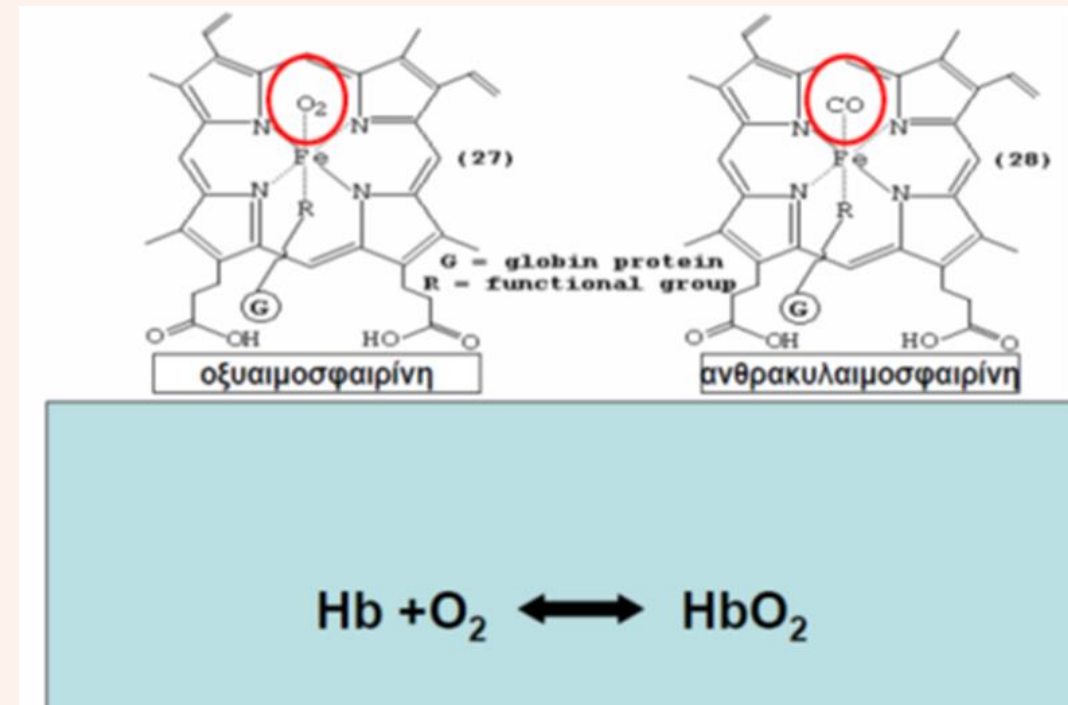
Το O₂ και το CO₂ δεν μπορούν πλέον να μεταφερθούν

Αντιδράσεις της αιμοσφαιρίνης

- Το O₂ συνδέεται με το Fe²⁺ στην αίμη της αιμοσφαιρίνης και σχηματίζει την **οξυαιμοσφαιρίνη**.
- Η συγγένεια Hb για O₂ επηρεάζεται από pH, θερμοκρασία και συγκέντρωση του 2,3-διφωσφογλυκερικού οξέος (2,3- BPG) στο εσωτερικό των ερυθροκυττάρων.
- Έκθεση του αίματος σε κάποια φάρμακα και οξειδωτικές ουσίες, ο δισθενής σίδηρος μετατρέπεται σε **τρισθενή** σχηματίζοντας **μεθαιμοσφαιρίνη**.
- Έχει σκούρο χρώμα και σε μεγάλες ποσότητες στην κυκλοφορία προκαλεί ένα αποχρωματισμό του δέρματος που μοιάζει με κυάνωση.
- Μέχρι κάποιο βαθμό αυτό γίνεται φυσιολογικά, αλλά υπάρχει ένζυμο που την μετατρέπει σε αιμοσφαιρίνη. Σε απουσία του ενζύμου αυτού έχουμε κληρονομική μεθαιμοσφαιρίνη.

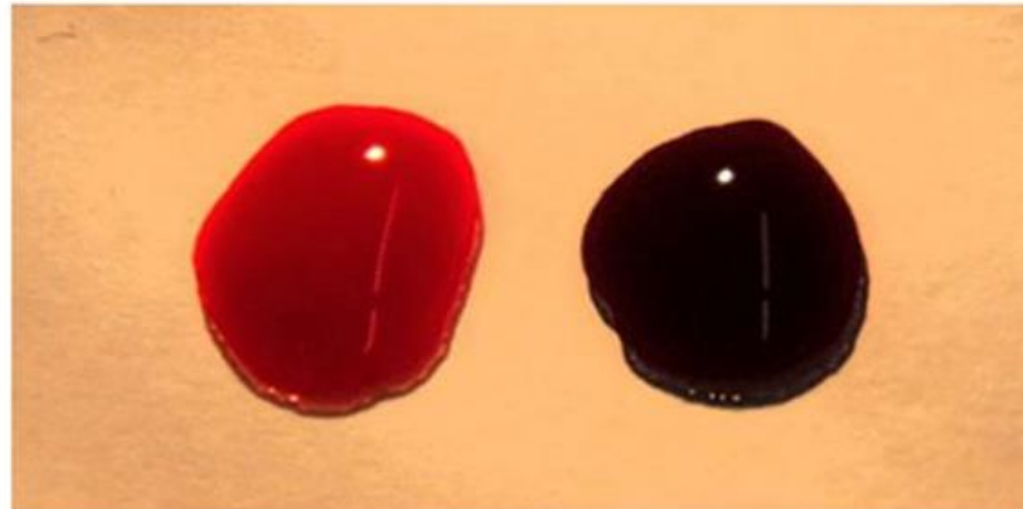
Αντιδράσεις της αιμοσφαιρίνης

- Το **μονοξείδιο του άνθρακα (CO)** αντιδρά με την αιμοσφαιρίνη και παράγει **ανθρακυλαιμοσφαιρίνη**.
- Η συγγένεια της αιμοσφαιρίνης για το O₂ είναι πολύ χαμηλότερη από ότι η συγγένειά της για το CO, το οποίο εκτοπίζει το O₂ από την αιμοσφαιρίνη μειώνοντας έτσι την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο.



Ερυθρά αιμοσφαίρια και μεταφορά O_2 και CO_2

- Αιμοσφαιρίνη + $O_2 \rightarrow$ οξυαιμοσφαιρίνη
 - Δέσμευση στο Fe της αίμης της αιμοσφαιρίνης
- Από τους πνεύμονες στους ιστούς
- Λαμπερό κόκκινο χρώμα
- Αιμοσφαιρίνη + CO_2 / διαλυμένα HCO_3^-
- Από τους ιστούς στους πνεύμονες
- Σκούρο κόκκινο χρώμα



Είδη αιμοσφαιρίνης

- Στον ενήλικα υπάρχουν 3 είδη αιμοσφαιρίνης

HbA1 (97%)

HbA2 (2%)

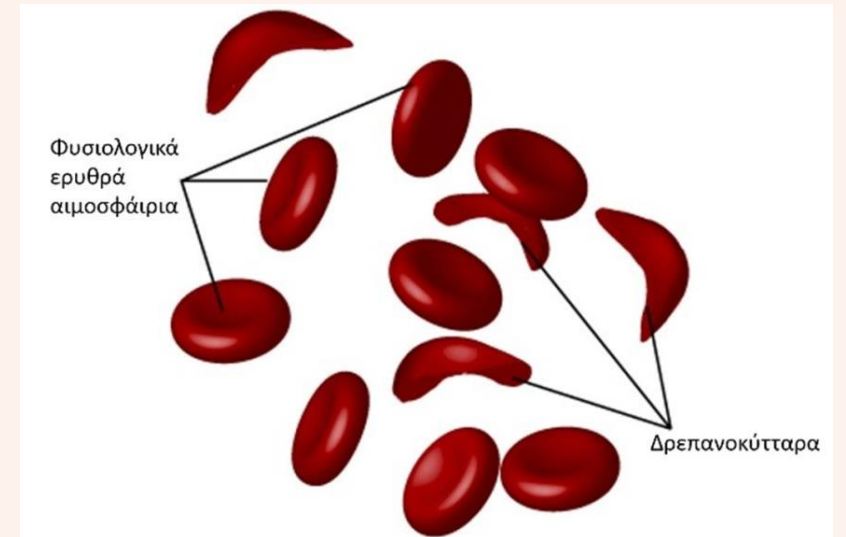
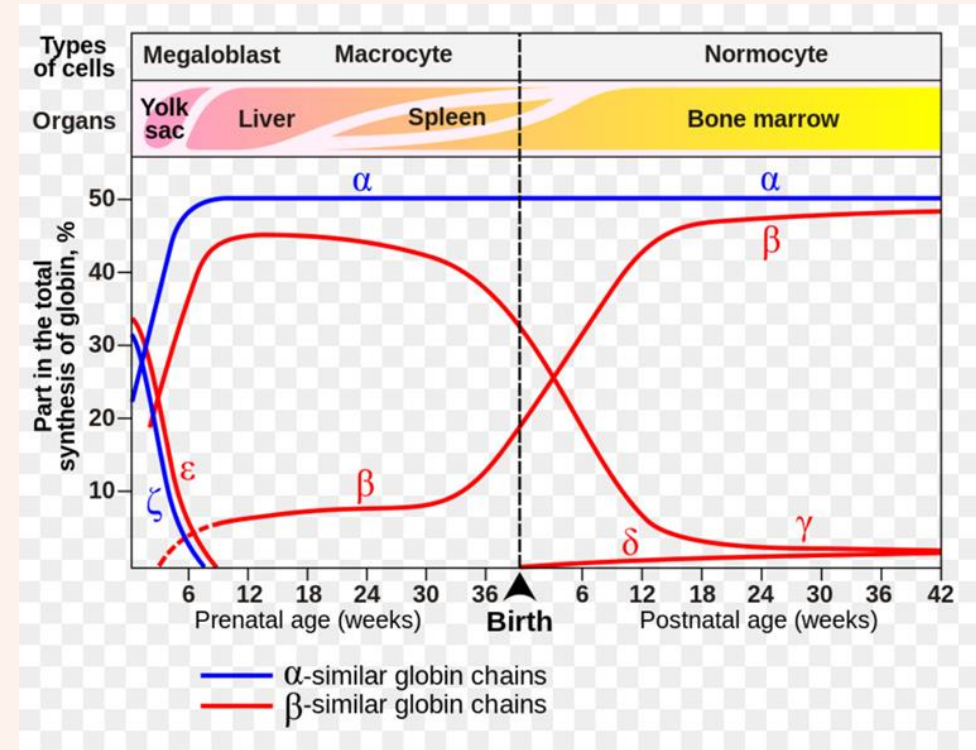
HbF (1%)

- Στα νεογέννητα η HbF αποτελεί το 80% αλλά σταδιακά ελαττώνεται αυτή η αναλογία και στον 8^ο μήνα μετά τη γέννηση τα επίπεδα αιμοσφαιρίνης φθάνουν αυτά των ενηλίκων.

- Η **HbS** αποτελεί μια **μη φυσιολογική** μορφή της HbA και συναντάται σε άτομα με δρεπανοκυτταρική αναιμία.

Σε υποξία προκαλείται καθίζηση της HbS και τα ερυθροκύτταρα αποκτούν δρεπανοειδές σχήμα (δυσκαμψία, μικρό χρόνο ζωής)

Γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη (στον σακχαρώδη διαβήτη)



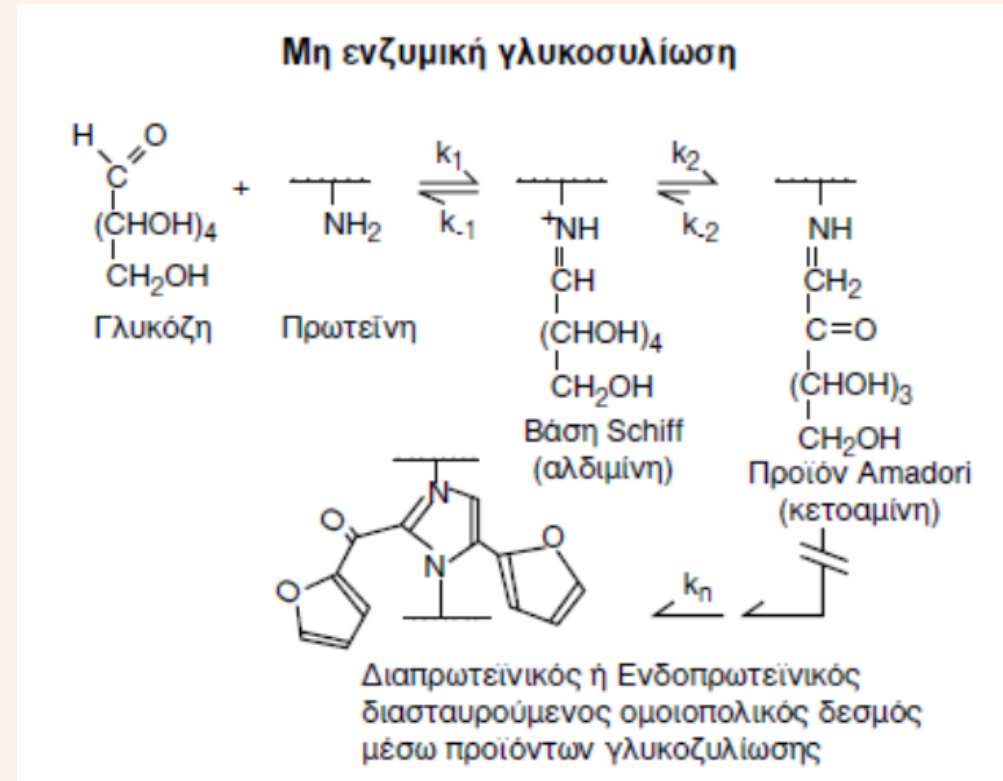
Αντιδράσεις γλυκοζυλίωσης αιμοσφαιρίνης

Γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη (στον σακχαρώδη διαβήτη) (AGEs)

Προέρχεται από τη χημική ένωση της αιμοσφαιρίνης με τη γλυκόζη.

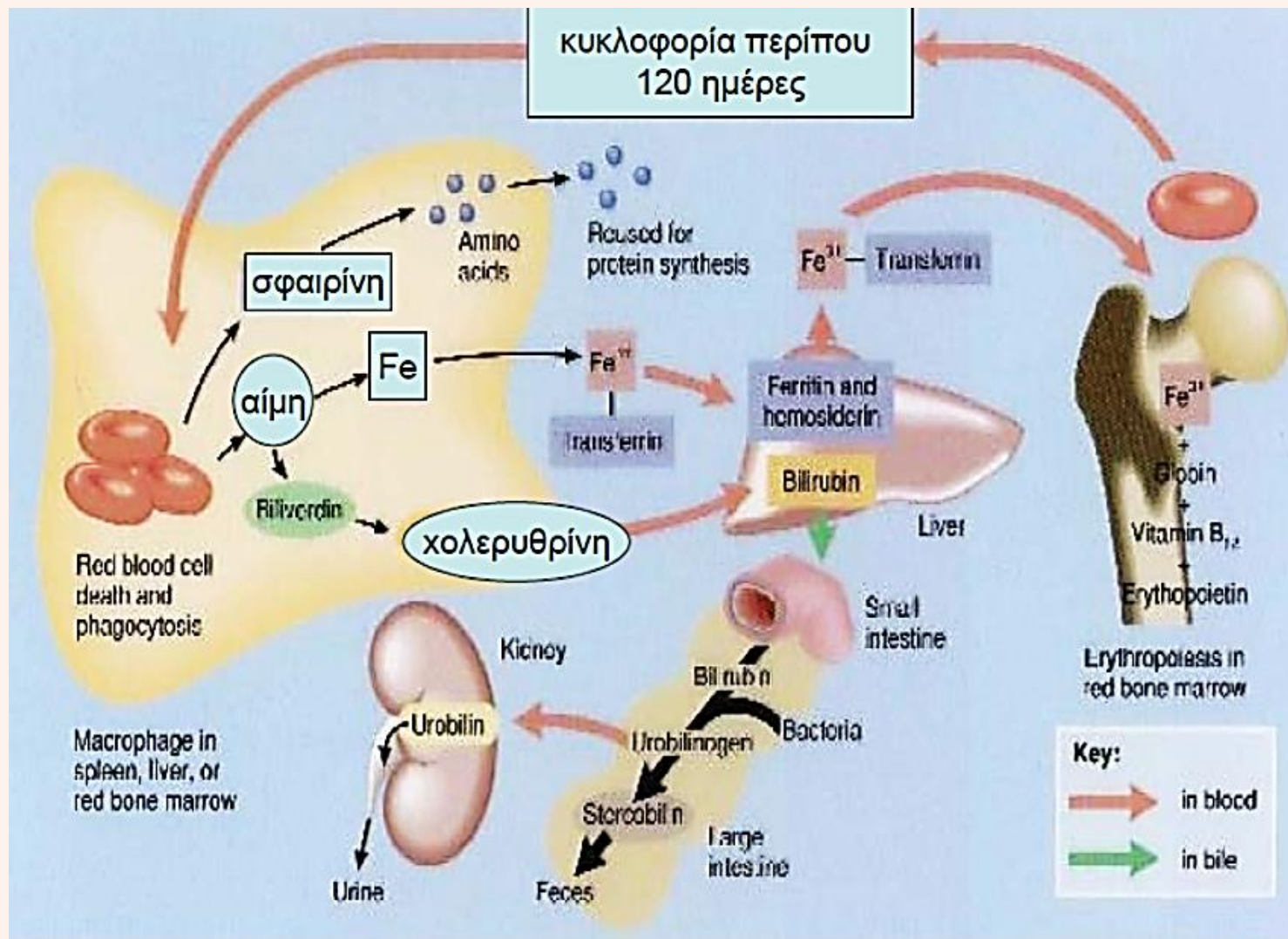
Η αντίδραση λέγεται μη ενζυματική γλυκοζυλίωση (χωρίς ενζυματική συμμετοχή)

Φυσιολογικά 4,8-5,9%



Εμβρυϊκή αιμοσφαιρίνη (Fetal)

- Το αίμα του εμβρύου περιέχει εμβρυϊκή αιμοσφαιρίνη (αιμοσφαιρίνη F).
- Έχει παρόμοια δομή με αυτήν της αιμοσφαιρίνης A, αλλά οι αλυσίδες β αντικαθίστανται από αλυσίδες γ.
Η αιμοσφαιρίνη είναι $\alpha_2\gamma_2$. Η εμβρυϊκή αιμοσφαιρίνη αντικαθίσταται από την αιμοσφαιρίνη των ενηλίκων σύντομα μετά την γέννηση.
- Όμως, σε ορισμένα άτομα παράγεται σε όλη τη διάρκεια της ζωής. Η σχετική υποξία ευνοεί την παραγωγή της αιμοσφαιρίνης F, τόσο μέσω των άμεσων επιπτώσεων στην έκφραση των γονιδίων που κωδικοποιούν τη σφαιρίνη όσο και από την αυξημένη παραγωγή της ερυθροποιητίνης.



Σε ένα υγιές άτομο, ένα **ερυθρό αιμοσφαίριο** επιβιώνει **90 σε 120** ημέρες στην κυκλοφορία, έτσι ώστε περίπου 1 % των ανθρώπινων ερυθρών αιμοσφαιρίων καταστρέφονται κάθε ημέρα. Ο **σπλήνας** (μέρος του δικτυοενδοθηλιακού συστήματος) είναι το κύριο όργανο που αφαιρεί παλιά και κατεστραμμένα ερυθρά αιμοσφαίρια από την κυκλοφορία. Σε υγιή άτομα, η κατανομή και απομάκρυνση των ερυθροκυττάρων από την κυκλοφορία συνδυάζεται με την παραγωγή νέων ερυθροκυττάρων στο **μυελό των οστών**.

Ο ρόλος του σπλήνα

- Ο σπλήνας αφαιρεί από το αίμα τα γερασμένα ή τα μη φυσιολογικά ερυθρά αιμοσφαίρια.
- Επίσης, περιλαμβάνει και ένα μεγάλο αριθμό αιμοπεταλίων.
- Παίζει σημαντικό ρόλο στο ανοσοποιητικό σύστημα.
- Τα ανώμαλα ερυθρά αιμοσφαίρια αφαιρούνται από την κυκλοφορία αν δεν είναι τόσο ευέλικτα όσο τα φυσιολογικά ερυθρά αιμοσφαίρια.
- Αυτή η έλλειψη ελαστικότητας έχει σαν αποτέλεσμα τα ερυθρά αιμοσφαίρια να μην είναι σε θέση να περάσουν μέσα από τις σχισμές ανάμεσα στα ενδοθηλιακά κύτταρα που καλύπτουν τα κολποειδή του σπλήνα

Καταστροφή ερυθροκυττάρων

- Διάρκεια ζωής ερυθρών 110-120 ημέρες.
- Εξασθένηση των ενζύμων οπότε τα ερυθρά γίνονται εύθραυστα, υφίστανται ρήξη και κατακερματίζονται μέσα στο κυκλοφορικό σύστημα και ιδίως κατά τη δίοδό τους μέσα από τα στενά σημεία των τριχοειδών.
- Τα τεμαχίδια παραλαμβάνονται από κύτταρα που βρίσκονται στον σπλήνα, στο ήπαρ, στον ερυθρό μυελό των οστών και στα λεμφογάγγλια όπου και αποδομούνται σε ουσίες όπως είναι τα αμινοξέα, ο σίδηρος, τα παράγωγα αίμης και τα λιπίδια.

Καταστροφή ερυθροκυττάρων

- Διασπάται η αιμοσφαιρίνη όπου ο σίδηρος της αίμης και τα αμινοξέα της σφαιρίνης ανακυκλώνονται για να φτιαχτούν νέα.
- Το υπόλοιπο μέρος της αίμης (δακτύλιοι της πορφυρίνης) μετατρέπεται σε χολερυθρίνη, η οποία μεταβολίζεται περαιτέρω στο ήπαρ, διοχετεύεται στη χολή και αποβάλλεται με τα κόπρανα.

(η πλειονότητα της αίμης παράγεται στα ερυθροποιητικά κύτταρα όπου ενσωματώνεται στην αιμοσφαιρίνη)

Αναιμία

Η αιτιολογική ταξινόμηση ορίζει 2 βασικούς τρόπους που προκύπτουν

1) Μειονεκτική αιμοποίηση α) έλλειψη απαραίτητων ουσιών π.χ. σιδήρου, φολικού οξέος, β) διαταραχή στην σύνθεση της αίμης (πορφυρίες) ή της σφαιρίνης (θαλασσαιμίες) γ) ανεπάρκεια μυελού (απλαστικές αναιμίες)

2) Αυξημένη απώλεια ή καταστροφή ερυθροκυττάρων

Μπορεί να οφείλεται σε αυξημένη απώλεια αίματος(αιμορραγία) ή σε αυξημένη καταστροφή (αιμόλυση) (αιμολυτικές αναιμίες) οποιασδήποτε αιτιολογίας (π.χ. έλλειψη G6PD)

◆ Αναιμίες μπορεί να προκύπτουν από συνδυασμό των παραπάνω μηχανισμών

Ταξινόμηση Αναιμιών

Ο μέσος όγκος ερυθρών (**MeanCellVolume**) μετρά το μέσο μέγεθος των ερυθρών αιμοσφαιρίων (ερυθροκυττάρων).

(φυσιολογικά MCV 78-98 fl)

- **μικροκυτταρική υπόχρωμη** αναιμία (MCV<80fl, MCHC<32g/dl),
- **μακροκυτταρική** νορμόχρωμη αναιμία (MCV>100fl, MCHC=32-36g/dl),
- **νορμοκυτταρική** νορμόχρωμη αναιμία (MCV=80-100fl, MCHC=32-36g/dl).

(MCHC μέση περιεκτικότητα σε Hb σε όγκο ερυθρών αιμοσφαιρίων, MCHC 31.5-37.5 g/dl)

Έμμορφα συστατικά

Ερυθρά αιμοσφαίρια : μεταφέρουν O_2 και CO_2

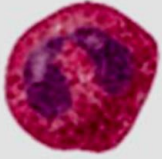
Λευκά αιμοσφαίρια : υπεύθυνα για την άμυνα του οργανισμού

Αιμοπετάλια : σημαντικά για τους πηκτικούς μηχανισμούς

Λευκά αιμοσφαίρια

- Είναι **άχρωμα**, δηλαδή λευκά και διακρίνονται σε:
 - α) κοκκιοκύτταρα ή πολυμορφοπύρρηνα τα οποία διακρίνονται σε ουδετερόφιλα, βασεόφιλα και ηωσινόφιλα,
 - β) μεγάλα μονοπύρρηνα ή μονοκύτταρα, και
 - γ) λεμφοκύτταρα.
- Τα λευκά αιμοσφαίρια είναι κύτταρα με πυρήνα (εμπύρρηνα).
- Είναι μεγαλύτερα από τα ερυθροκύτταρα.
- Φυσιολογικός αριθμός των λευκοκυττάρων 5.000- 10.000 ανά κ.κ.χ. (mm³) αίματος. Στο νεογέννητο είναι γύρω στις 15.000/mm³.
- Μέχρι την ηλικία των 4 ετών τα λεμφοκύτταρα είναι περισσότερα από τα πολυμορφοπύρρηνα.

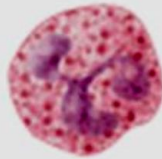

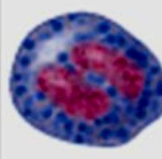
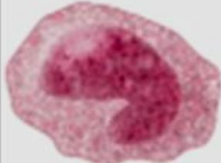

Λευκά αιμοσφαίρια

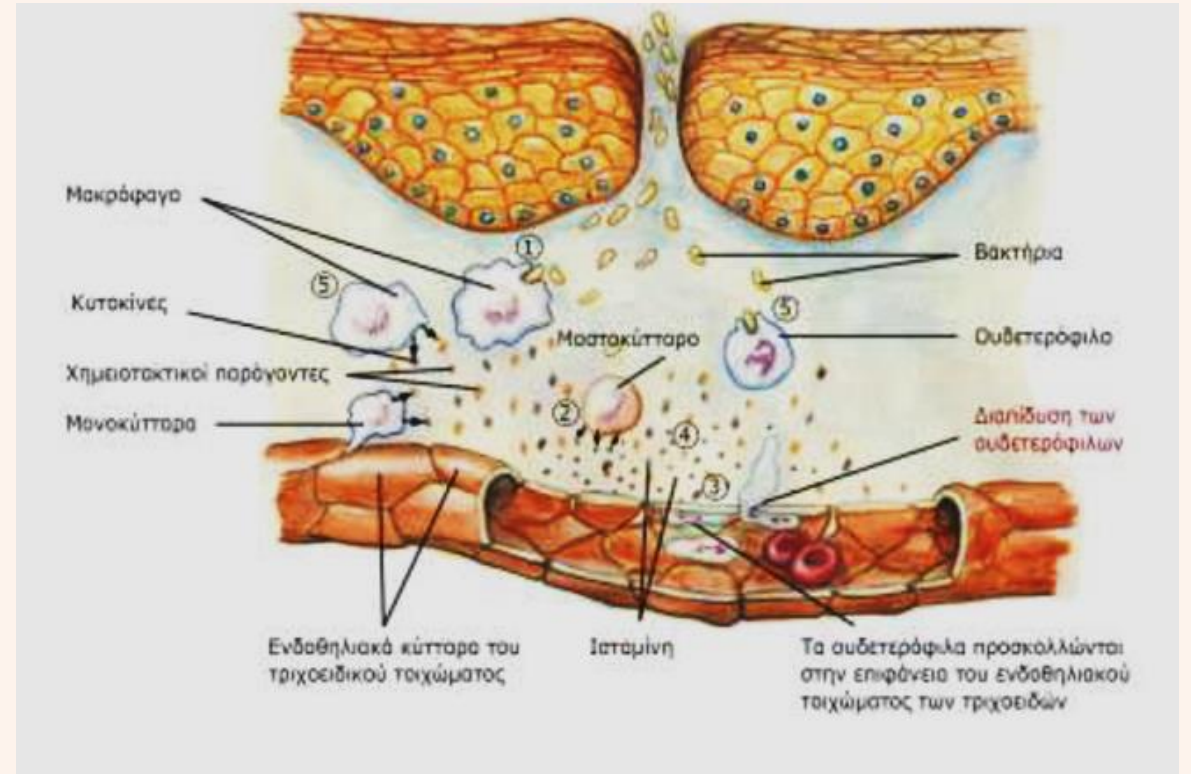
Λευκοκύτταρα				
Πολυμορφοπύρρηνα κοκκιοκύτταρα			Μονοκύτταρα	Λεμφοκύτταρα
Ουδετερόφιλα	Ηωσινόφιλα	Βασεόφιλα		
				

- Μονοκύτταρα και λεμφοκύτταρα είναι ακοκκιοκύτταρα, έχουν έναν πυρήνα, το **κυτταρόπλασμα τους δεν έχει κοκκία**.
- **Πολυμορφοπύρρηνα** έχουν πυρήνα με 2 έως 5 λοβούς ανάλογα με την ηλικία του κυττάρου, κυτταρόπλασμα περιέχει κοκκία με μεμβράνη γι' αυτό ονομάζονται και κοκκιοκύτταρα. Κοκκία περιέχουν χημικές ουσίες που απελευθερώνονται με εξωκύττωση υπό την επίδραση κατάλληλων ερεθισμάτων.
- **Μονοκύτταρα** είναι μεγαλύτερα, έχουν ωοειδή πυρήνα.
- Όταν ο πυρήνας των πολυμορφοπύρρηνων δεν έχει λοβούς, τα κύτταρα ονομάζονται ραβδοπύρρηνα.
- **Λεμφοκύτταρα** είναι τα μικρότερα από όλα, έχουν ένα μεγάλο σφαιρικό πυρήνα που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του κυττάρου.

Είδη λευκών αιμοσφαιρίων

- Εμπύρηνα
- Παραγωγή στον ερυθρό μυελό των οστών
- Άμυνα
 - Διαπίδυση/Φαγοκυττά-ρωση
 - Αντισώματα
- Πολύ λιγότερα από ερυθρά
- Διακρίνονται σε:
 - Κοκκιώδη
 - Βασεόφιλα
 - Ηωσινόφιλα
 - Ουδετερόφιλα ή Πολυμορφοπύρηνα
 - Μη κοκκιώδη (μετά την παραγωγή μετανα-στεύουν στους λεμφαδένες και την σπλήνα)
 - Λεμφοκύτταρα
 - Μονοκύτταρα → Μακροφάγα

Λευκοκύτταρα				
Πολυμορφοπύρηνα κοκκιοκύτταρα			Μονοκύτταρα	Λεμφοκύτταρα
Ουδετερόφιλα	Ηωσινόφιλα	Βασεόφιλα		
				



Ηωσινόφιλο

Ο πυρήνας φέρει δύο λοβούς

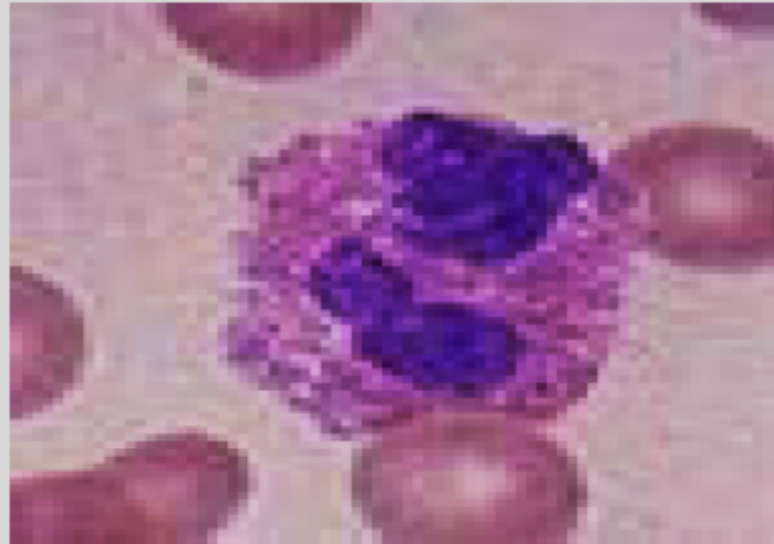
Περιέχει την κύρια βασική πρωτεΐνη

Παίζει σημαντικό ρόλο στην καταστροφή
παρασίτων

Έχει εξέχουσα θέση στις αλλεργικές
αντιδράσεις

Καταστέλλεται από την κορτιζόνη

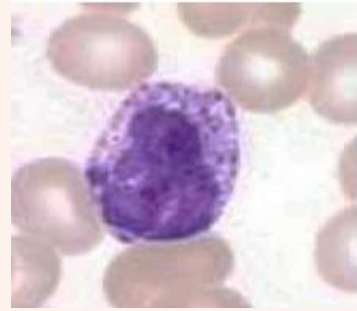
Αύξηση τους μπορεί να σημαίνει παρασιτική
λοίμωξη.



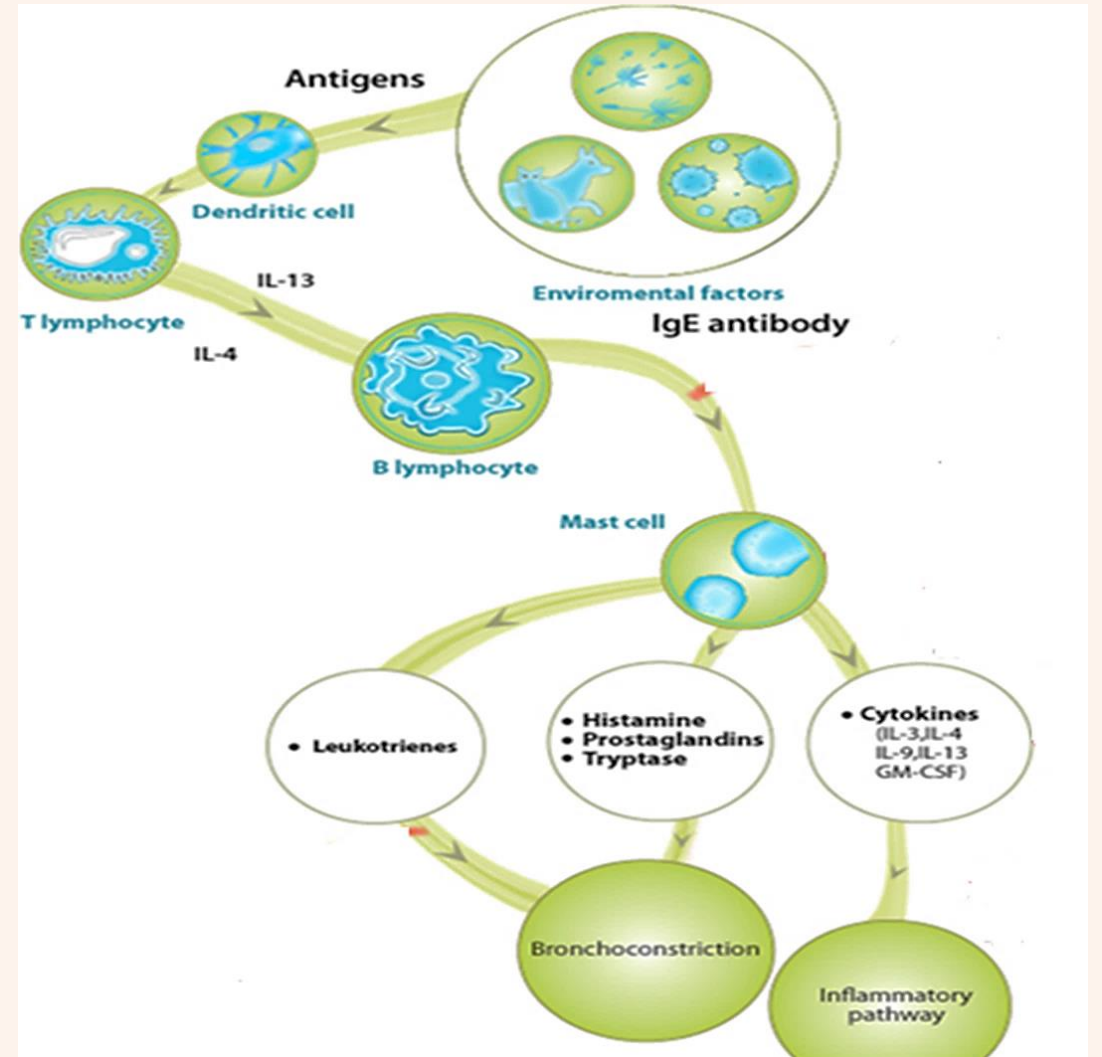
Ηωσινόφιλο

- Τα ηωσινόφιλα φαγοκυτταρώνουν συμπλέγματα αντιγόνου-αντισώματος σε **αλλεργικές** καταστάσεις. Επομένως, η αύξηση του αριθμού των ηωσινοφίλων στην κυκλοφορία συνήθως σχετίζεται με αλλεργικές καταστάσεις όπως είναι το άσθμα και ο «πυρετός εκ χόρτου ή αλλεργική ρινίτιδα» αλλά και **με μολύνσεις από παράσιτα** όπως είναι οι σκώληκες.
- Τα ηωσινόφιλα παρόλο που δεν μπορούν να φαγοκυτταρώσουν τους μεγαλύτερους παρασιτικούς σκώληκες, προσκολλώνται σε αυτούς και εκκρίνουν ουσίες που τους σκοτώνουν.

Βασεόφιλο



- Περιέχει ισταμίνη
- Έχει αντιφλεγμονώδη δράση
- Το μαστοκύτταρο (βασεόφιλο των ιστών) παίζει σπουδαίο ρόλο στην τοπική φλεγμονώδη αντίδραση

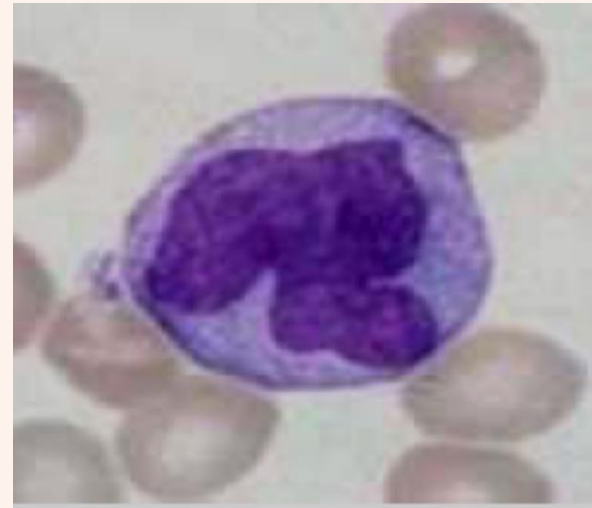


Βασεόφιλο

- Τα βασεόφιλα είναι τα λιγότερα από τα λευκοκύτταρα.
- Έχουν μικρό χρόνο ζωής.
- Η δομή και η λειτουργία τους μοιάζει με αυτή των σιτευτικών κυττάρων, παρόλο που αυτά δεν κυκλοφορούν ποτέ στο αίμα, αλλά βρίσκονται διάσπαρτα στον συνδετικό ιστό του σώματος.
- Τα βασεόφιλα συνθέτουν και αποθηκεύουν δύο σημαντικές ουσίες, την **ισταμίνη**,
→ η απελευθέρωση της ισταμίνης είναι υπεύθυνη για τις άμεσες αλλεργικές αντιδράσεις
- την **ηπαρίνη** αντιπηκτική ουσία, ο ρόλος της οποίας δεν έχει διευκρινισθεί.

Μονοκύτταρο

- Μονοπύρηνο
- Έχει αντιβακτηριακή δράση
- Συμμετέχει στην ανοσολογική απόκριση
- Ωριμάζει σε **μακροφάγο**



Μονοκύτταρο

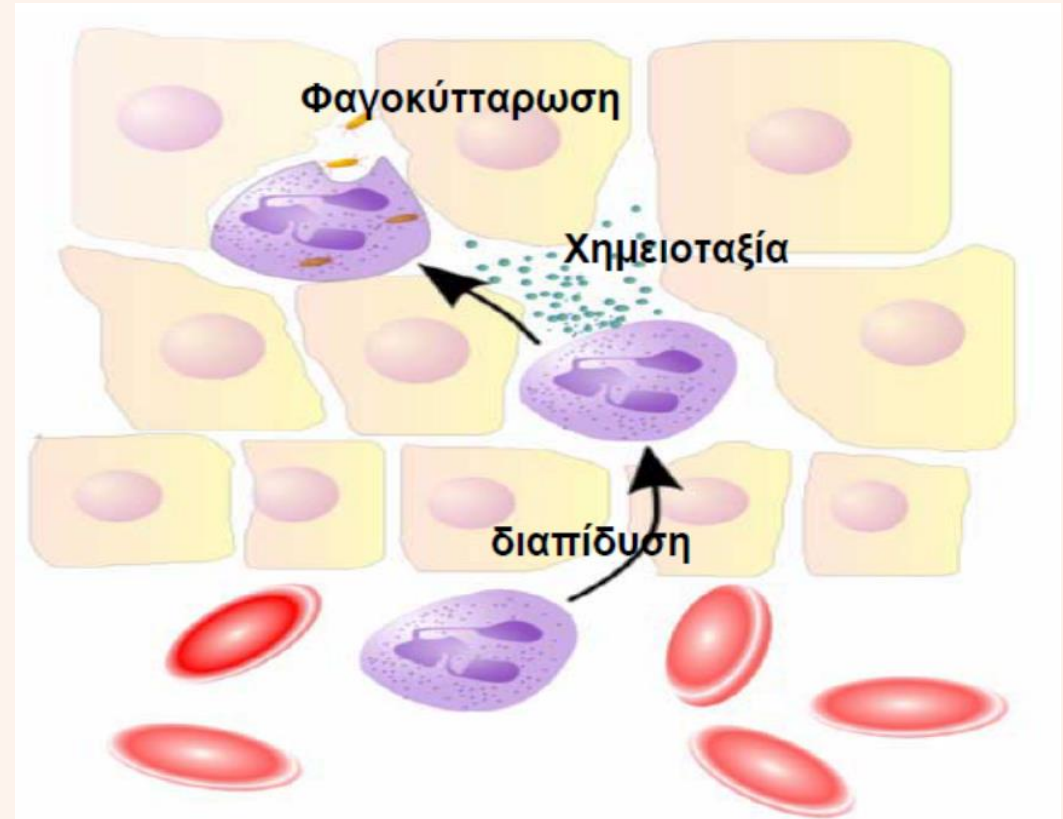
- Προέρχονται από τον **ερυθρό μυελό των οστών** και κυκλοφορούν στο αίμα για μια με δύο ημέρες πριν εξέλθουν από το αίμα και εισέλθουν στους ιστούς.
- Εκεί τα μονοκύτταρα ωριμάζουν και μεγαλώνουν σημαντικά, με αποτέλεσμα να μετατρέπονται σε μεγάλα ιστικά φαγοκύτταρα που είναι γνωστά ως **μακροφάγα**.
- Η διάρκεια ζωής των μακροφάγων μπορεί να ποικίλλει από μήνες μέχρι χρόνια, εκτός και αν καταστραφούν νωρίτερα κατά τη διάρκεια του καθήκοντος, επιτελώντας τη φαγοκυτταρική τους δράση.

Ουδετερόφιλο

- Τα ουδετερόφιλα είναι η πρώτη γραμμή άμυνας όταν υπάρχει **βακτηριακή** λοίμωξη, ενώ απομακρύνουν επίσης και κατάλοιπα από κατεστραμμένα κύτταρα.
- Σε περίπτωση λοίμωξης είτε κάκωσης ιστών, τα ουδετερόφιλα εξέρχονται από τα τριχοειδή και εισέρχονται στους προσβληθέντες ιστούς, όπου καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς ή τα κύτταρα που έχουν υποστεί βλάβη με φαγοκυττάρωση.
- Όμως, καταστρέφονται και τα ίδια.
- Ο αριθμός των ουδετεροφίλων στην κυκλοφορία αυξάνεται όταν υπάρχει κάποια βακτηριακή λοίμωξη.

Ουδετερόφιλο

- **Διαπίδυση:** αλλάζοντας το σχήμα τους περνούν μέσα από μικρότερους πόρους των αγγείων
- Αμοιβαδοειδής κίνηση
- **Χημειοταξία :** διάφορες ουσίες τραβούν προς το μέρος τους τα ουδετερόφιλα
- **Φαγοκυττάρωση**



Λεμφοκύτταρα

- Παρέχουν την ανοσολογική άμυνα ενάντια σε προγραμματισμένους στόχους.
- Υπάρχουν δύο είδη λεμφοκυττάρων, **τα Β-λεμφοκύτταρα και τα Τ-λεμφοκύτταρα.**
- Τα Β-λεμφοκύτταρα παράγουν τα πλασματοκύτταρα τα οποία με τη σειρά τους παράγουν τα αντισώματα που κυκλοφορούν στο αίμα και είναι υπεύθυνα για τη χυμική ανοσία.
- Ένα αντίσωμα προσδένεται σε ένα συγκεκριμένο αντιγόνο το οποίο προκάλεσε και τη σύνθεση του συγκεκριμένου αντισώματος, προάγοντας την καταστροφή του με φαγοκυττάρωση ή με άλλο μηχανισμό.

Λεμφοκύτταρα

- **T-λεμφοκύτταρα δεν παράγουν αντισώματα.**
- Αντιθέτως καταστρέφουν άμεσα συγκεκριμένα κύτταρα-στόχους απελευθερώνοντας χημικές ουσίες οι οποίες δημιουργούν σε αυτά οπές, μια διαδικασία που είναι γνωστή ως κυτταρική ανοσία.
- Τέτοια κύτταρα-στόχοι είναι τα κύτταρα που έχουν προσβληθεί από ιούς και καρκινικά κύτταρα.
- Τα λεμφοκύτταρα ζουν περίπου 100 έως 300 ημέρες και μόνο ένα μικρό ποσοστό από το συνολικό αριθμό των λεμφοκυττάρων βρίσκεται στο αίμα.
- Τα περισσότερα κυκλοφορούν μεταξύ αίματος, λέμφου και λεμφικών ιστών, παραμένοντας μόνο λίγες ώρες κάθε φορά στο αίμα.

Μηχανισμοί ειδικής/επίκτητης ανοσίας

- Αντιδράσεις που διαμεσολαβούνται από **αντισώματα** (χυμική ανοσία)
- Αντιδράσεις που διαμεσολαβούνται από **κύτταρα** (κυτταρική ανοσία)

Τα αντισώματα παράγονται από τα Β-λεμφοκύτταρα

Η κυτταρική ανοσία βασίζεται στα Τ-λεμφοκύτταρα

Λεμφοκύτταρα

Στο αίμα υπάρχουν 3 είδη λεμφοκυττάρων:

B κύτταρα: B κύτταρα παράγουν αντισώματα με τα οποία ενώνεται με παθογόνους οργανισμούς και τους καταστρέφει.

T κύτταρα:

CD4+ (helper) T κύτταρα ενορχηστρώνει την ανοσολογική απάντηση.

CD8+ (cytotoxic): T κύτταρα καταστρέφει τα κύτταρα που έχουν μολυνθεί από τους ιούς.

Φυσικοί φονείς (Natural killer cells): φονεύει κύτταρα του οργανισμού τα οποία είτε έχουν μολυνθεί από ιούς ή έχουν γίνει καρκινικά κύτταρα.

Λευκοκυτταρικός τύπος

- Είναι η **εκατοστιαία αναλογία** των διαφόρων ειδών των λευκών αιμοσφαιρίων μεταξύ τους.
- Παράδειγμα φυσιολογικού λευκοκυτταρικού τύπου σε ενήλικα :

- **Ουδετερόφιλα 70%**
- **Ηωσινόφιλα 2%**
- **Βασεόφιλα 1%**
- **Λεμφοκύτταρα 23%**
- **Μεγάλα μονοπύρηννα 4%**

Παραγωγή λευκοκυττάρων

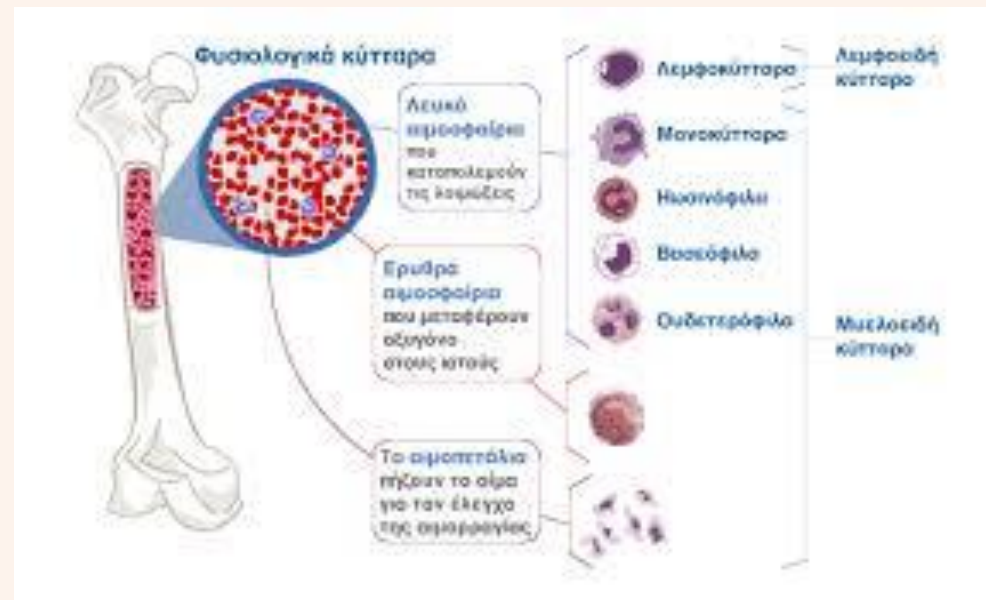
- **Λευκοκύτταρα** προέρχονται από αδιαφοροποίητα αιμοποιητικά πολυδύναμα βλαστικά κύτταρα του μυελού των οστών.
- Διαφοροποιούνται σε δεσμευμένα προγονικά κύτταρα και έπειτα πολλαπλασιάζονται υπό την επίδραση κατάλληλων διεγερτικών παραγόντων, πχ παράγοντας διέγερσης σχηματισμού αποικιών κοκκιοκυττάρων (G-CSF) για τα ουδετερόφιλα.
- **Κοκκιοκύτταρα** και μονοκύτταρα παράγονται μόνο στο μυελό των οστών.
- **Λεμφοκύτταρα** αρχικά προέρχονται από πρόδρομα λεμφοκύτταρα του μυελού των οστών και μετέπειτα ωριμάζουν στους λεμφικούς ιστούς.

Έμμορφα συστατικά

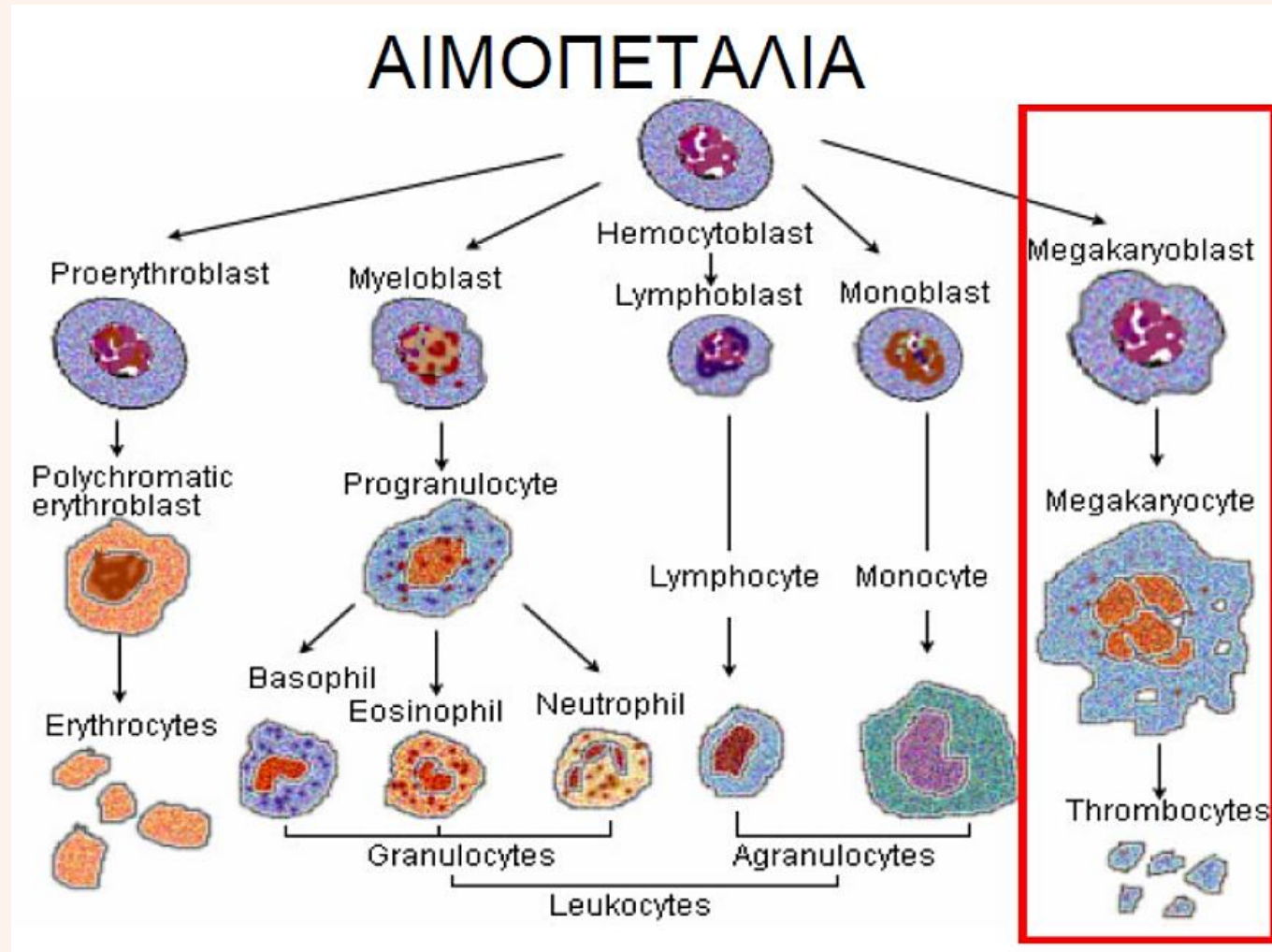
Ερυθρά αιμοσφαίρια : μεταφέρουν O_2 και CO_2

Λευκά αιμοσφαίρια : υπεύθυνα για την άμυνα του οργανισμού

Αιμοπετάλια : σημαντικά για τους πηκτικούς μηχανισμούς

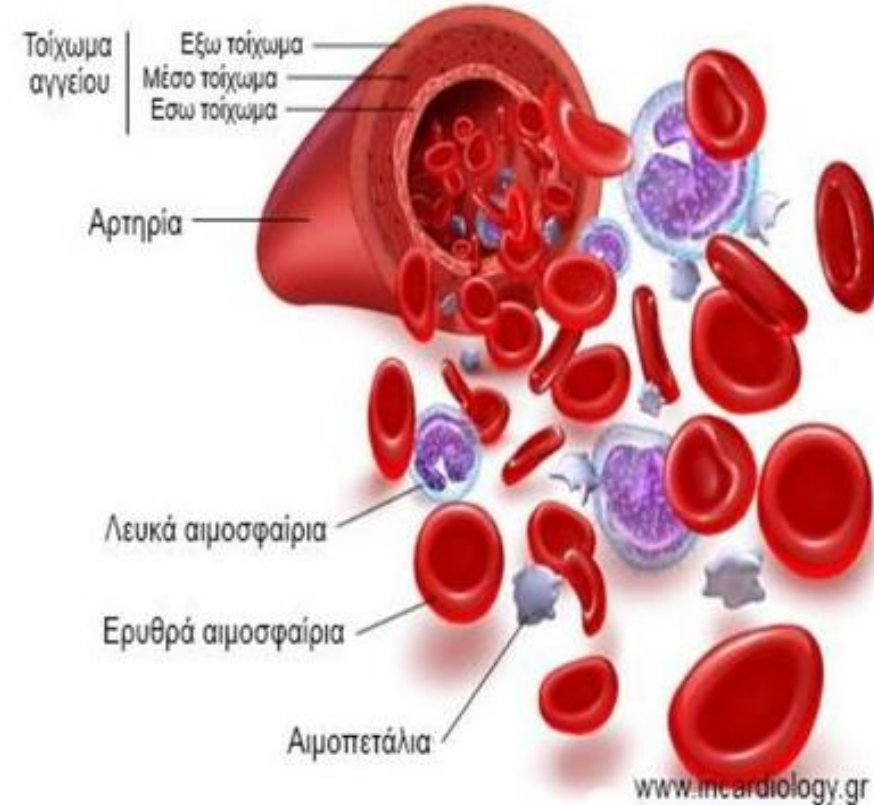


ΑΙΜΟΠΕΤΑΛΙΑ ή θρομβοκύτταρα



ΑΙΜΟΠΕΤΑΛΙΑ ή θρομβοκύτταρα

- Λιγότερα από ερυθρά/λευκά
- Κυτταρικά θραύσματα
 - Ακανόνιστο σχήμα
 - Απύρρηνα
 - Άχρωμα
 - 2-4μm διάμετρο
- 5-9 μέρες διάρκεια ζωής
- 250.000 – 400.000/m³
- Υπεύθυνα για τη πήξη του αίματος



ΑΙΜΟΠΕΤΑΛΙΑ ή θρομβοκύτταρα

- Τα αιμοπετάλια είναι θραύσματα κυττάρων με διάμετρο 2 έως 4 μm .
- Προέρχονται από τα **μεγακαρυοκύτταρα** που παράγονται από αδιαφοροποίητα αιμοποιητικά βλαστικά κύτταρα.
- Μεγακαρυοκύτταρα είναι μεγάλα κύτταρα διαμέτρου περίπου 180 μm που βρίσκονται στον ερυθρό μυελό των οστών.
- Από ένα μεγακαρυοκύτταρο τυπικά παράγονται περίπου 1.000 αιμοπετάλια.
- **Δεν έχουν πυρήνα**, έχουν όμως οργανίδια και ένζυμα για την παραγωγή ενέργειας και τη σύνθεση ουσιών οι οποίες αποθηκεύονται σε κοκκία.

ΑΙΜΟΠΕΤΑΛΙΑ ή θρομβοκύτταρα

- Μπορούν να συστέλλονται επειδή περιέχουν **ακτίνη και μυοσίνη**.
- Φυσιολογικές τιμές 150.000 – 450.000/κκχ.
- Διάρκεια ζωής 8-11 ημέρες.
- Απομακρύνονται από την κυκλοφορία μέσω των ιστικών μακροφάγων του ήπατος και του σπλήνα, και αντικαθίστανται από νέα αιμοπετάλια που απελευθερώνονται από τον μυελό των οστών.
- Η **θρομβοποιητίνη** που παράγεται στο ήπαρ, αυξάνει τον αριθμό των μεγακαρυοκυττάρων στον μυελό των οστών και επομένως παράγονται περισσότερα αιμοπετάλια για τις ανάγκες του οργανισμού.

ΑΙΜΟΠΕΤΑΛΙΑ ή θρομβοκύτταρα

- Το 60-75% των αιμοπεταλίων που έχουν εξωθηθεί από το μυελό των οστών, κυκλοφορεί στο αίμα, ενώ τα υπόλοιπα βρίσκονται στο σπλήνα.
- Η σπληνεκτομή προκαλεί αύξηση του αριθμού των αιμοπεταλίων (θρομβοκυττάρωση).

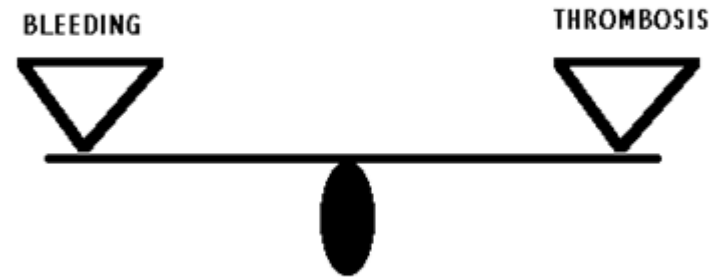
Πήξη του αίματος

Αιμόσταση

- Αίμα- Στάση (παύση αιμορραγίας επί αγγειακής ρήξης)
- η ενεργοποίησή της αρχίζει απο την στιγμή που υπάρχει βλάβη του ενδοθηλίου ή τραυματισμού του αγγείου.
- Αποκαθιστά την αγγειακή βλάβη.
- Εξασφαλίζει την ομαλή ροή αίματος στα αγγεία.

Αιμόσταση

- Αιμορραγία και θρόμβωση (πήξη του αίματος)
- Στο αίμα υπάρχουν αντιπηκτικοί και πηκτικοί παράγοντες, κυριαρχούν **αντιπηκτικοί**
- Υπάρχουν θρομβωτικά και αιμορραγικά νοσήματα



Θρόμβωση

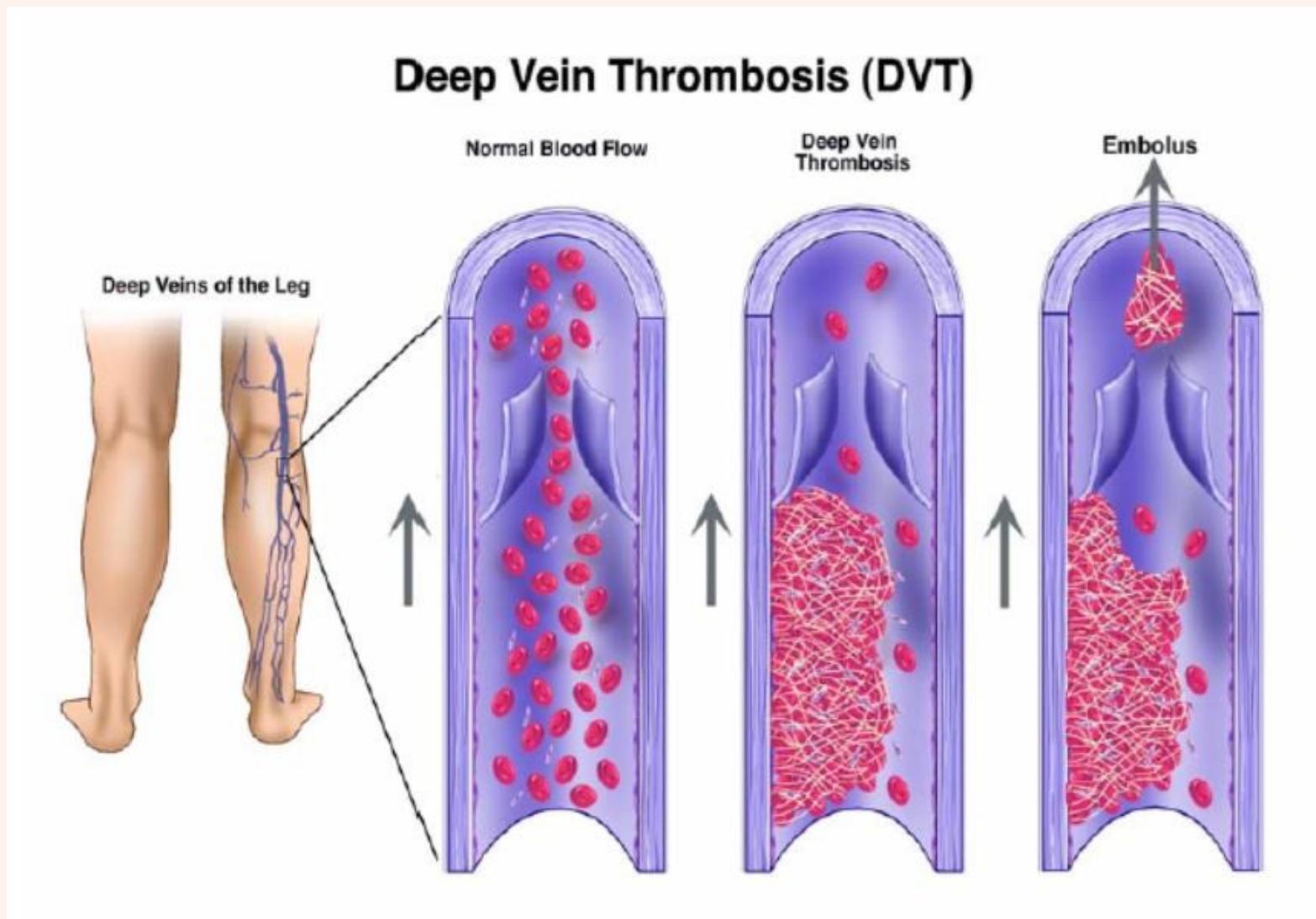
Θρόμβωση (πήξη του αίματος) : **είναι** η πιο συχνή διαταραχή της αιμόστασης

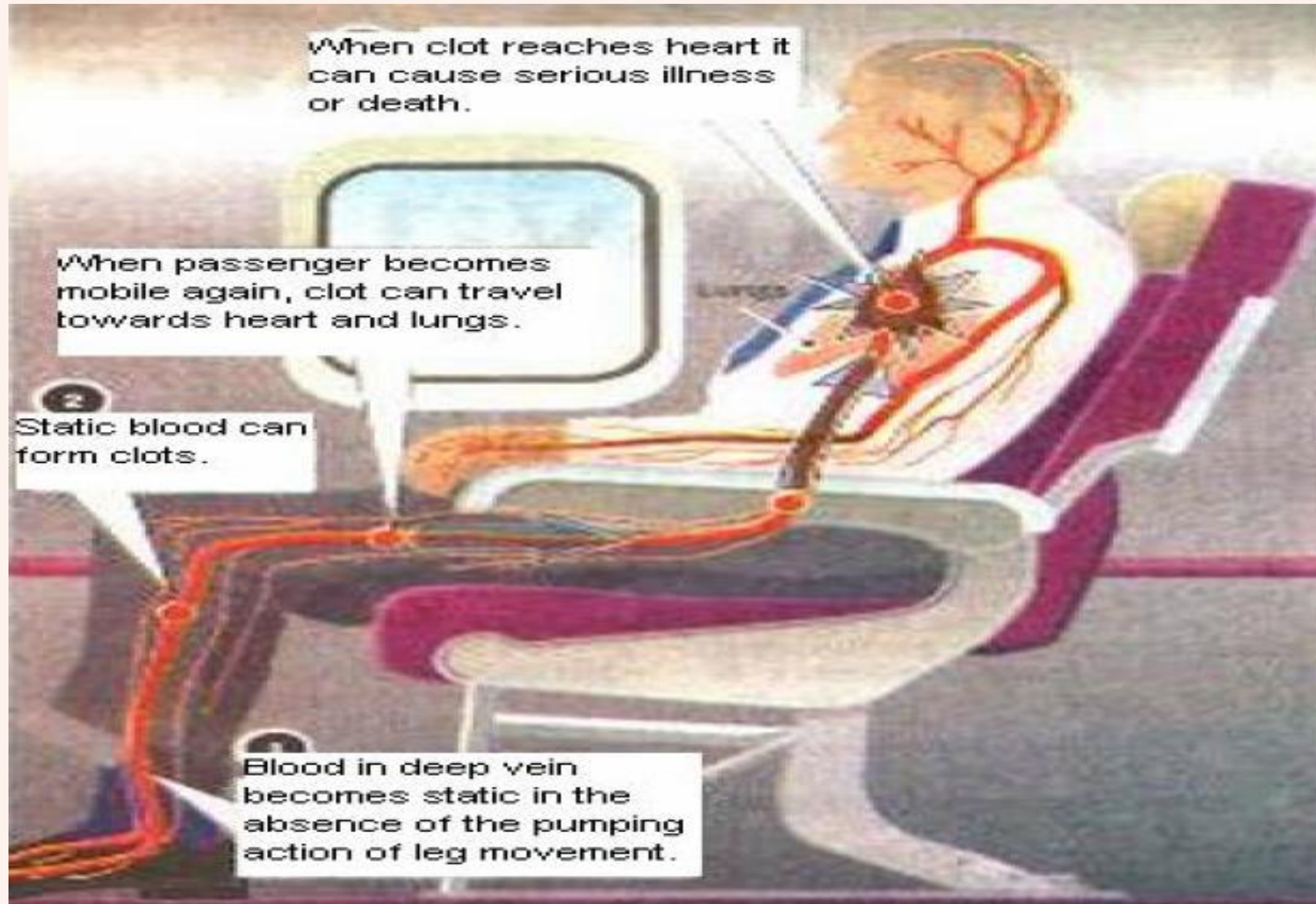
π.χ. Οξύ έμφραγμα μυοκαρδίου, εν τω βάθει φλεβική θρόμβωση, πνευμονική εμβολή, οξύ ισχαιμικό εγκεφαλικό

Θρόμβος: πήγμα αίματος προσκολλημένο στο αγγειακό τοίχωμα

Έμβολο: πήγμα (θρόμβος) που κυκλοφορεί στο αίμα

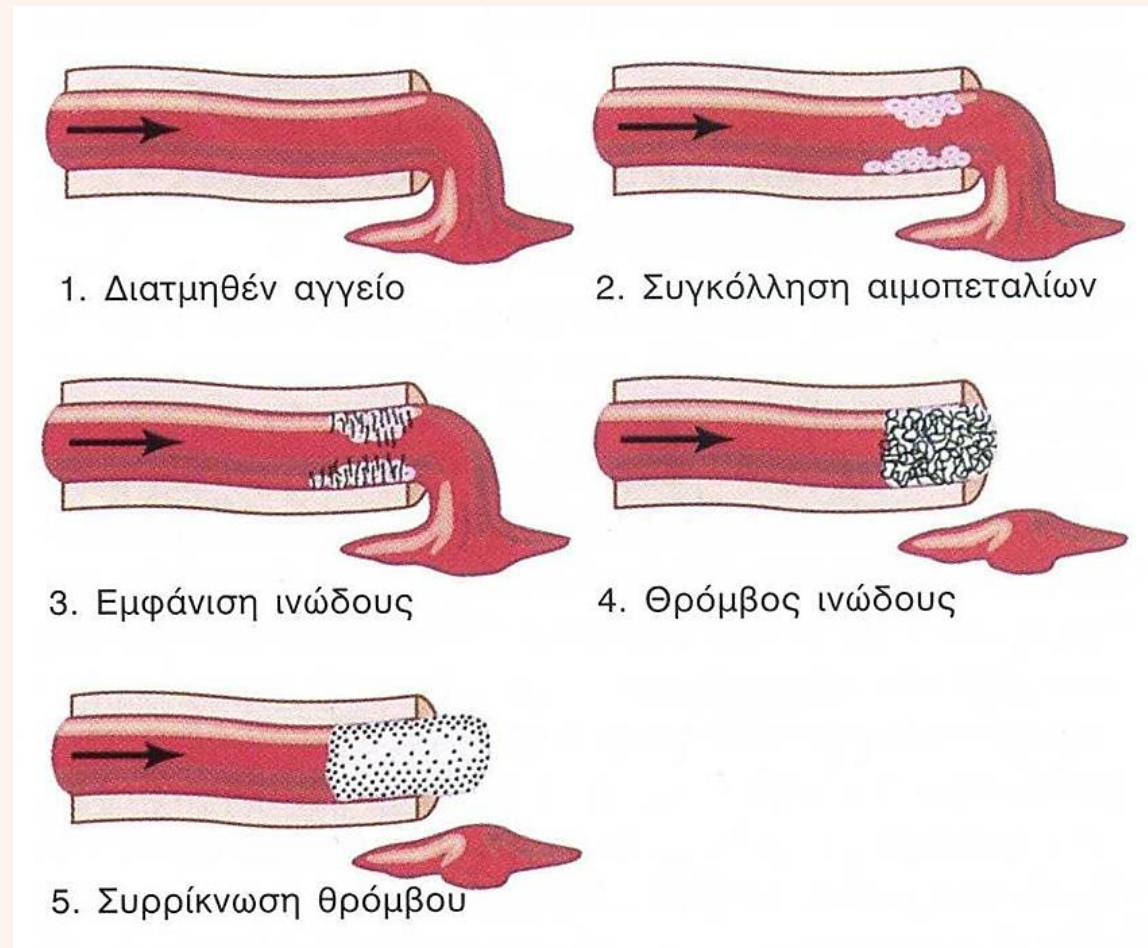
Εν τω βάθει φλεβική θρόμβωση





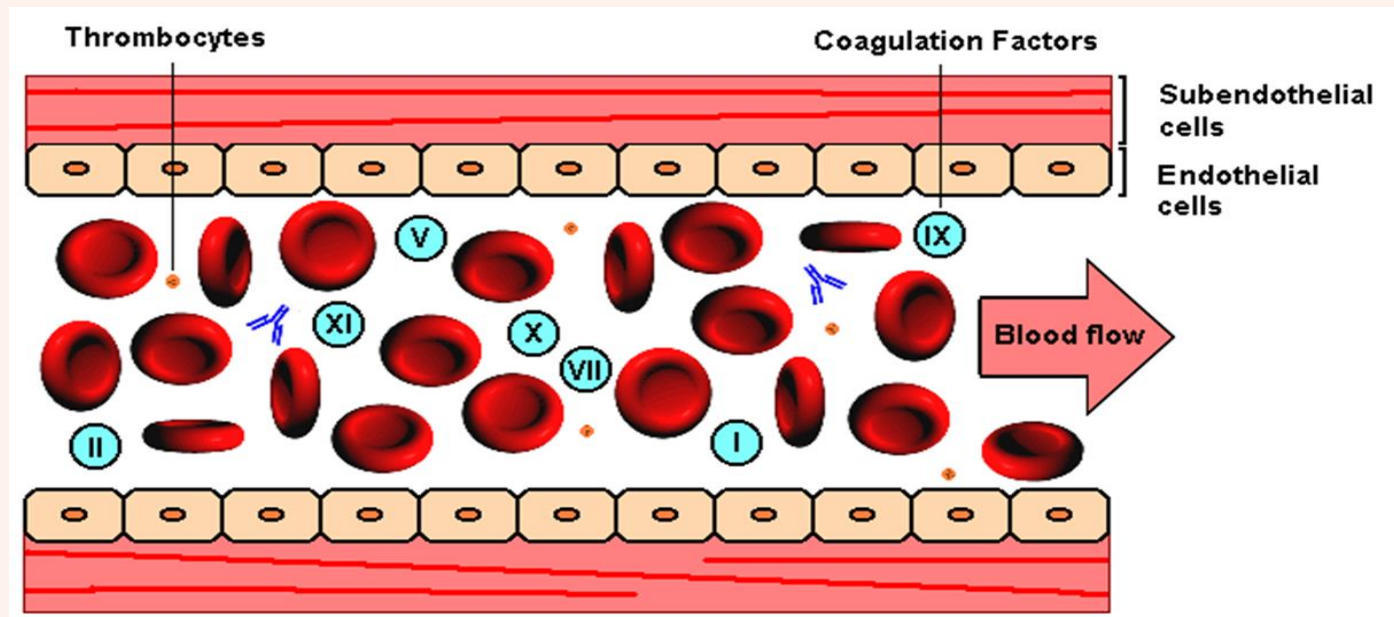
Αιμόσταση σε τραυματισμένο αγγείο

1. Σπασμός αγγείου
2. Αιμοπεταλιακός θρόμβος (βύσμα)
3. Θρόμβος αίματος (πήξη)
4. Ανάπτυξη ινώδους ιστού (μόνιμη αποφραξη)



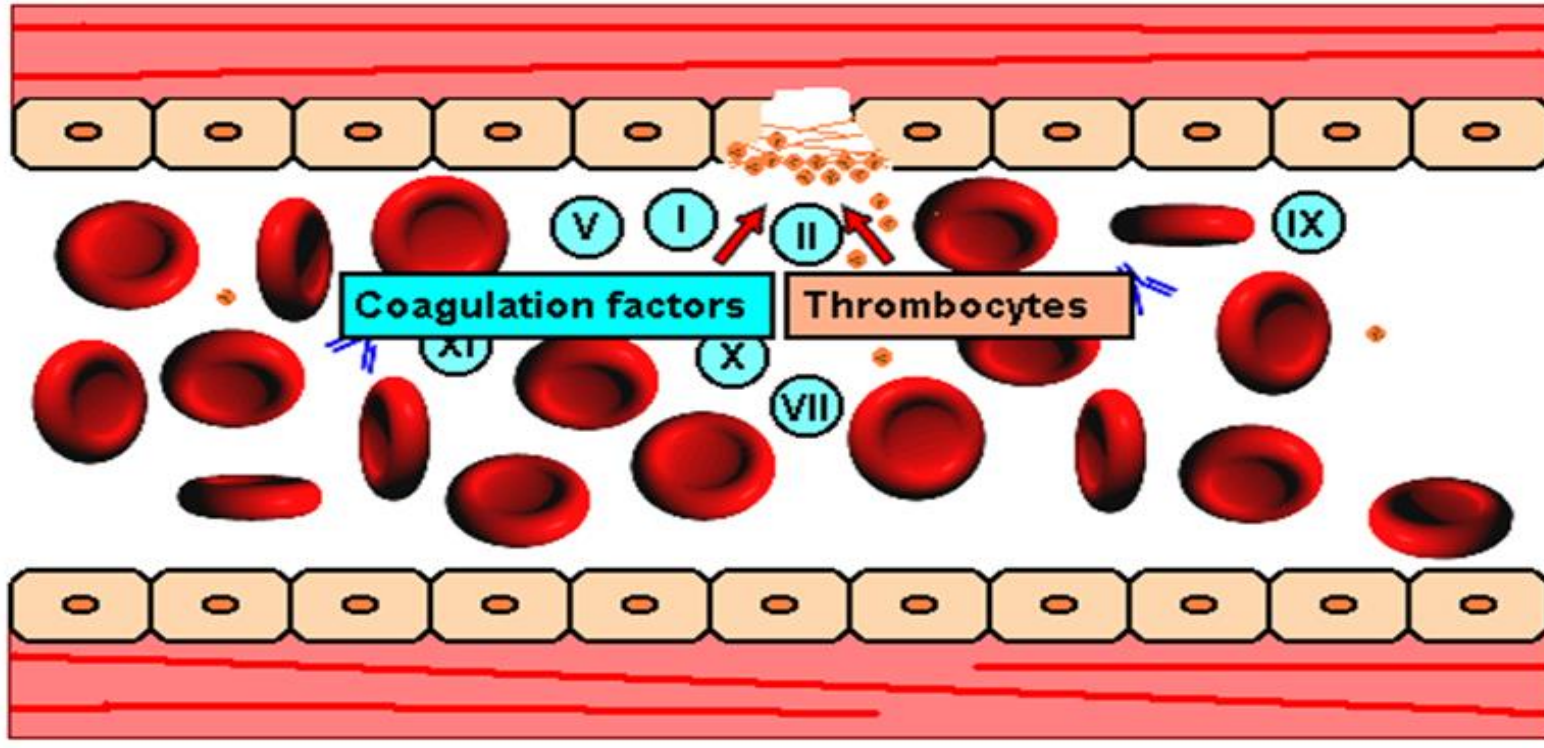
Πήξη αίματος-Αιμοπετάλια

Αιμοπετάλια : είναι απύρρηνα κύτταρα του αίματος

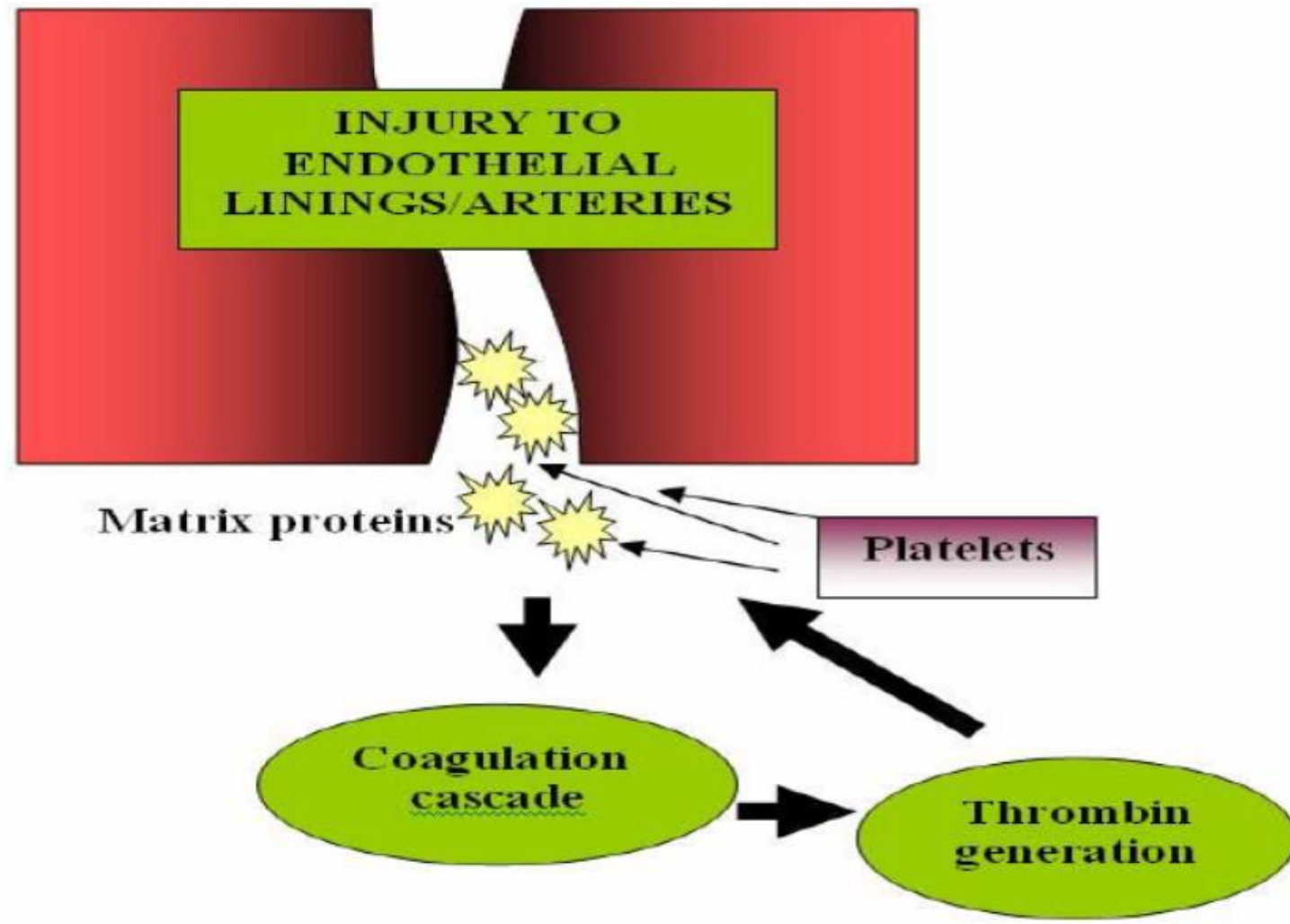


Τα αιμοπετάλια (απύρρηνα) δεν προσκολλούνται σε άλλα κύτταρα του αίματος ή ενδοθηλιακές μεμβράνες
-Απωθούνται από το αρνητικό φορτίο των μεμβρανών

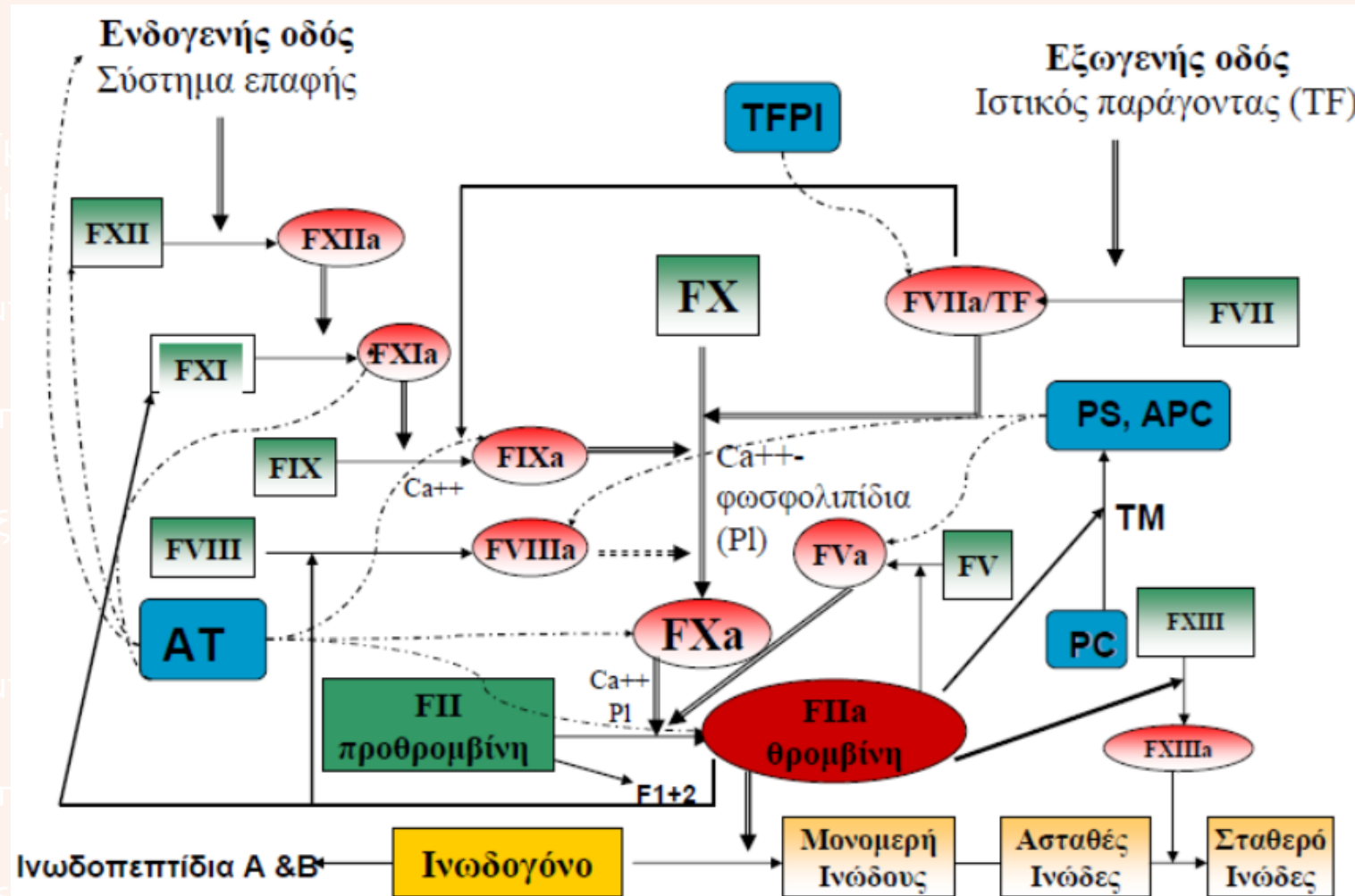
Πήξη αίματος-Αιμοπετάλια



Σε περίπτωση τραυματισμού τα αιμοπετάλια έρχονται σε επαφή με το υπενδοθηλιακό κολλαγόνο → ενεργοποίηση των αιμοπεταλίων, τα οποία εκκρίνουν **ADP και Θρομβοξάνη A2**

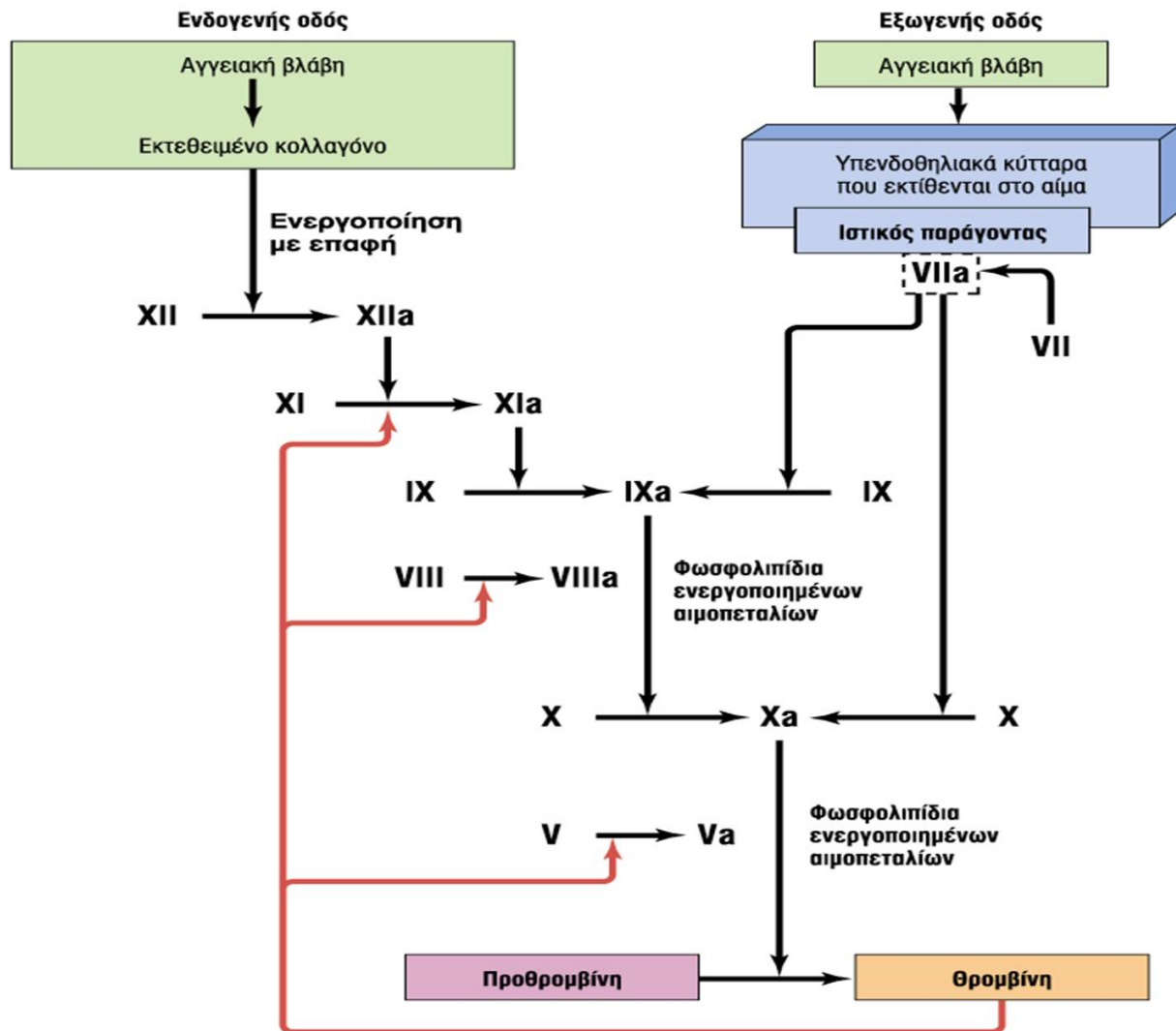


Καταρράκτης πήξης αίματος



Μηχανισμός πήξης του αίματος, (MacFarlane, Nature 1964)

Μηχανισμός Πήξης



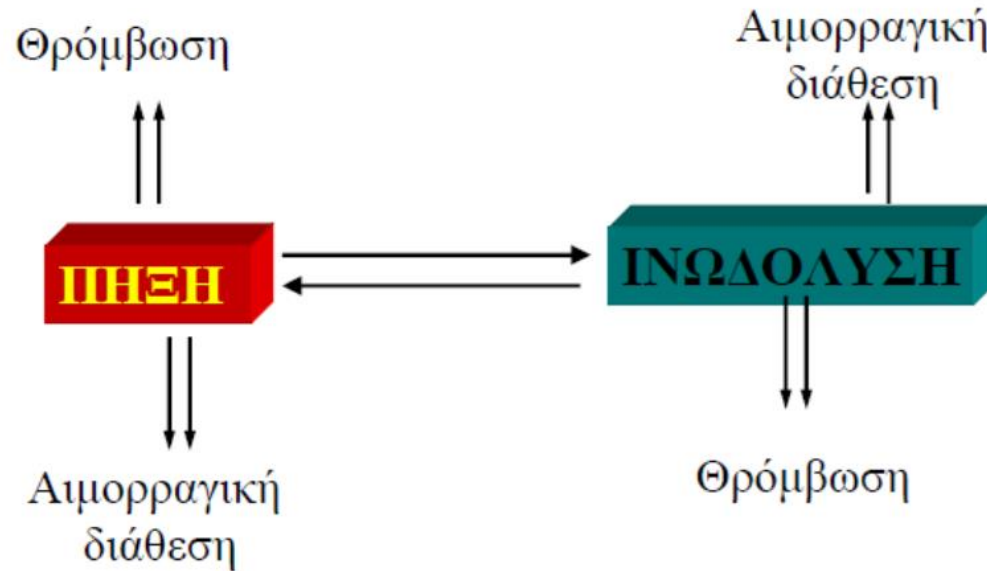
Δύο βασικές οδοί :

Ένδογενής
Εξωγενής

Συναντώνται στο ίδιο σημείο

→ 13 παράγοντες πήξης

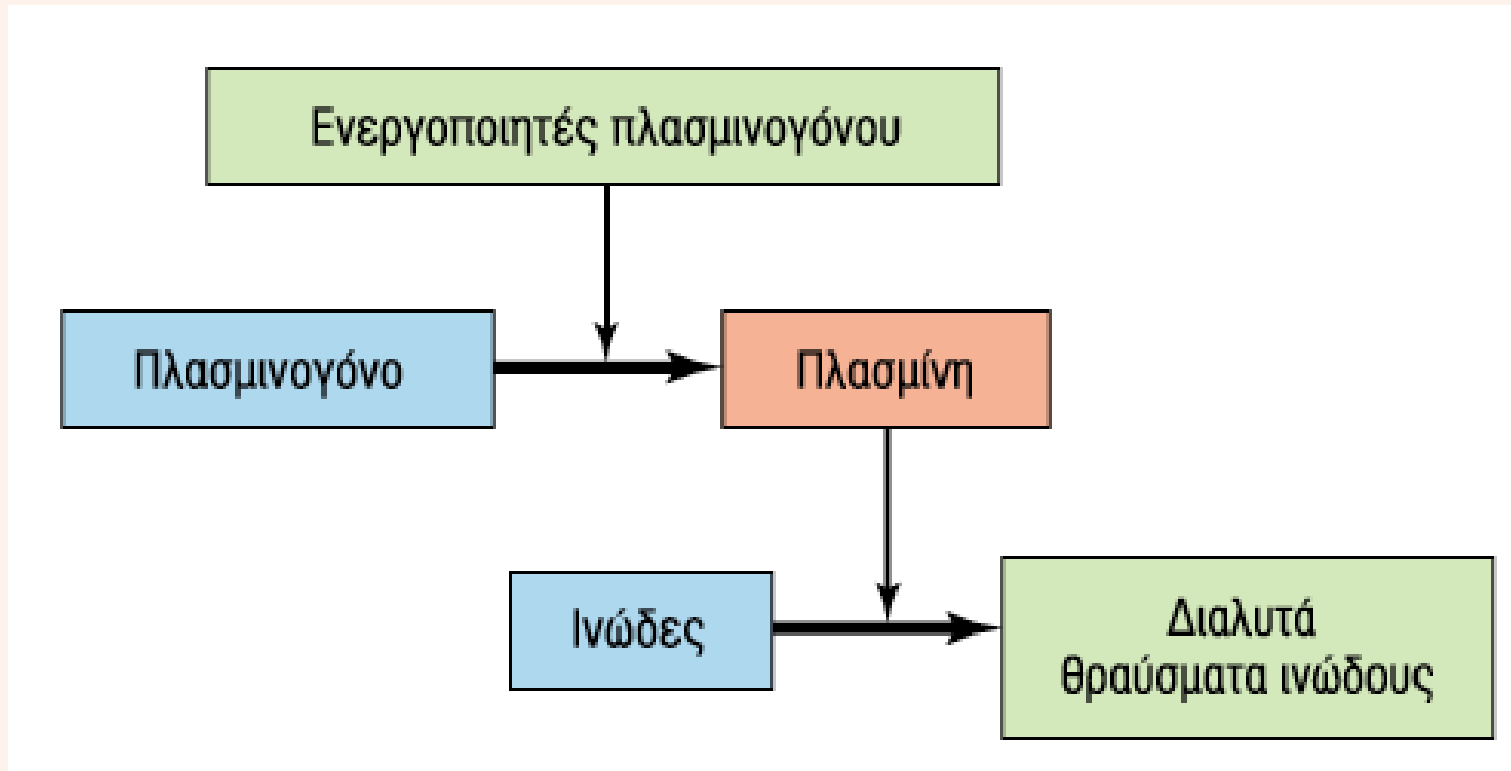
Αιμοστατική ισορροπία



- Με τη βλάβη ενός αγγείου και την αποκάλυψη του υπενδοθηλιακού κολλαγόνου ενεργοποιείται ο **μηχανισμός της πήξης** με αποτέλεσμα τη δημιουργία θρόμβου στην περιοχή της βλάβης, που οδηγεί στην μερική ή ολική απόφραξη του αγγείου.
- Παράλληλα με τη δημιουργία θρόμβου δραστηριοποιείται το **ινωδολυτικό σύστημα**, που έχει σαν σκοπό τη λύση του θρόμβου και την αποκατάσταση της κυκλοφορίας.

Ινωδόλυση

- Απελευθέρωση ενεργοποιητή του πλασμινογόνου (tPA) από το ενδοθήλιο
- Πλασμινογόνο → πλασμίνη (πρωτεάση)
- Λύση του θρόμβου –σχηματισμός προϊόντων αποδόμησης του ινώδους
- Επαναφορά του αγγείου στην αρχική κατάσταση



Αντιπηκτικά φάρμακα

ΑΙΜΟΣΤΑΤΙΚΗ ΟΔΟΣ	ΤΑΞΗ ΦΑΡΜΑΚΩΝ	ΦΑΡΜΑΚΑ
Αναστολή της συσσώρευσης των αιμοπεταλίων	Αντιαιμοπεταλιακά	Αναστρέψιμη ΜΣΑΦ Μη αναστρέψιμη Ασπιρίνη
Καταρράκτης πήξης	Αντιπηκτικά	Ηπαρίνη, Κουμαρινικά (Βαρφαρίνη, Δικουμαρόλη)
Ινωδόλυση	Ινωδολυτικά (Θρομβολυτικά)	Στρεπτοκινάση, ουροκινάση t-PA (ενεργ. πλασμινογονου)

Αντιαιμοπεταλιακά Φάρμακα

- 1) Αναστολείς κυκλοξυγενάσης (COX) – Ασπιρίνη
- 2) Αναστολείς υποδοχέων ADP (Τικλοπιδίνη, Κλοπιδογρέλη, Πρασουγρέλη)
- 3) Αναστολείς Υποδοχέων GPIIb/IIIa
Αμπσιξιμάμπη, Επτιφιμπατίδη, Τιροφιμπάνη

Γενική αίματος : Φυσιολογική

- Hemoglobin (Hb): 14.5 g/dL
- Hematocrit (Hct): 44%
- Mean Corpuscular Volume (MCV): 90 fL
- Red Blood Cell Count (RBC): $4.8 \times 10^{12}/L$
- Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH): 30 pg
- White Blood Cell Count (WBC): $6.5 \times 10^9/L$
- Platelets (PLT): $250 \times 10^9/L$

Γενική αίματος : Μικροκυτταρική Υπόχρωμη

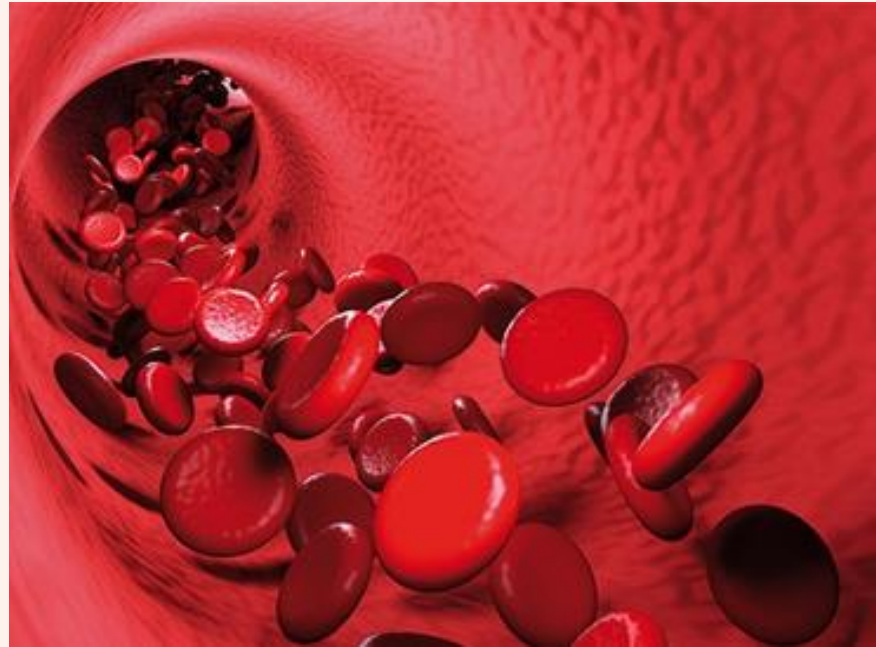
- Hemoglobin (Hb): 9.5 g/dL
- Hematocrit (Hct): 30%
- Mean Corpuscular Volume (MCV): 70 fL
- Red Blood Cell Count (RBC): $5.5 \times 10^{12}/L$
- Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH): 20 pg
- White Blood Cell Count (WBC): $6.0 \times 10^9/L$
- Platelets (PLT): $320 \times 10^9/L$

Γενική αίματος : Μακροκυτταρική αναιμία

- Hemoglobin (Hb): 10.0 g/dL
- Hematocrit (Hct): 32%
- Mean Corpuscular Volume (MCV): 115 fL
- Red Blood Cell Count (RBC): $3.0 \times 10^{12}/L$
- Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH): 33 pg
- White Blood Cell Count (WBC): $7.2 \times 10^9/L$
- Platelets (PLT): $280 \times 10^9/L$

Γενική αίματος : Θρομβοκυτοπενία
(χαμηλός αριθμός αιμοπεταλίων)

- Hemoglobin (Hb): 13.8 g/dL
- Hematocrit (Hct): 42%
- Mean Corpuscular Volume (MCV): 89 fL
- Red Blood Cell Count (RBC): $4.9 \times 10^{12}/L$
- Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH): 29 pg
- White Blood Cell Count (WBC): $5.5 \times 10^9/L$
- Platelets (PLT): 80 $\times 10^9/L$



Σας ευχαριστώ

Οι επιστημονικές πληροφορίες από το διαδίκτυο που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι μόνο για εκπαιδευτικούς λόγους.