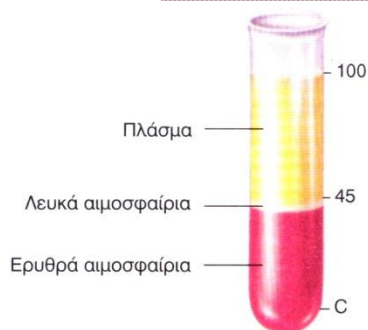


# ΤΟ ΑΙΜΑ



Το αίμα είναι συνδετικός ιστός που αποτελείται από έμμορφα συστατικά (ερυθρά και λευκά αιμοσφαίρια, αιμοπετάλια) και μεσοκυττάρια ουσία (πλάσμα). Τα έμμορφα συστατικά σχηματίζονται στον *ερυθρό μυελό των οστών*. Το ποσοστό των έμμορφων συστατικών του αίματος, κατ' όγκο, ονομάζεται *αιματοκρίτης* και κυμαίνεται από 40% ως 50%. Ο αιματοκρίτης μπορεί να μετρηθεί εύκολα με φυγοκέντρηση του αίματος που καθιζάνει τα έμμορφα συστατικά.

## ΠΛΑΣΜΑ

Το πλάσμα αποτελείται κατά 90% από νερό, μέσα στο οποίο είναι διαλυμένες διάφορες ουσίες. Αυτές είναι, με σειρά μεγέθους των μορίων τους:

- Ανόργανα ιόντα ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  κ.λπ.)
- Θρεπτικά υλικά (αμινοξέα, σάκχαρα, λιπίδια)
- Προϊόντα κυτταρικού μεταβολισμού (π.χ. ουρία)
- Βιταμίνες και ορμόνες
- Πρωτεΐνες. Οι περισσότερες πρωτεΐνες του πλάσματος παράγονται στο ήπαρ.

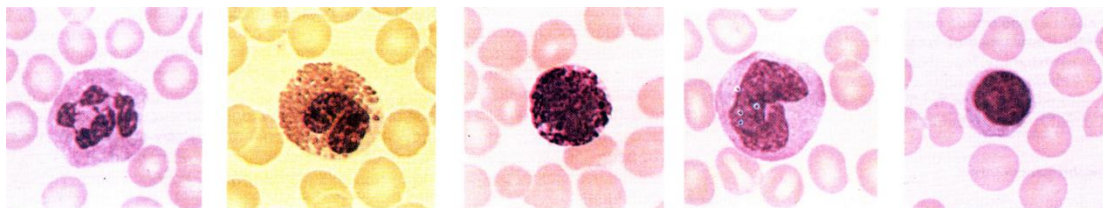
Μία από τις σημαντικότερες ομάδες πρωτεϊνών του πλάσματος είναι υπεύθυνες για την **πήξη του αίματος**. Σε αυτές περιλαμβάνεται το *ινώδες* που κυκλοφορεί στο πλάσμα σε μια αδρανή, πρόδρομη μορφή που ονομάζεται *ινωδογόνο* και η *θρομβίνη* που σχηματίζεται από την ανενεργό *προθρομβίνη*.

Το πλάσμα του αίματος χωρίς τις πρωτεΐνες του ονομάζεται *ορός*.

## ΑΙΜΟΠΕΤΑΛΙΑ

Τα αιμοπετάλια είναι θραύσματα κυττάρων που περιβάλλονται από κυτταρική μεμβράνη. Προέρχονται από μια ειδική κατηγορία γιγάντιων κυττάρων, τα *μεγακαρυοκύτταρα*, καθένα από τα οποία σπάει σε 2.000-3.000 αιμοπετάλια. Υπάρχουν περίπου 300.000 αιμοπετάλια ανά μλ αίματος.

## ΛΕΥΚΑ ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΑ



Τα λευκά αιμοσφαίρια είναι κύτταρα του αμυντικού συστήματος που κυκλοφορούν με το αίμα προκειμένου να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν το γρηγορότερο δυνατό μία μόλυνση σε οποιοδήποτε σημείο του σώματος. Υπάρχουν περίπου 5.000-10.000 λευκά

αιμοσφαίρια ανά μl αίματος. Τα λευκά αιμοσφαίρια είναι πολλών ειδών και μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση διάφορα κριτήρια:

- Με βάση την εμφάνιση τους τα διαχωρίζουμε σε *κοκκιώδη* και *μη κοκκιώδη*.
- Με βάση την καταγωγή τους από πρόδρομα κύτταρα τα διακρίνουμε σε *μυελώδη* και *λεμφώδη*.
- Με βάση το ρόλο τους διακρίνουμε δύο κύριες κατηγορίες: φαγοκύτταρα και λεμφοκύτταρα

### Φαγοκύτταρα

Ανάλογα με τη μορφή τους διακρίνονται σε δύο ομάδες: *ουδετερόφιλα* (κοκκιώδη) και *μονοκύτταρα* (μη κοκκιώδη). Τα μονοκύτταρα μπορούν να εξέλθουν από τις μεσοκυττάριες σχισμές του τοιχώματος των τριχοειδών (δες κεφάλαιο 12) και να εγκατασταθούν στους διάφορους ιστούς, οπότε μετατρέπονται σε *μακροφάγα*.

### Λεμφοκύτταρα

Τα λεμφοκύτταρα είναι τα κύτταρα του *ανοσοποιητικού συστήματος*. Τα λεμφοκύτταρα διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

#### Τ-Λεμφοκύτταρα

Ωριμάζουν στο θύμο αδένα. Διακρίνονται στις εξής υποκατηγορίες:

- Βοηθητικά: Αναγνωρίζουν το αντιγόνο με τη βοήθεια των φαγοκυττάρων και ενεργοποιούν τα υπόλοιπα λεμφοκύτταρα.
- Κυτταροτοξικά: Επιτίθενται και εξουδετερώνουν «ανώμαλα» κύτταρα του οργανισμού μας, όπως κύτταρα μολυσμένα από ιούς, καρκινικά κύτταρα ή κύτταρα μοσχευμάτων που αναγνωρίζονται ως ξένα (*κυτταρική ανοσία*)
- Κατασταλτικά: Βοηθούν στη λήξη της ανοσολογικής απόκρισης όταν το αντιγόνο εξουδετερωθεί
- Μνήμης: Βοηθητικά και κυτταροτοξικά κύτταρα που παραμένουν μετά τη λήξη της ανοσολογικής απόκρισης και «θυμούνται» το συγκεκριμένο αντιγόνο.

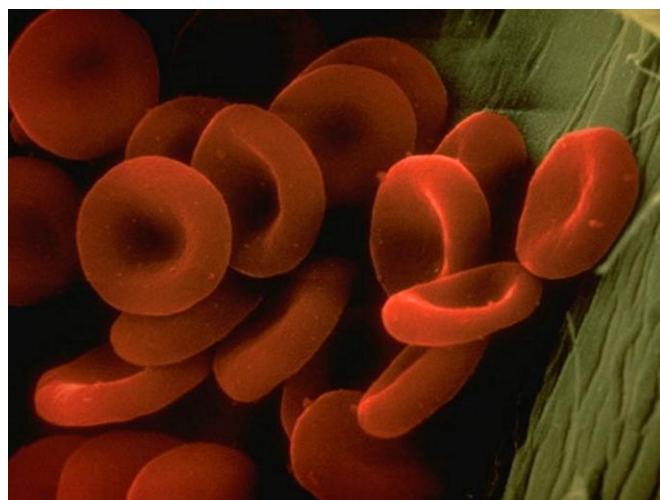
#### Β-λεμφοκύτταρα

Ωριμάζουν στο μυελό των οστών. Ενεργοποίηση ενός β-λεμφοκυττάρου από ένα αντιγόνο με τη βοήθεια βοηθητικών Τ-λεμφοκυττάρων οδηγεί στη μετατροπή του σε *πλάσματοκύτταρο*, που παράγει και εκκρίνει μεγάλες ποσότητες *αντισωμάτων*. Μετά τη λήξη της ανοσολογικής αντίδρασης, κάποια β-λεμφοκύτταρα παραμένουν ως β-λεμφοκύτταρα *μνήμης*.

## ΕΡΥΘΡΑ ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΑ

Τα ερυθρά αιμοσφαίρια είναι κύτταρα με σχήμα αμφίκυκλου δίσκου (δες εικόνα), εξειδικευμένα για τη μεταφορά  $O_2$  σε τέτοιο βαθμό που να έχουν χάσει τον πυρήνα τους. Ως αποτέλεσμα τα ερυθρά αιμοσφαίρια ζουν μέχρι 120 μέρες μόνο, μετά τις οποίες καταστρέφονται στο σπλήνα. Καθώς η μεταφορά  $O_2$  και  $CO_2$  είναι από τους βασικότερους ρόλους του αίματος, κάθε μl αίματος περιέχει περίπου 5.000.000 ερυθρά αιμοσφαίρια.

Η μεταφορά του  $O_2$  από τα ερυθρά αιμοσφαίρια γίνεται με τη βοήθεια μιας ειδικής τετρα-



μερους πρωτεΐνης, της *αιμοσφαιρίνης*. Κάθε μόριο αιμοσφαιρίνης αποτελείται από 4 υπομονάδες: ο κύριος τύπος αιμοσφαιρίνης των ενηλίκων (*HbA*) αποτελείται από 2  $\alpha$  υπομονάδες και 2  $\beta$  υπομονάδες, ενώ η αιμοσφαιρίνη των εμβρύων (*HbF*) διαφέρει και αποτελείται από 2  $\alpha$  και 2  $\gamma$  υπομονάδες. Κάθε μία από τις 4 υπομονάδες αποτελείται από μια πολυπεπτιδική αλυσίδα και ένα μόριο μιας ειδικής *χρωστικής* ουσίας, της *αίμης*. Στο κέντρο του μορίου της αίμης υπάρχει ένα ιόν σιδήρου που μπορεί να δεσμεύσει αντιστρεπτά ένα μόριο  $O_2$ . Καθώς κάθε μόριο αίμης μπορεί να δεσμεύσει 1 μόριο  $O_2$ , ένα μόριο αιμοσφαιρίνης μπορεί να συνδεθεί με 4 συνολικά μόρια  $O_2$ . Η αιμοσφαιρίνη αποτελεί το 97% του ξηρού βάρους κάθε ερυθρού αιμοσφαίριου. Το σχήμα των ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι αποτέλεσμα συμβιβασμού μεταξύ του σχήματος με τη μεγαλύτερη χωρητικότητα (για τη μεταφορά αιμοσφαιρίνης) και του σχήματος με τη μεγαλύτερη επιφάνεια (για ταχύτερη ανταλλαγή των αερίων).

### Ομάδες Αίματος

Τα ερυθρά αιμοσφαίρια φέρουν στην εξωτερική επιφάνεια της κυτταρικής τους μεμβράνης ουσίες (κυρίως πρωτεΐνες και υδατάνθρακες) που μπορούν να δράσουν ως αντιγόνα. Υπάρχουν πάνω από 100 πιθανά αντιγόνα στην επιφάνεια των ανθρώπινων ερυθρών αιμοσφαιρίων που συστηματοποιούνται σε 24 τουλάχιστον κατηγορίες. Τα ερυθρά αιμοσφαίρια κάθε ατόμου φέρουν ορισμένα μόνο από αυτά τα αντιγόνα. Μεγαλύτερη πρακτική σημασία έχουν τα αντιγόνα *A/B* και *Rhesus*:

- **Σύστημα ABO**

Κάθε άτομο μπορεί να φέρει στην επιφάνεια των ερυθροκυττάρων του το αντιγόνο A ή/και το αντιγόνο B ή κανένα από τα δύο. Τα αντιγόνα A και B είναι σχετικά απλά στη μορφή τους, με αποτέλεσμα να απαντώνται συχνά στη φύση εκτός από την επιφάνεια των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Έτσι κάθε άνθρωπος έρχεται σε επαφή με τα αντιγόνα αυτά στους πρώτους μήνες της ζωής του και αναπτύσσει αντισώματα εναντίων όποιων από αυτά δεν φέρουν τα ερυθρά του αιμοσφαίρια (καθώς για αυτά έχει ανοχή). Έτσι:

- ο Άτομα που φέρουν το αντιγόνο A έχουν αντισώματα αντί-B και λέγεται ότι έχουν ομάδα αίματος A (40% ινδοευρωπαϊκής φυλής)
- ο Άτομα που φέρουν το αντιγόνο B έχουν αντισώματα αντί-A και λέγεται ότι έχουν ομάδα αίματος B (10% ινδοευρωπαϊκής φυλής)
- ο Άτομα που φέρουν το αντιγόνο A και B δεν έχουν αντισώματα ούτε αντί-A ούτε αντί-B και λέγεται ότι έχουν ομάδα αίματος AB (5% ινδοευρωπαϊκής φυλής)
- ο Άτομα που δε φέρουν ούτε το αντιγόνο A ούτε το αντιγόνο B έχουν αντισώματα αντί-A και αντί-B και ομάδα αίματος 0 (μηδέν) (45% ινδοευρωπαϊκής φυλής).

- **Σύστημα Rhesus**

Το 85% των ανθρώπων φέρει στην επιφάνεια των ερυθροκυττάρων τους και το αντιγόνο Rhesus (άτομα  $Rh^+$ ). Το υπόλοιπο 15% δεν φέρουν αυτό το αντιγόνο (άτομα  $Rh^-$ ), οπότε στην πρώτη επαφή με αίμα  $Rh^+$ , θα αναπτύξουν αντισώματα αντί- $Rh$ .