



CIRKULATIONSSYSTEMET: BLODETS SAMMANSÄTTNING

NIKLAS DAHRÉN



Innehåll:

- Blodet – kroppens transportsystem
- Centrifugering av blod
- Blodplasma
- Olika typer av blodkroppar
- Röda blodkroppar (erythrocyter)
- Proteinet hemoglobin
- Syrefattigt och syrerikt blod
- Blodvärde (Hb-värde)
- Syremättnad (SpO₂)
- Syremättnad (SpO₂) mäts med en pulsoximeter
- Vita blodkroppar (leukocyter)
- Olika typer av vita blodkroppar (leukocyter)
- Blodplättar (trombocyter)
- Inaktiverade och aktiverade blodplättar
- Översikt över koagulationsprocessen
- Utvecklingen av olika blodkroppar från hematopoetiska stamceller till mogna celler

Blodet – kroppens transportsystem

- ✓ **Vad är blod?:** Blod är en flytande vävnad som cirkulerar i kroppen. En vuxen människa har cirka 4–6 liter blod.
- ✓ **Blodets sammansättning:**
 - **Blodplasma (~55 %):** Vätskan i blodet som innehåller lösta ämnen som näringsämnen, hormoner, salter och avfallsprodukter. Består till största delen av vatten (~90 %).
 - **Blodkroppar (~45 %):** Blodet innehåller olika typer av blodkroppar. Röda blodkroppar (erythrocyter) som transporterar syre, vita blodkroppar (leukocyter) som utgör en viktig del av immunförsvaret, samt blodplättar (trombocyter) som deltar i blodkoagulationen.
- ✓ **Blodets huvuduppgifter:**
 - **Transport:** Transporterar syre, koldioxid, näringsämnen, avfallsprodukter, hormoner och värme i kroppen.
 - **Försvar:** Vita blodkroppar och antikroppar skyddar mot infektioner och främmande ämnen.
 - **Reglering:** Hjälper till att hålla kroppstemperatur, pH-värde och vätske- samt saltbalans stabil.
 - **Koagulation:** Blodplättar och koagulationsfaktorer stoppar blödningar vid skador.

Centrifugering av blod

- ✓ **Vad menas med centrifugering?:** Centrifugering är en metod för att separera olika delar i en vätska genom att snurra den mycket snabbt i en maskin som kallas centrifug. När blod (eller annan vätska) snurras runt med hög hastighet påverkas de olika delarna av centrifugalkraften. Tyngre komponenter (t.ex. röda blodkroppar) trycks utåt och hamnar längst ner. Lättare komponenter (t.ex. plasma) stannar överst.
- ✓ **Vid centrifugering delas blodet upp i tre lager:**
 - **Blodplasma (~55 %):** Ljuskul vätska överst.
 - **Buffy coat (<1 %):** Tunt lager i mitten med vita blodkroppar och blodplättar.
 - **Röda blodkroppar (~45 %):** Mörkrött lager längst ner.
- ✓ **Varför centrifugera blod?**
 - För att studera blodets olika delar.
 - För att mäta celler och proteiner.
 - För att diagnostisera sjukdomar.
 - För blodgivning – plasma och blodceller kan användas separat.



Bildkälla: CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=686369>



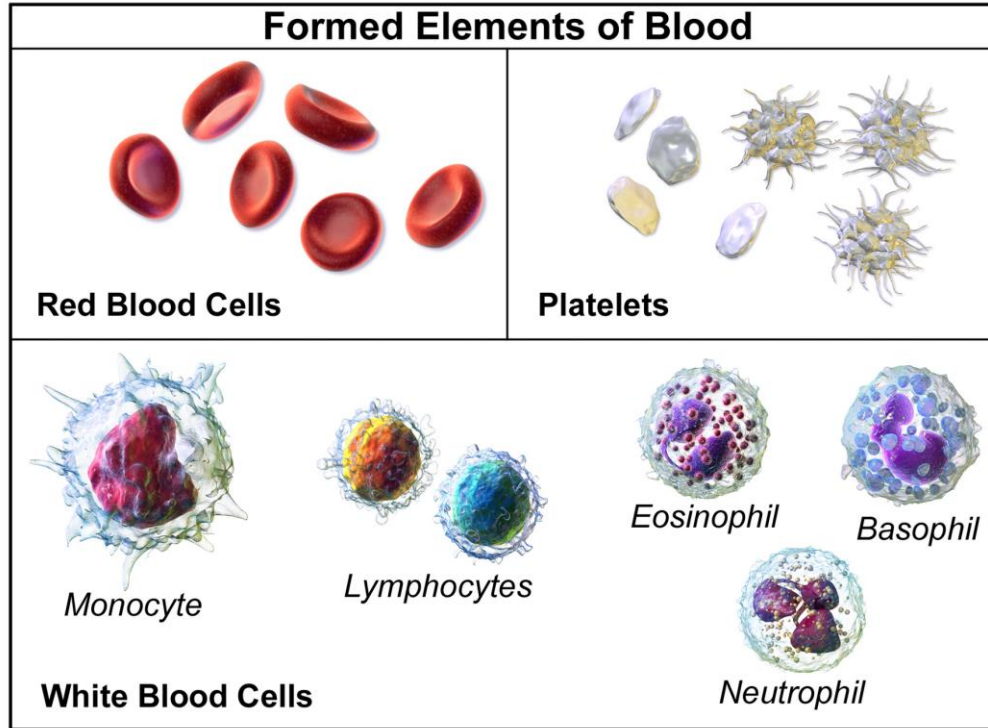
Bildkälla: Av Magnus Manske - Eget arbete, CC BY 1.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=494>

Blodplasma

- ✓ **Definiton:** Den största delen av blodet (~55 %), mest vatten (~90 %), som innehåller lösta ämnen som näringsämnen, hormoner, salter, avfallsprodukter och proteiner.
- ✓ **Funktion:**
 - Transporterar näringsämnen, hormoner och avfall.
 - Upprätthåller blodvolym och pH.
 - Skyddar kroppen genom att innehålla och transportera antikroppar och koagulationsfaktorer.



Olika typer av blodkroppar



Röda blodkroppar (erythrocyter)

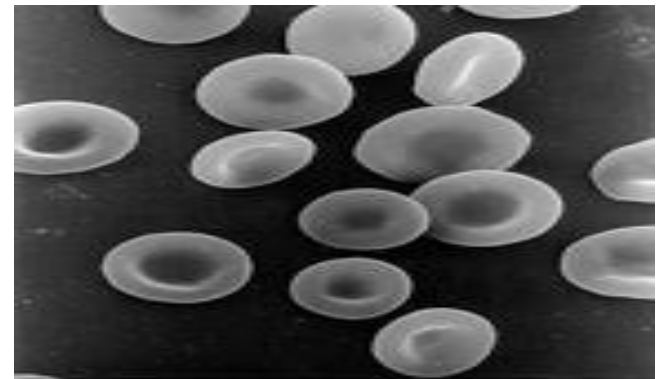
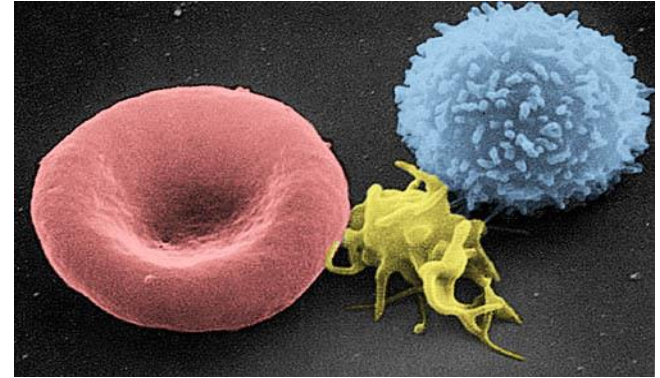
✓ **Definition:** Röda blodkroppar (erythrocyter) är celler i blodet som saknar cellkärna och innehåller hemoglobin, ett protein som binder syre. Finns i ca 5 miljoner per mikroliter blod. Livslängd ca 120 dagar.

✓ **Funktion:**

- Transporterar syre från lungorna till kroppens celler.
- Transporterar koldioxid från cellerna tillbaka till lungorna.
- Hjälper till att upprätthålla blodets syrebalans.

✓ **Formen:** De röda blodkropparnas form är bikonkav, alltså skivformad med en inbuktning på båda sidor. Denna form är mycket viktig för deras funktion:

- **Ökad yta för gasutbyte:** Erythrocyternas bikonkava form ökar cellens yta i förhållande till volym, vilket möjliggör snabbare diffusion av syre och koldioxid. Dessutom ligger hemoglobinet nära cellmembranet över hela cellen, vilket gör gasutbytet ännu mer effektivt.
- **Flexibilitet:** Erythrocyterna kan böjas och pressas genom mycket smala kapillärer utan att spricka.



Proteinet hemoglobin

✓ Struktur:

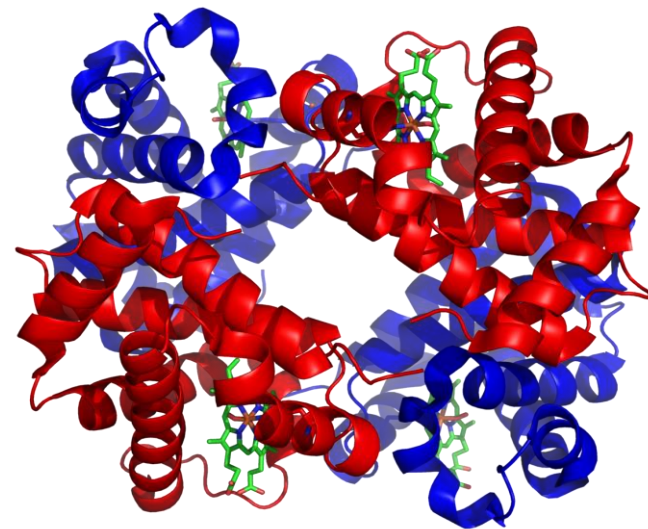
- Har en globulär struktur och består av totalt av 574 aminosyror.
- Det är ett tetramert protein, vilket betyder att det består av fyra polypeptidkedjor (fyra subenheter) – två alfa- och två beta-kedjor.
- Varje subenhet innehåller en hemgrupp med en central järnjon (Fe^{2+}) som kan binda syre.

✓ Funktion:

- Hemoglobin finns huvudsakligen i de röda blodkropparna (erythrocyterna), där det fungerar som syretransportör.
- Hemoglobin binder syre i lungorna och transporterar det till vävnader och organ där det frigör syret.
- Hemoglobin binder även en del av den koldioxid (CO_2) som bildas i vävnaderna och transporterar det till lungorna, där det kan avges.
- Hemoglobin har en lägre affinitet för syre än myoglobin, vilket gör att det effektivt släpper ifrån sig syre i vävnader med låg syrekonzentration, såsom muskler under fysisk aktivitet.

- ✓ **Övrigt:** Hemoglobin ger blodet dess röda färg, eftersom järnet i hemgruppen påverkar hur ljus absorberas.

Hemoglobin



Syrefattigt och syrerikt blod

- ✓ **Syrerikt blod (artärblod):**
 - Transporteras i artärer från hjärtat till kroppens vävnader.
 - Innehåller mycket syre bundet till hemoglobin.
 - Har ljusröd färg.
- ✓ **Syrefattigt blod (venblod):**
 - Transporteras i vener tillbaka till hjärtat
 - Har avgett syre till vävnaderna
 - Har mörkröd färg.
- ✓ **Varför olika färg?**
 - När syre binder till hemoglobin förändras molekylens struktur
 - Detta påverkar hur ljus absorberas och reflekteras → olika färg.
 - Oxyhemoglobin (med syre bundet) ger en ljusröd färg.
 - Deoxyhemoglobin (utan bundet syre) absorberar ljus annorlunda och ger en mörkröd färg.
- ✓ **Viktigt att veta:** Venblod är inte blått – det ser bara blått ut genom huden.



Två bloddroppar. Den vänstra är syrerik, och den högra syrefattig.

Blodvärde (Hb-värde)

✓ **Blodvärde (Hb-värde):**

- Visar blodets förmåga att binda och transportera syre.
- Blodvärdet anger koncentrationen hemoglobin (Hb) i blodet (g/L). Tidigare användes ibland mmol/L, men g/L är standarden i Sverige.
- Ett normalt Hb för vuxna män är ungefär 130–170 g/L, och för vuxna kvinnor ungefär 120–160 g/L.

✓ **Högt blodvärde:**

- **Kan bero på en "falsk ökning" vid vätskebrist/uttorkning:** Vid vätskebrist/uttorkning blir blodet mer koncentrerat vilket ökar blodvärdet men den mindre blodvolymen ger sämre fyllnad av hjärtat och sämre pumpförmåga vilket innebär en sämre syretransport totalt sett. Detta är alltså negativt för prestationsförmågan.
- **Kan bero på en verklig ökning p.g.a. träning och/eller hög höjd:** Träning eller vistelse på hög höjd kan öka produktionen av hemoglobin och röda blodkroppar samtidigt som blodvolymen ofta bibehålls eller ökar. Detta är positivt för prestationsförmågan.

✓ **Lågt blodvärde (anemi):**

- **Kan bero på järnbrist:** Vanligaste orsaken. Brist på järn minskar produktionen av hemoglobin.
- **Kan bero på blodförlust:** Till exempel menstruation eller blödning. Vid blodförlust minskar både plasma och blodkroppar samtidigt, så Hb (hemoglobin) kan initialt vara oförändrat. När plasmavolymen återställs snabbare än blodkropparna sjunker Hb-värdet, vilket leder till lågt blodvärde.
- **Kan bero på sjukdomar:** Sjukdomar i benmärgen kan minska produktionen av röda blodkroppar.
- **Symtom:** Ger symtom som trötthet, yrsel och blekhet.

Syremättnad (SpO₂)

- ✓ **Definition:** Visar hur mycket syre hemoglobinet i blodet binder jämfört med den maximala mängd syre som skulle kunna bindas. Anger alltså hur mättat hemoglobinmolekylerna i blodet är med syre. Enhet: procent (%).
- ✓ **Värden:**
 - 100 % = Blodet är fullt mättat med syre.
 - 95–100 % = Normala värden hos friska.
 - <90 % = Kan tyda på syrebrist (hypoxemi) och kan orsaka trötthet, yrsel, hjärtklappning eller andnöd.
- ✓ **Hur syremättnad fungerar:**
 - Varje hemoglobinmolekyl innehåller 4 järnjoner, och varje järnjon kan binda en syremolekyl, vilket innebär att ett hemoglobin kan binda totalt 4 syremolekyler.
 - När alla hemoglobinmolekyler i blodet binder 4 syremolekyler (O₂) var → 100 % syremättnad.
 - När alla hemoglobinmolekyler i blodet binder 2 syremolekyler (O₂) var → 50 % syremättnad.
- ✓ **Varierar i blodet:**
 - **Högst i artärblod:** Syremättnaden är högst i artärerna, direkt efter lungorna där blodet syresätts.
 - **Lägst i venblod:** Syremättnaden är lägst i venerna eftersom hemoglobinet avger syre till vävnaderna.
- ✓ **Låg syremättnad:**
 - **Hög höjd eller andningsuppehåll:** Lägre syretryck i lungorna → mättnadsgraden i blodet sjunker kraftigt.
 - **Sjukdomar och skador:** T.ex. lungsjukdomar, hjärtsvikt eller blodförlust kan minska syremättnaden.

Syremättnad (SpO_2) mäts med en pulsoximeter

- ✓ **Pulsoximetri:** Pulsoximetri är en typ av spektrofotometri som möjliggör icke-invasiv (utan att ta blodprov eller skära i huden) mätning av blodets syremättnad i kroppen.
- ✓ **Princip:**
 - Pulsoximetern skickar rött (~660 nm) och infrarött (~940 nm) ljus genom vävnaden och mäter hur mycket ljus som absorberas.
 - Skillnaden i absorption mellan rött och infrarött ljus används för att beräkna syremättnaden.
 - Oxyhemoglobin (HbO_2) absorberar mer infrarött ljus och mindre rött ljus än deoxyhemoglobin (Hb).
 - Om du har 20 hemoglobinmolekyler och alla binder 2 O_2 (av 4 möjliga), så är 50 % av platserna upptagna. Pulsoximetern ser detta som 50 % mättnad.
 - Om du istället har 20 hemoglobinmolekyler med 4 O_2 , är alla platser upptagna → 100 % mättnad.



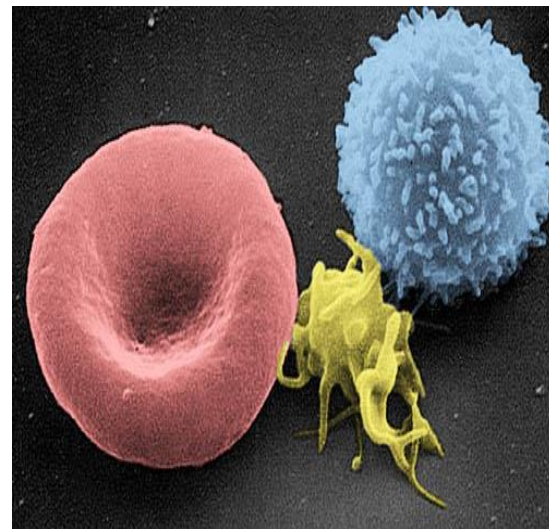
Bildkälla: Av UusiAjaja - Eget arbete, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15840996>



Bildkälla: Av Johanchristell99 - Eget arbete, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=107994076>

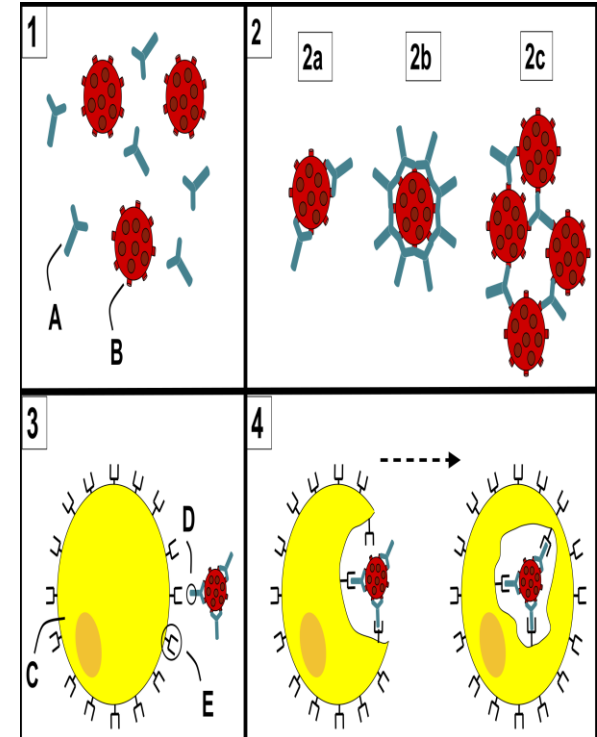
Vita blodkroppar (leukocyter)

- ✓ **Definition:** Vita blodkroppar (leukocyter) är celler som ingår i immunförsvaret. Finns i mycket färre antal än röda blodkroppar och kan röra sig ut ur blodkärlen till vävnader vid behov.
- ✓ **Varför kallas de vita blodkroppar?:** Namnet “vita blodkroppar” kommer från att de är nästan färglösa i blodet. På mikroskopbilder färgas de ofta blå, rosa eller lila med speciella färgämnen för att man ska se dem tydligt.
- ✓ **Funktion:**
 - **Skyddar mot infektioner:** Skyddar kroppen mot infektioner genom att känna igen och bekämpa bakterier, virus och andra främmande ämnen.
 - **Olika typer av vita blodkroppar skyddar på olika sätt:** Lymfocyter bildar antikroppar, medan neutrofiler och makrofager utför fagocytos (“äter upp” mikroorganismer).



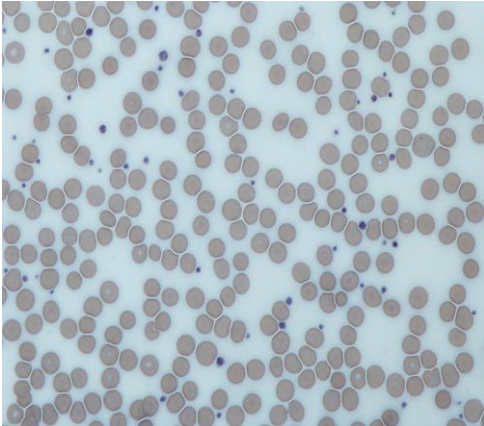
Olika typer av vita blodkroppar (leukocyter)

- ✓ **B-celler (B-lymfocyter):**
 - **Plasmaceller:** B-celler kan aktiveras och bilda s.k. plasmaceller som producerar antikroppar som binder till specifika antigener på bakterier och virus, vilket neutraliserar dem och markerar dem för nedbrytning.
- ✓ **T-celler (T-lymfocyter):**
 - **T-hjälparceller (CD4⁺):** Aktiverar andra immunceller, som B-celler och makrofager, och styr immunsvaret genom signalämnen (cytokiner).
 - **Cytotoxiska T-celler (mördarceller):** Dödar virusinfekterade celler eller cancerceller genom att binda till dem och frigöra giftiga ämnen som leder till celledöd.
- ✓ **Minnesceller:** Både B- och T-celler kan bilda minnesceller som gör att kroppen reagerar snabbare vid framtida infektioner (långvarigt immunologiskt skydd).
- ✓ **Fagocyterande celler:** Immunceller som kan äta upp och bryta ner mikroorganismer, döda celler och skräp i kroppen. De är en del av det medfödda (ospecifika) immunförsvaret. Exempel: Makrofager, neutrofila granulocyter och dendritiska celler.



Blodplättar (trombocyter)

- ✓ **Definition:** Blodplättar är små cellfragment i blodet som saknar kärna. Viktiga för blodets koagulation och för att stoppa blödningar.
- ✓ **Funktion:**
 - Fäster vid skadade blodkärl och bildar en provisorisk plugg (en blodplättspropp).
 - Samarbetar med koagulationsfaktorer, proteiner i blodet som startar en kaskadreaktion och omvandlar fibrinogen till fibrin, som bildar ett nät som förstärker pluggen och skapar en stabil blodpropp.



Bildkälla: By Dr Graham Beards - Dr Graham Beards, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32208267>



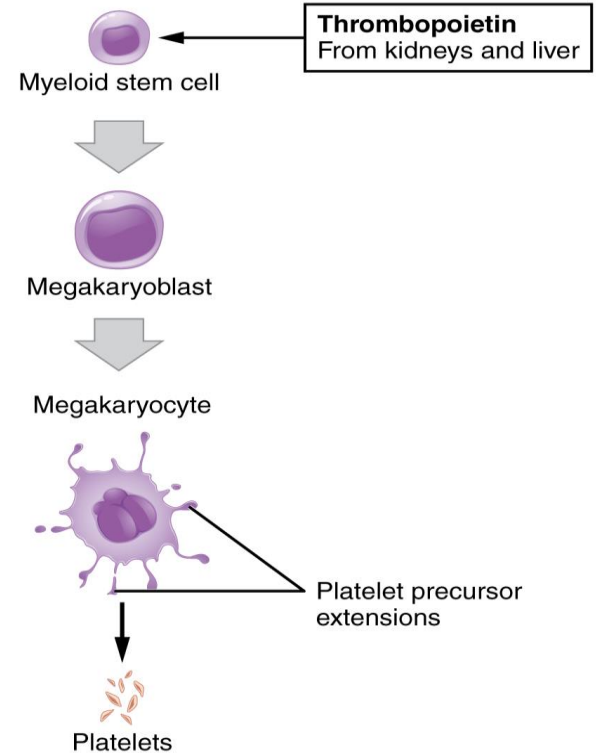
Bildkälla: Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=468484>



Bildkälla: Av Crystal (Crystl) from Bloomington, USA - Flickr, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=793034>

Blodplättar (trombocyter)

- ✓ **Megakaryocyter:** Megakaryocyter är stora celler i benmärgen som är förstadier till trombocyter (blodplättar).
- ✓ **Bildning av blodplättar:**
 - Trombocyter bildas när små cytoplasmafragment “knoppas av” från megakaryocyten och kommer ut i blodet.
 - Megakaryocyten skickar ut långa utskott (proplatelets) in i blodkärlen i benmärgen. Fragment av dessa utskott bryts av och varje sådant fragment utgör en trombocyt med cellmembran, cytoplasma och organeller men ingen cellkärna.



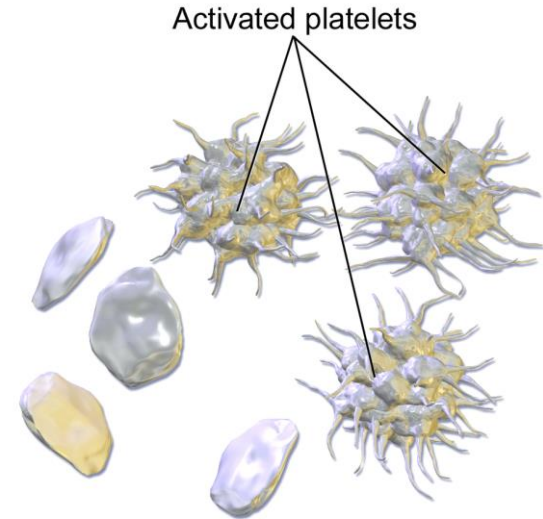
Inaktiverade och aktiverade blodplättar

✓ Inaktiverade trombocyter:

- Flyter fritt i blodet utan att bilda blodpropp.
- Har rund, slät form.
- Är redo att reagera vid blodkärllsskada.

✓ Aktiverade trombocyter:

- Aktiveras vid skada på blodkärl.
- Ändrar form → blir taggiga och klibbiga.
- Fäster vid skadad vävnad och andra trombocyter.
- Frisätter ämnen som startar koagulationskaskaden och bygger blodpropp.



Platelets

Översikt över koagulationsprocessen

1. Skada på blodkärl:

- När endotelceller (kärlets innersta lager) skadas exponeras kollagen (strukturprotein) och andra strukturella komponenter i kärnväggen. Detta fungerar som en aktiveringsyta för blodplättarna.
- Samtidigt frisätts signalämnen (ligander) från de skadade cellerna, som förstärker plättaktiveringen och rekryterar fler plättar.

2. Plättarnas respons:

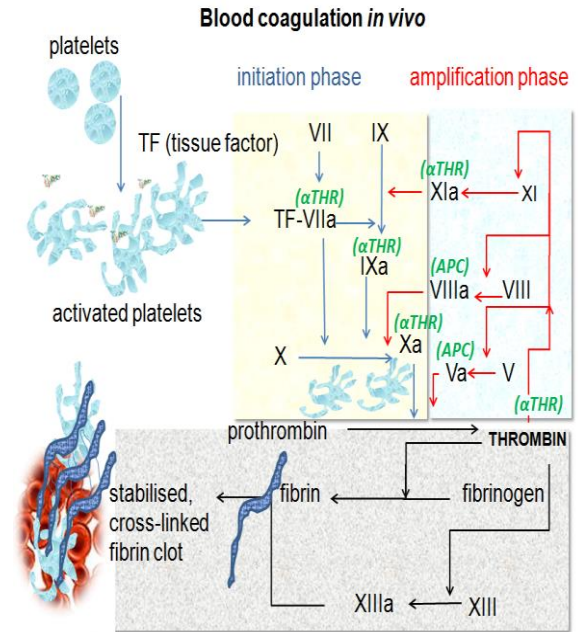
- Aktiverade plättar fäster vid skadestället och förändrar form (blir "klibbiga").
- De släpper ut signalmolekyler (ligander) som rekryterar fler plättar → bildar provisorisk plugg.

3. Koagulationskaskad:

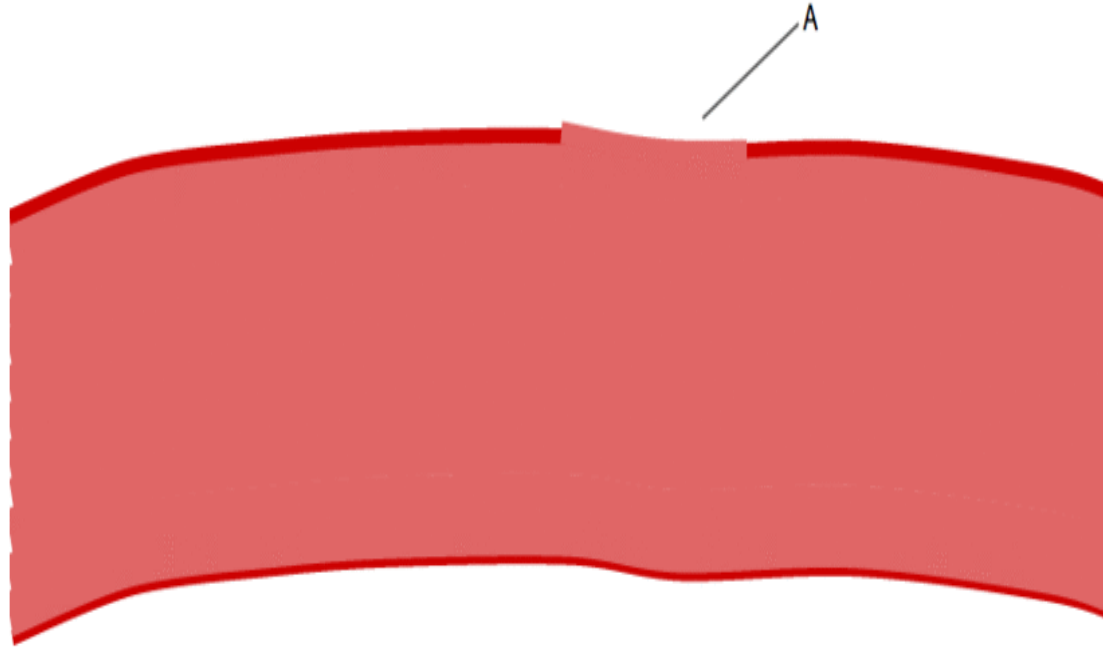
- Plättarna samarbetar med koagulationsfaktorer (speciella proteiner i blodet).
- En kaskadreaktion startar → ämnet fibrinogen omvandlas till fibrin.
- Fibrin bildar ett nät som förstärker pluggen och skapar en stabil blodpropp.

4. Stabilisering och nedbrytning:

- Blodproppen stärker sig och stoppar blödnigen.
- Senare bryts proppen ned när såret läker (fibrinolys).

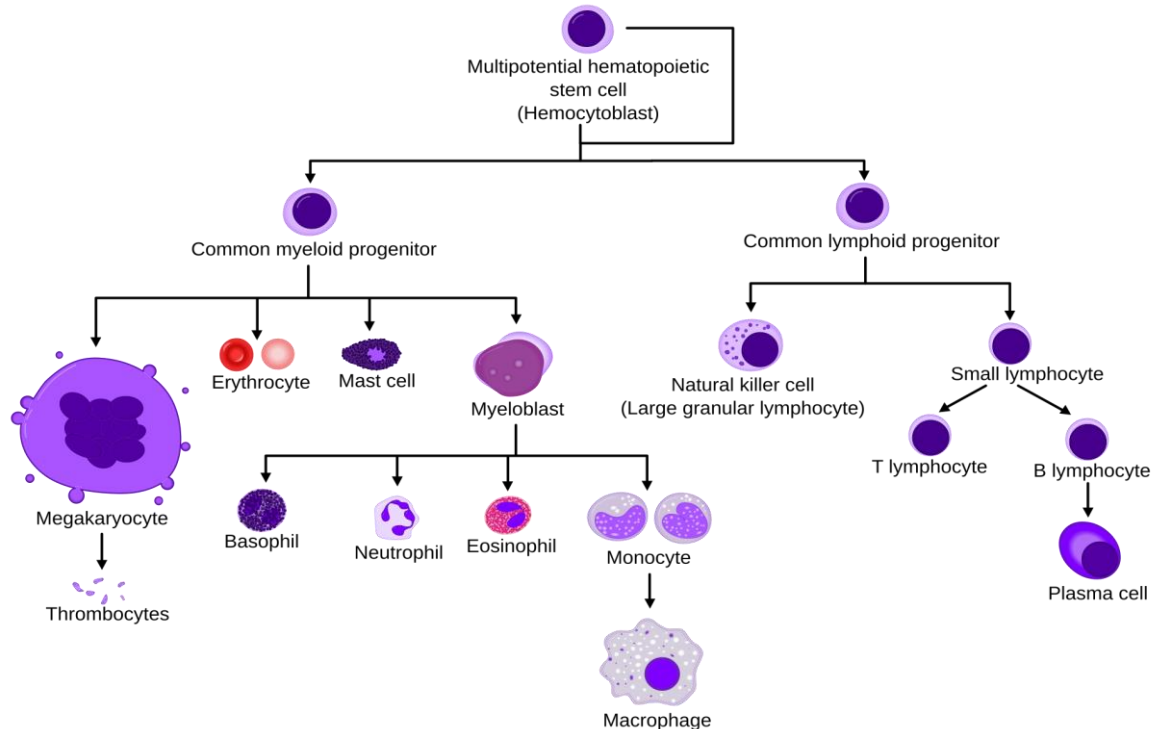


Översikt över koagulationsprocessen (animation)



Utvecklingen av olika blodkroppar från hematopoetiska stamceller till mogna celler

✓ Problem





Repetera

Begrepp:

- Hjä

Fakta:

- Redogör för



Lär dig mer medicin och biologi på:
medicinlektioner.se
youtube.com/medicinlektioner

