

sygdomme. Fagocyterer antistof-antigen komplekser. Granula indeholder dels lysosomale enzymer samt myeloperoxidase og dels proteiner der hæmmer mastcelledegranulering og neutraliserer histamin.

Levetid:

Få dage

Basofil granulocyt:

Udgør ca. 0,5% af leukocyterne.

LM:

Kernen er uregelmæssig og segmenteret og udgør halvdelen af cellen.

Kernen er lysere end de eosinofile, da den indeholder mindre kondenseret kromatin.

Det kan være svært at se kernen da cytoplasma indeholder mange basofile, metakromatiske granula, som normalt ligger henover og dækker kernen.

EM:

Samme som LM, granula dækker ikke kernen da det er tynde snit der bruges.

Granula er membranomgivet.

Funktion:

Granula indeholder heparin, histamin, peroxidase og lysosomale enzymer og har samme indhold som mastcellegranula. Det er uvist om cellerne har en selvstændig funktion eller er forstadie til mastceller.

Levetid:

Få dage.

- **Lymfocytter:**

Rund, kompakt 7-11 µm i diameter.

Findes i blod, knoglemarv, lymfoide organer og væv. Udgør 20-30% af leukocyterne, svarende til at der findes 1.5 - 2.5 mia./l blod. Der findes 3 hovedgrupper af lymfocytter:

T-lymfocytter

B-lymfocytter

NK-celler

LM:

Kernen er rund, og fuld af kondenseret kromatin, så den er stærkt basofil. Kernen kan have et lille hak.

Cytoplasma er svagt basofilt og næsten ikke synligt, da det kun udgør en brøkdel af cellen.

Omkring 10% af lymfocytterne kan indeholde azurofile granula.

Der findes 2 størrelser.

EM:

Nucleoli kan af og til ses i den meget kondenserende kerne.
Cytoplasma indeholder få mitochondrier, lidt ER, et middel golgi, mange frie ribosomer samt centrioler.

Funktion:

Lymfocytter er meget mobile, de er immunologiske aktive celler i væv, lymfeknude og milt.
Se nedenfor.

Udvikling:

De udvikles i knoglemarv. T-lymfocytter færdig udvikles i thymus.

Levetid:

Få dage til mange år.

T-Lymfocytter:

T-lymfocyt udvikles i thymus ud fra T-lymfocyt stamceller. Findes i T-celle zonerne (randzonerne) i milt, lymfeknude og diffuse lymfenoduli.

Funktion:

T-lymfocyt er i thymus udviklet til at reagere på et bestemt antigen præsenteret af en celle der på overfladen udtrykker enten MHC-I (alle celler) eller MHC-II (professionelle antigen præsenterende celler).
Ved kontakt vil et cellemedieret respons forekomme. Lymfocytterne vil aktiveres og påbegynde proliferation.

Tc (cytotoxiske) lymfocytter der udtrykker CD8 (en MHC-I receptor), vil angribe og lysere de af kroppens egne celler der indeholder vævsfremmede antigener på overfladen.

Th (hjælper) lymfocytter der udtrykker CD4 (en MHC-II receptor), vil secernere cytokiner (immunhormoner) der kan aktivere både B- og Tc- lymfocytter.

Alle de celler der dannes ved en aktivering er klonale celler og reagerer kun på det ene antigen. Nogle af disse celler vil - når angrebet er overstået - inaktiveres og blive til memory-celler.

Dannelse:

T-lymfocytten dannes ud fra mutantlymfoblaster i thymus. Der vil også dannes lymfocytter der er programmeret til at reagere på organismens egne molekyler. Disse lymfocytter vil dog blive destrueret ved apoptose inden de modnes. Det er kun i det prænatale liv at vævsproteinerne kan trænge ind i thymus gennem blod-thymusbarrieren. Derfor vil vævsproteiner dannet efter fødslen, eller i væv der ikke har været i kontakt med vævsvæsken være antigene.

Levetid:

Memory-celler kan leve i mange år, op til hele ens livstid. Dræberceller lever kun kort tid.

B - lymfocytter:

Udvikles i knoglemarven ud fra B-lymfocyt stamceller

Funktion:

Når et antigen bindes til antistof udtrykt på cellens overflade vil der dannes et antigen-antistof kompleks, der ved direkte eller indirekte påvirkning aktiverer B-lymfocytterne. B-lymfocytterne udtrykker også MHC-II på overfladen og virker derfor som professionelle antigenpræsenterende celler og kan aktivere Th-lymfocytterne.

- **Monocyttter:**

12-18 μm i diameter cirkulerer i blodbanen. Differentierer til makrofag ved aktivering.

Udgør 3-8% af leukocyttterne. I tørrede blodfilm kan de måle op mod 20 μm .

LM:

Kernen er ovoid til bønneformet. Kromatinet findes i granula eller flager, og i forhold til lymfocytten er der mindre kondenseret kromatin, hvorfor kernen er mindre basofil. Der er ofte 2 nucleoli i kernen, disse kan normalt kun ses i fasemikroskop.

Cytoplasma udgør den største del af cellen. Det er i blodfilm blå-gråt med azurofile granula = lysosomer.

EM:

Flosset udseende i kanterne, meget perifert kromatin, næsten intet ER, men mange lysosomer og mitochondrier, et golgi i hulheden af kernen.

Funktion:

Monocytten differentierer til makrofag ved stimulation.

Udvikling:

GM-blast
monoblast
monocyt

Udviklingen sker i knoglemarven.

Levetid:

I blodstrømmen: 3 dage

Erythrocytter:

En bikonkav kerneløs celle, 7 μm i diameter og 1,5 μm tyk.

Findes i blod, knoglemarv og milt. Der findes 500-1000 gange flere erythrocytter end leukocyter i blodet. Det svarer til 4,0- 5,5 mia. pr μ l blod. Retikulocyter udgør ca.1%.

LM:

Cellen er kerneløs, og fremtræder som en homogen masse, der ved farvning med HE eller Giemsa fremtræder som orange til rød. Denne farve skyldes at cellen indeholder hæmoglobin der er et pigment. Hæmoglobinet udgør 33% af cellen, og vand udgør 60%. Cellen fremtræder som rund. I blodudstryk samt i kapillærer med langsom blodgennemstrømning kan man se rouleaux dannelse, dvs. at cellerne lægger sig hen over hinanden som væltede pøngerruller. Disse dannelser er ikke permanente. Erythrocytter med lavt hæmoglobinindhold har lyst cytoplasma og betegnes hypokrome.

EM:

En elektrontæt rund skive, som indeholder nogle perifere mikrotubuli, og ellers ingen organeller

Funktion:

At binde O_2 i lungerne og bringe det til vævene, hvor CO_2 bindes og O_2 afgives. CO_2 bringes tilbage til lungerne hvor den afgives. O_2 optagelsen sker ved at O_2 bindes med hæmoglobin til oxy-hæmoglobin. CO_2 transporten foregår ved hjælp af enzymet carbonanhydrase som findes i erythrocytten. Hæmoglobin er et ret lille protein, så det ville kunne trænge ud i vævene hvis ikke det var omgivet af en membran. Ved hæmolyse (når erythrocytmembranen sprænges) vil man kunne finde rød farve i vævsvæske og urin. Hæmolyse kan induceres ved at placere cellen i en hypoton saltvandsopløsning eller ved at bringe den i kontakt med et lipidopløsende middel (slangegift) eller et antistof lavet på grundlag af indgift af cellen i en anden organisme.

Den bikonkave form af cellen har 3 formål:

1. Der er meget kort diffusionsvej
2. Overfladearealet i relation til en rund celle er øget 20-30%
3. Meget stor rigiditet

Hæmoglobinet binder CO bedre end O_2 og individer udsat for CO vil i løbet af kort tid være ude af stand til at optage O_2 . Antallet af celler forøges af mandligt kønshormon.

Udvikling:

proerythroblast

basofil erythroblast

polykromatophil erythroblast

ortokromatisk erythroblast/normoblast

retikulocyt

erythrocyt

Levetid:

120 dage hvorefter de fjernes fra blodbanen af makrofager (primært i milt, lever og knoglemarv).

Anæmi:

En tilstand hvor hæmoglobinindholdet i blodet er faldet, således at der ikke bindes så meget ilt. Det normale hæmoglobinindhold er ca. 7 mmol/L. Tilstanden kan forårsages ved at antallet af erythrocytter falder eller ved at mængden af hæmoglobin i cellerne reduceres. Årsagen til faldende erythrocyttantal kan enten være at produktionen falder eller at erythrocytterne tabes (blødning) eller destrueres (hæmolyse).

Hvis produktionen falder vil en retikulocytælling vise lave tal. Hvis destruktionsraten øges vil retikulocytællingen vise meget høje tal.

- **Mikrocytær anæmi:**

Erythrocytterne er mindre end 6 µm. Ses ved jernmangel eller hæmolyse.

- **Makrocytær anæmi:**

Erythrocytterne er mellem 9 og 12 µm. Ses ved folinsyre eller B₁₂ mangel.

Retikulocyt:

Erythrocyt med basofilt retikulum forårsaget af frie ribosomer. Udtryk for en umoden erythrocyt. Forekomst ca. 1-2% af erythrocytterne. Antallet øges ved blødning, injektion af erythropoietin og ved hæmolyse. Retikulocytter kan kun ses efter supravital farvning med brilliant cresyl blå. Retiklet skyldes at cellen endnu ikke har produceret alt sin hæmoglobin som den skal have, før den er blevet afgivet til blodet. Retikulocytten er således hæmoglobinproducerende.

Trombocytter:

Et bikonvekst cytoplasmafragment, 2-5 µm i diameter, som findes i blod, knoglemarv og koagulationsteder (sår). Der findes ca. 250 -350 mia./l blod.

LM:

Der er ingen kerne, Cytoplasma består af 2 dele,

1. Et hyalomer der er en klar grundsubstans der farves blegblåt med Giemsa.
 2. Et granulomer som er placeret centralt og er blå rødt til rødt i farvning.
- Blodpladerne vil oftest ligge i klumper, som kan forveksles med basofile granulocytter. Denne sammenklumpning skyldes agglutination.

EM:

Blodpladerne er irregulære fra ovoide til runde, med en plasmamembran.

Hyalomeret er et fint granulært materiale med perifert anbragte mikrotubuli, myosin og actin filamenter. Granulomeret består af:

- **alfa-granula** der er runde til ovale og 0,2-0,3 µm i diameter. Indeholder PDGF og Von Willebrandt faktor. De stammer fra

megakaryocytens cytoplasma.

- **delta-granula** der er elektrontætte. Indeholder serotonin og ADP. Serotoninen er endocyteret.
- **lysosomer**
- **peroxisomer.**

Funktion

Hæmostase.

Pladethrombe:

Agglutination = sammenklumpning ved kar hvor endothelcellerne er beskadigede.

Trombocytterne adhærer til von Willebrandt faktor i endothelcellerne.

Trombocytterne degranulerer og de frigivne stoffer fremkalder en øget adhæsion af trombocytter i området.

Koagulation:

Fosfolipider fra trombocytterne sammen med Ca^{2+} aktiverer koagulationskaskaden der resulterer i at fibrinråde dannes og erythrocytter fanges i fibrinnetværket. Dette sker over en række trin der ender med at prothrombin omdannes til thrombin. Thrombin er et enzym der katalyserer omdannelsen af fibrinogen til fibrin.

Udvikling:

Blodplader er afsnørede cytoplasmafragmenter fra megakaryocytter.

Levetid:

Nogle døgn.

Transfunderede ca. 24 timer

17. Myeloidt væv

I det postnatale liv er myelopoiesen begrænset til knoglemarven. Knoglemarv kan være enten rød, på grund af det store indhold af umodne og modne blodceller (især røde) eller gult på grund af stort indhold af fedtvæv. Den gule marv stammer fra rød knoglemarv som med alderen bliver inaktiv. Ved stort behov for blodceller kan den gule marv reaktiveres til rød. Vævet er opdelt i stroma og parenchym.

Stroma:

Stroma udvikles ud fra osteogene, perivaskulære og endotheliale celler. Det sker ved at periostealtappen vokser ind i knoglen med større blodkar som støttes af fibroblaster/kollagen fibre således at der inde i knoglen dannes en støtte for marven. Blodkarrene forbindes via sinusoiderne, som cellerne fra parenchymet kan træde ind i når de er modne.

Sinusoidernes evne til at mindskes og udvides menes at fungere som en slags pude for marven, således at sinusoiderne fylder lidt når der er stort behov for celler og marven er aktiv og fylder meget - omvendt når der er mindre behov for celler.

Fedtceller kan på længere sigt også virke som en pude.

Stroma indeholder foruden osteogene celler fibroblaster, fedtceller og reticulære celler. Disse danner et netværk der støtter marvens celler og hæfter karrene til knoglerne.

Cellerne i parenchymet:

Er alle celler i udvikling fra stamcellen.

- **Erythrocyt udviklingen:**

Proerythroblast:

20 -25 μm i diameter.

LM:

Kernen har fint granulært kromatin, og den indeholder 2 nucleoli. Cytoplasma er svagt basofilt.

EM:

Mangler ER og golgi, med alderen kommer tiltagende antal ribosomer.

Mikrotubuli er arrangeret parallelt med celleoverfladen. Cellen kan proliferere og dattercellen hedder:

Basofil erythroblast:

LM:

Mindre end proerythroblasten, kernen er også mindre og kromatinet er mere kondenseret. Cytoplasma er MERE basofilt.

EM:

Mange polyribosomer.

Cellen differentieres til:

Polykromatofil erythroblast:

LM:

Kernen er endnu mindre og kromatinet mere kondenseret, der er ingen nucleoli. Cytoplasma er grumset gråt da hæmoglobin er ved at blive syntetiseret. Det er acidofilt hvor ribosomerne er basofile. Det fremkalder en blandingsfarve. Cellen udvikles til en normoblast.

Ortochromatisk erythroblast eller normoblast:

LM:

Kernen er lille og pyknotisk, cytoplasma er stærkt acidofilt. Kernen er basofil. Ligner en erythrocyt med en sort prik i. Hvis kernen ikke udstødes helt kan fragmenter blive tilbage disse kaldes Howell-jolly legemer.

Erythrocytterne træder ind i blodbanen via sinusoiderne, hvorved de får mast deres kerne ud.

- **Udvikling af granulocytter:**

Myeloblast

Promyelocyt:

LM:

Rund til oval kerne med tæt kromatin, cellen er stor med basofilt cytoplasma med enkelte acidofile områder. Der er nonspecifikke azurofile granula.

Myelocyt:

Cellen kaldes først en myelocyt, når den indeholder mere end et dusin granula. Kernen bliver mørkere og fladere, basofilien i cytoplasma aftager.

Metamyelocyt:

Cellen uddifferentieres nu til neutrofil, basofil og eosinofil, og udviklingen af specifikke granula øges.

Granulocyt:

Kernen bliver lobuleret

Megakaryocytten:

En oval til rund polyploid celle 30-100 µm i diameter. Den findes kun i knoglemarv.

LM:

Det er den største celle i marven. Den har et stort cytoplasma samt en stor kerne i mange segmenter forbundet med tynde udløbere. Kernen er stærkt basofil.

Megakaryocytter kan have pseudopodier stikkende ud gennem sinusoidvæggen.

EM:

Lobuleret kerne. Cytoplasma er meget typisk fyldt med glatte vesikler som fusionerer med hinanden for til sidst at opdele hele cytoplasma i fragmenter.

Funktion:

Megakaryocytens cytoplasmafragmenter er blodplader, hvis dannelse er megakaryocytens funktion.

Udvikling:

Dannes ud fra myeloblasten uden deling af cytoplasma.

Levetid:

Modningstid (fra tilsynekomst til afgivelse af blodpladerne) ca. 10 døgn. Går til grunde når cytoplasmaet er afsnøret.