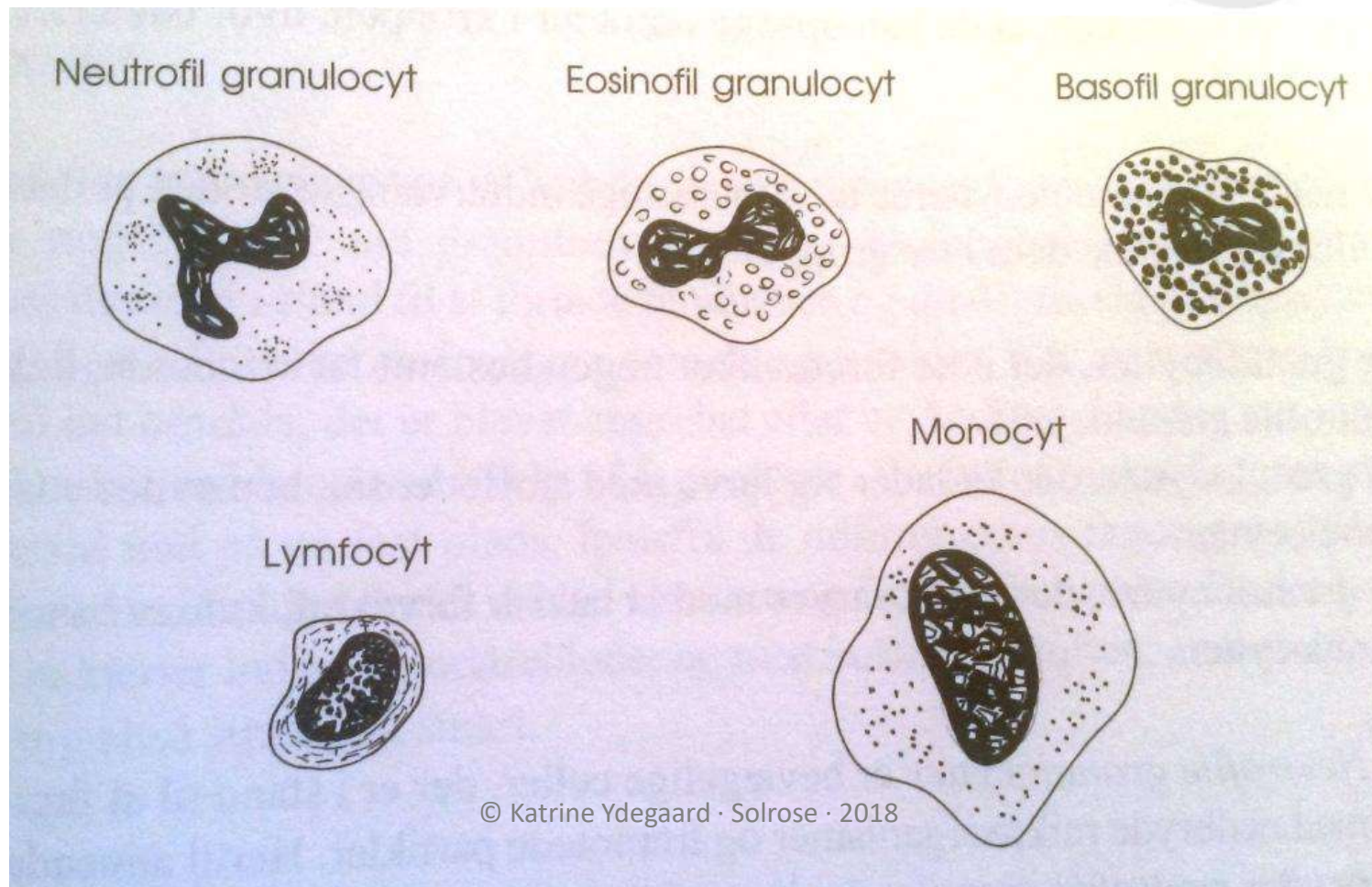
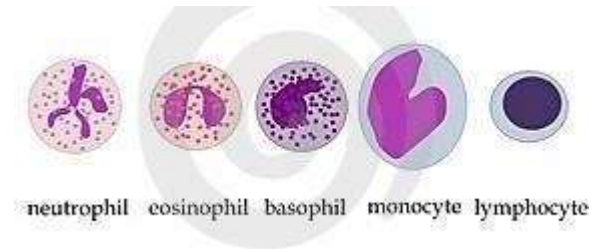


[immunforsvaret]

Kapitel 7 : Kroppens forsvar

[leukocytter]

5.000 – 10.000 pr μl blod



[granulocytter]

- 60-80 % af leukocytterne udgøres af granulocytter
- Indeholder granula (små korn)
- Dannes i den røde knoglemarv
- Har amøboide bevægelser
- Transporteres passivt med blodet til der er behov for bevægelse
- 'Hvilende' leukocytter opbevares i knoglemarven til der er brug for dem

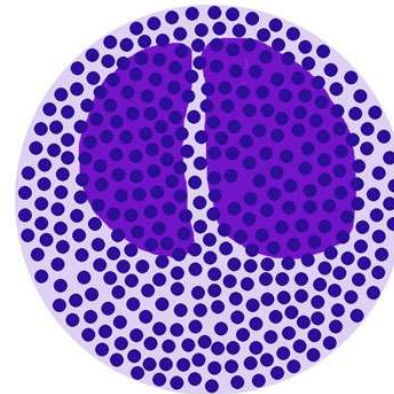
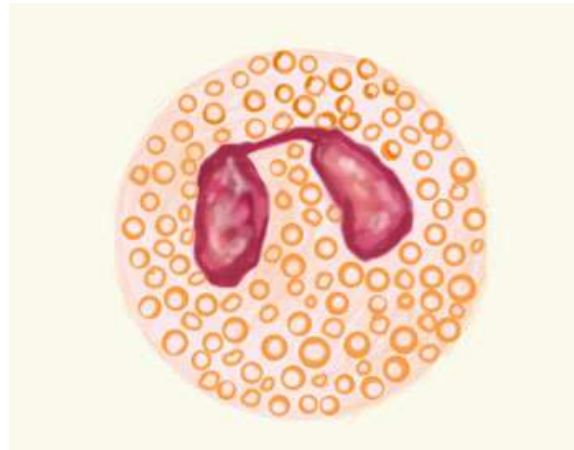
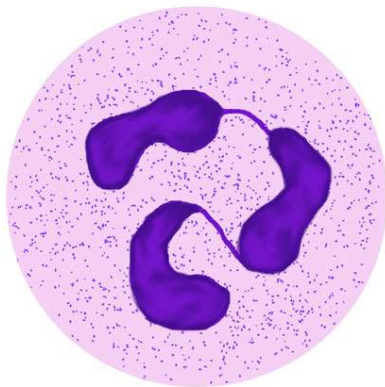
[granulocytter]

Navngives efter indfarvningsmetode:

Neutrofile – ingen bestemt farvemethode

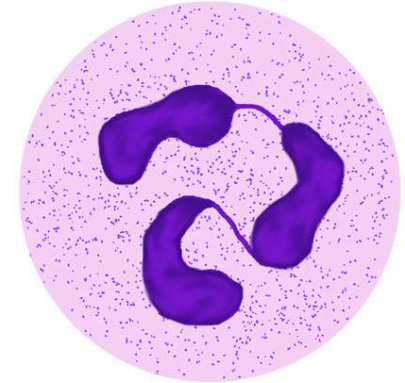
Eosine – farves af eosin

Basofile – farves af et basisk farvestof



[neutrofile granulocytter]

- Fagocytose vha. lysozymer
- Angriber alt, undtagen os selv
- Cellen dør ofte
- Kan tit kurere en infektion alene
- Betændelse er døde mikroorganismer og døde neutrofile granulocytter
- Tiltrækkes skadestedet via kemotaxi
- Passage fra blod til væv kaldes emigration

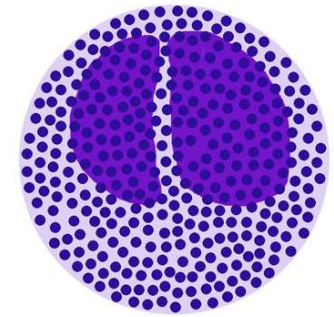


[eosinofile granulocytter]

- B- eller ottetalsformede kerner
- Fagocytose
- Specialiseret i fagocytose af antistof-antigen komplekser
- Medspiller ved allergi – mængden af eosinofile granulocytter stiger fra 4-5% til 6-7% under et allergisk anfald



[basofile granulocytter]



- Granula indeholder heparin og histamin
- Heparin: antikoagulerende virkning
- Histamin: betydning ved vævsskade og allergi, udspiler blodkar og gør karvægge utætte
- Mastcelle – en basofil granulocyt uden for blodet, fungerer som udsigtspost i bindevævene og begynder forsvaret med det samme

[monocyttter]



- Større end granulocytter
- Indeholder kun få granula
- Kan forlade blodbanen og omdannes til makrofager
- Rydder op vha. fagocytose
- Stationære makrofager: lever, lunger mm.

[lymfocytter]



- Mindre end monocytter og granulocytter
- Stor cellekerne, sparsomt cytoplasma
- Kan ikke fagocytere, er langsomme
- Fastsiddende i lymfoide organer
- Regulerende funktion – beskytter kroppen mod eget forsvar
- Producerer stoffer der kan uskadeliggøre mikroorganismer

[lymfocytter]



Bone-lymfocyt = B-lymfocyt

- Kommer fra knoglemarven
- Bliver til plasmaceller når de aktiveres
- Vigtige for produktion af antistoffer

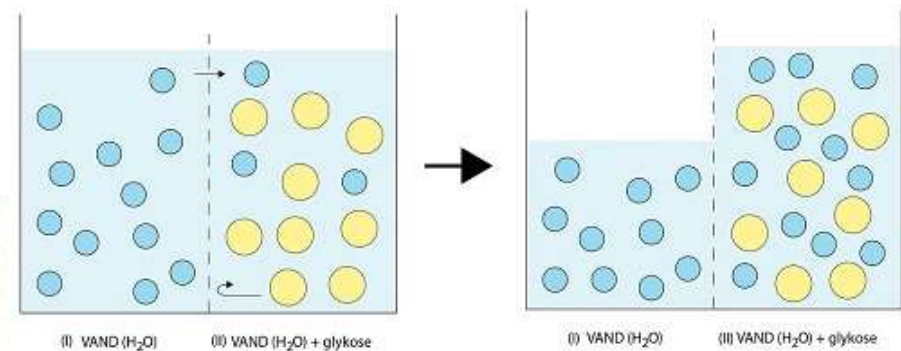
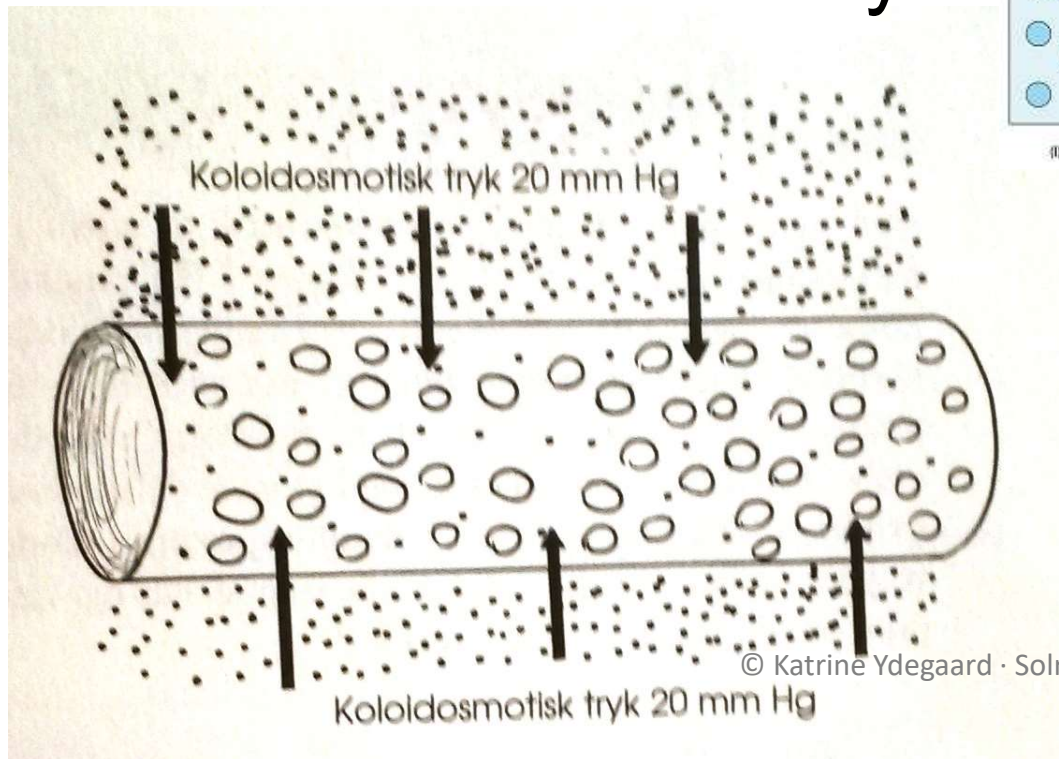
Thymus-lymfocyt = T-lymfocyt

- Under indflydelse af thymus (brisselen)

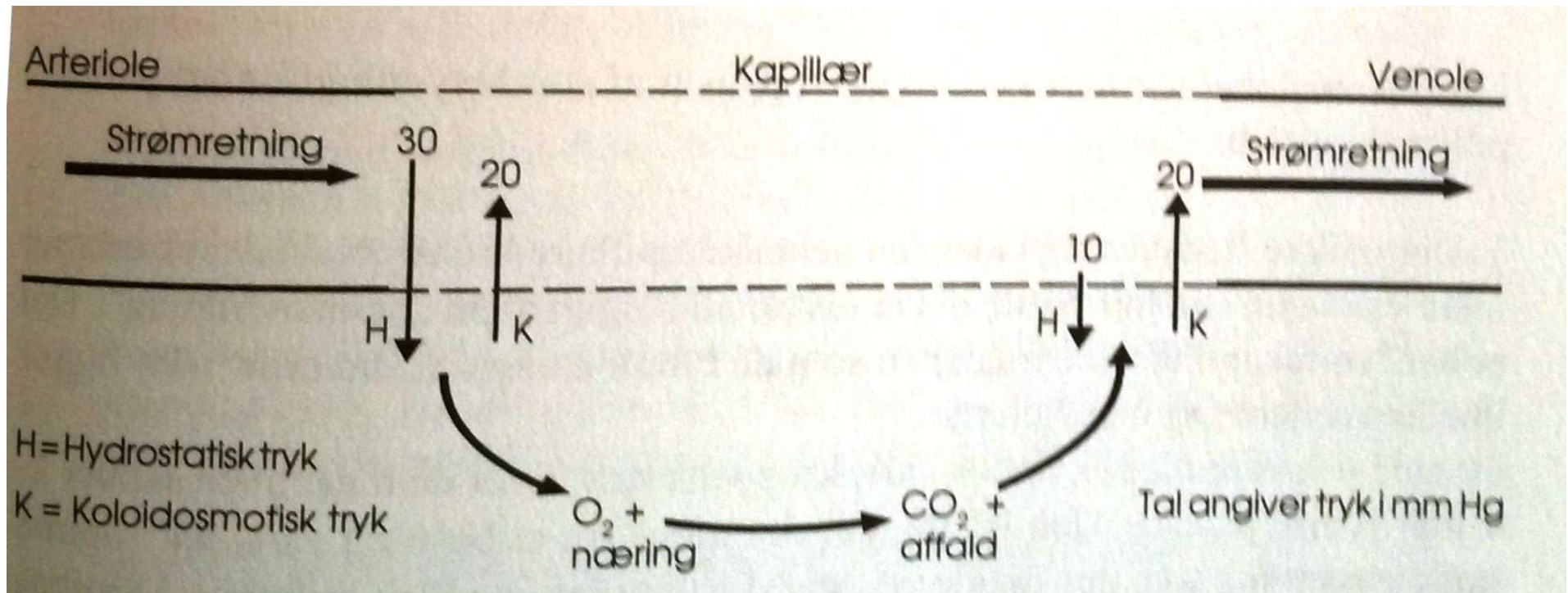
Lymfocytter angriber specifikt

[det parakapillære kredsløb]

- Transport ind og ud af kapillærer
- Osmose (diffusion)
- Kolloidosmotisk tryk



[det parakapillære kredsløb]



[lymfekredsløbet]

OBS:

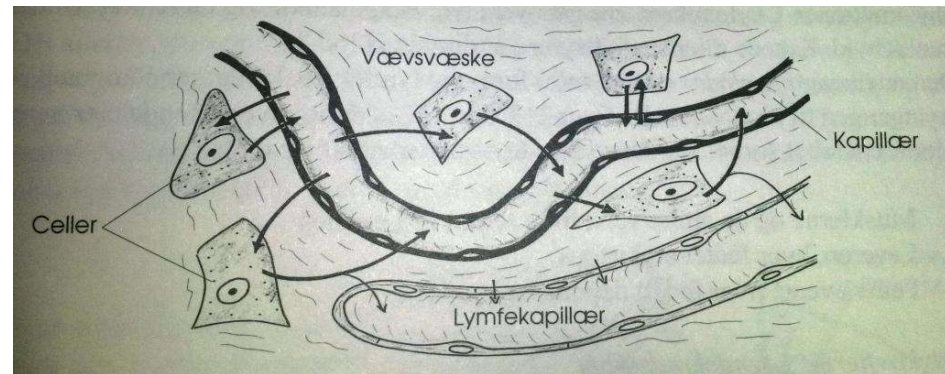
Er ikke et kredsløb – det ender blindt (!)

Lymfekredsløbet samler 2-4 L væske pr.
dag

To vigtige opgaver:

1. Dræne vævet
2. Recirkulation af plasmaproteiner

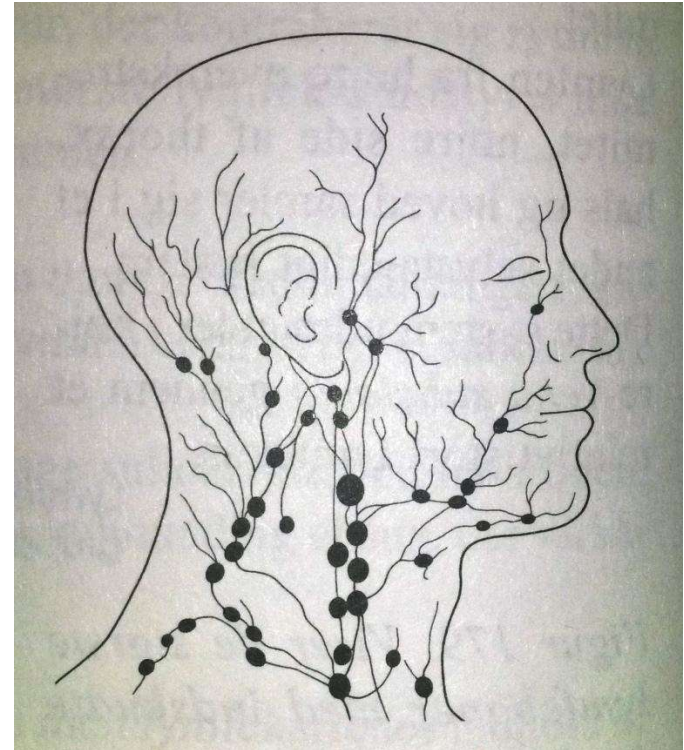
Lymfedrænage og ødem



[lymfekredsløbet]

Transport af fedtstoffer

Fedt transporteres i
chylomikroner i
lymfekredsløbet og ud i
blodbanen via
mælkebrystgangen



Fedtets mål er muskler,
lever og fedtvæv

[lymfekredsløbet]

Drivkræfterne i lymfekredsløbet

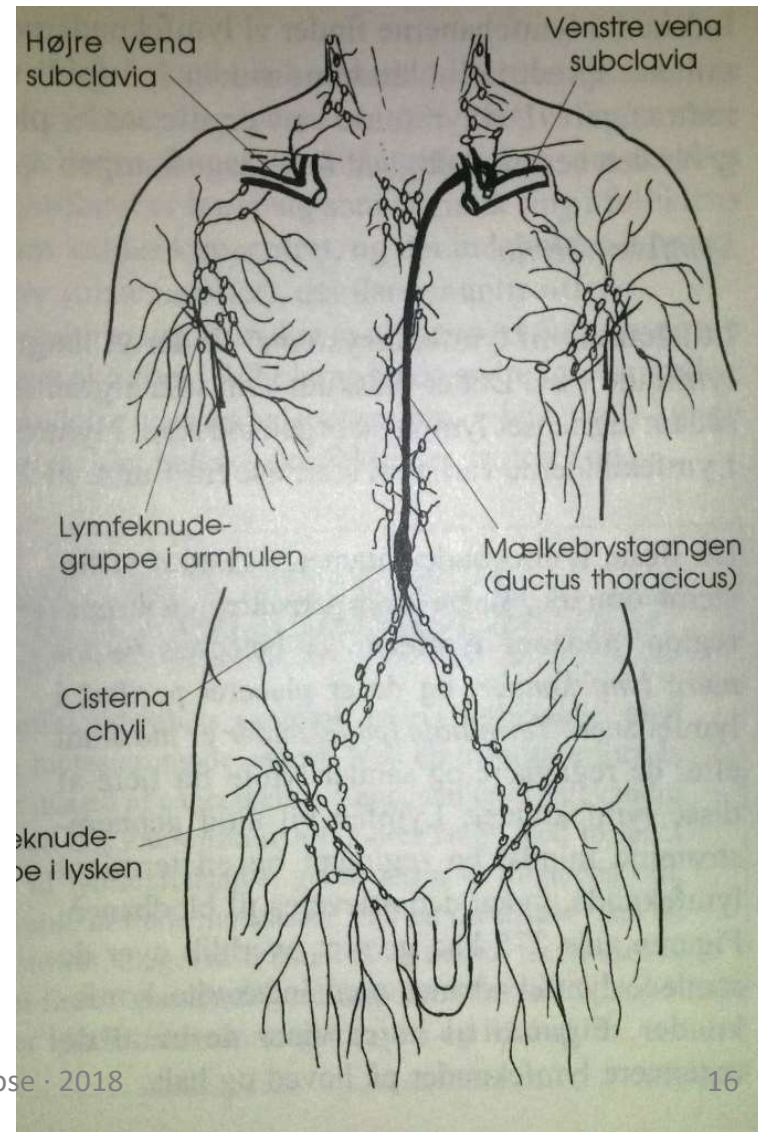
- Glat muskulatur
- Store lymfekar har halvmåneformede klapper
- Undertryk ved vejrtrækning
- Blodstrøm i venerne
- Bevægelse i skeletmuskulatur

[lymfekredsløbet]

Lymfekredsløbets
opbygning

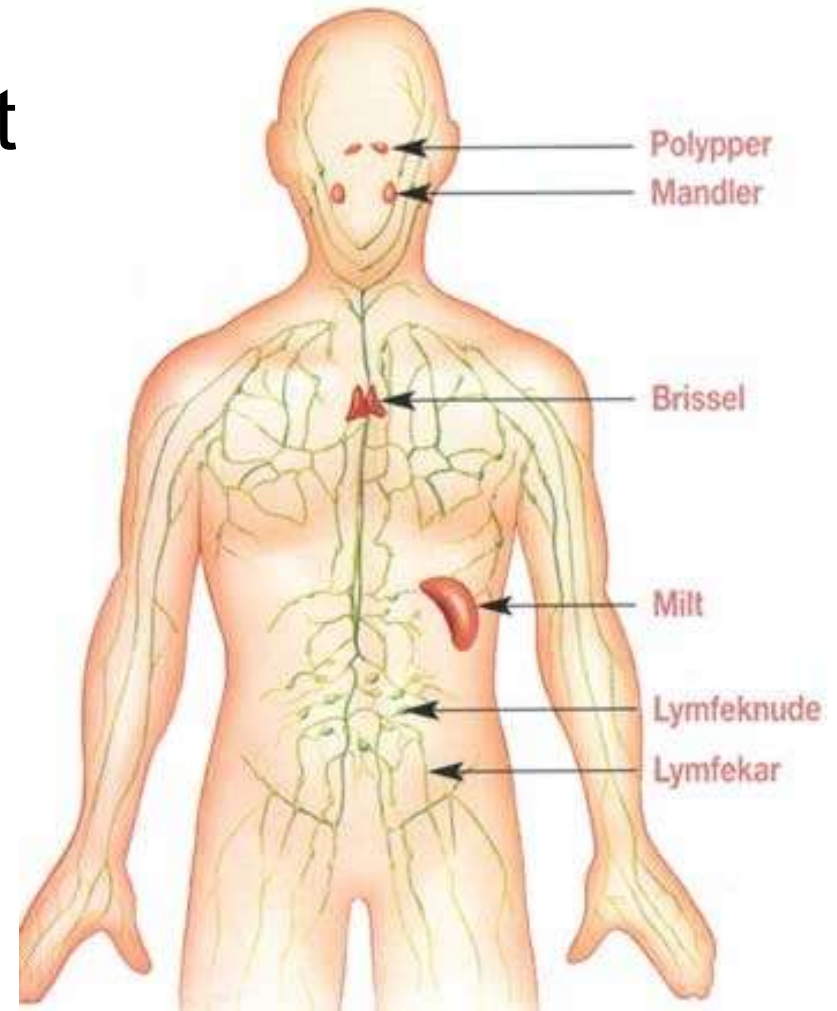
Ductus thoracicus
(mælkebrystgangen)

Cisterna chyli



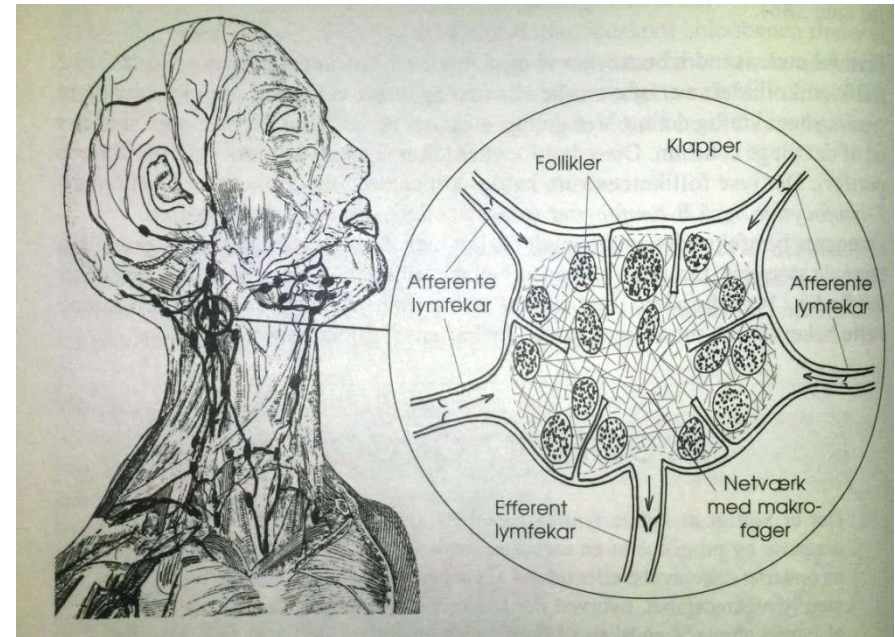
[lymfoidt væv]

1. Lymfeknuder indskudt lymfekredsløbet
2. Andet lymfoidt væv
 - Rød knoglemarv
 - Brissel
 - Milt
 - Slimhinder

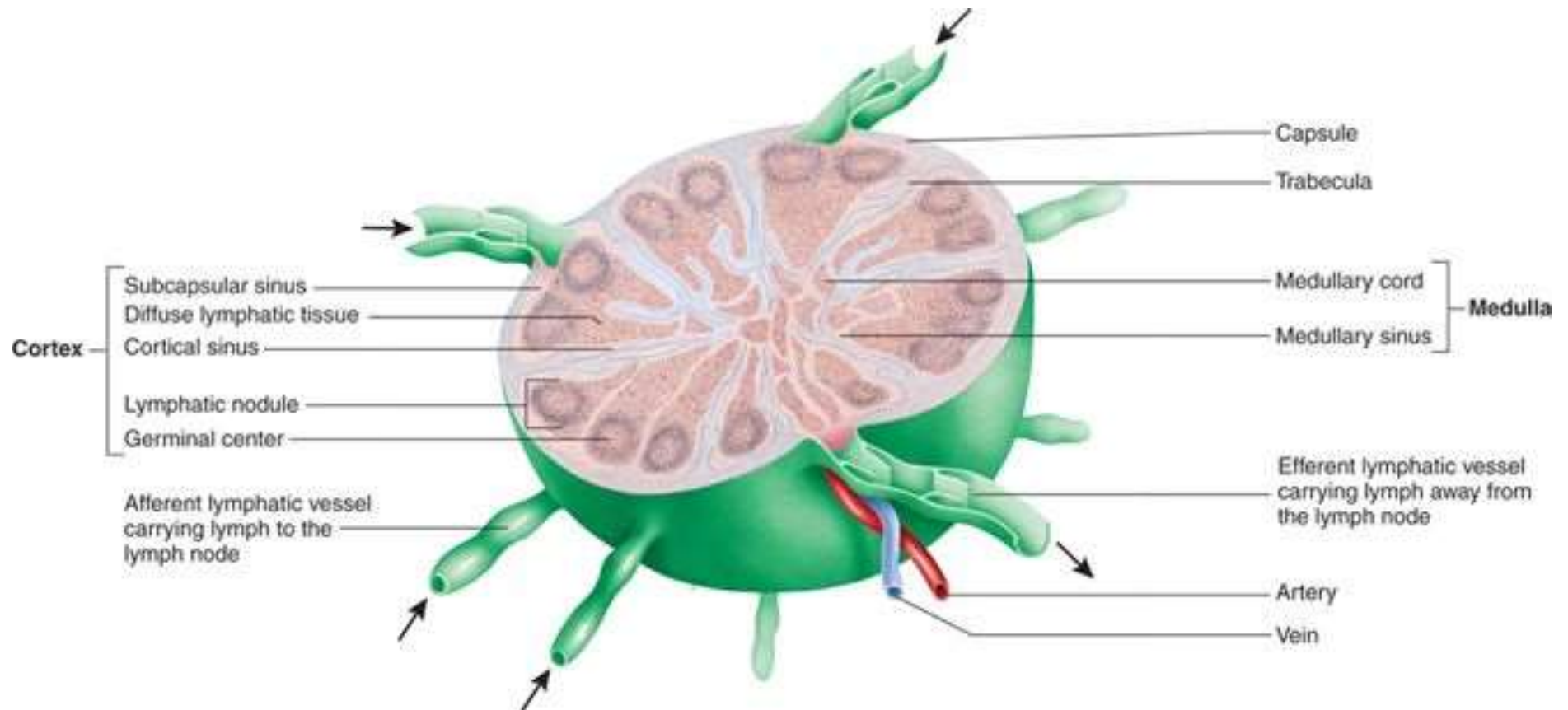


[lymfeknuderne]

Regionære lymfeknuder
Terminale lymfeknuder
Afferente lymfekar
Efferente lymfekar
Hilus (fraførende lymfekar)
Retikuloendoteliale system
Follikler
T-lymfocytter og B-lymfocytter
Cancer



[lymfeknuderne]



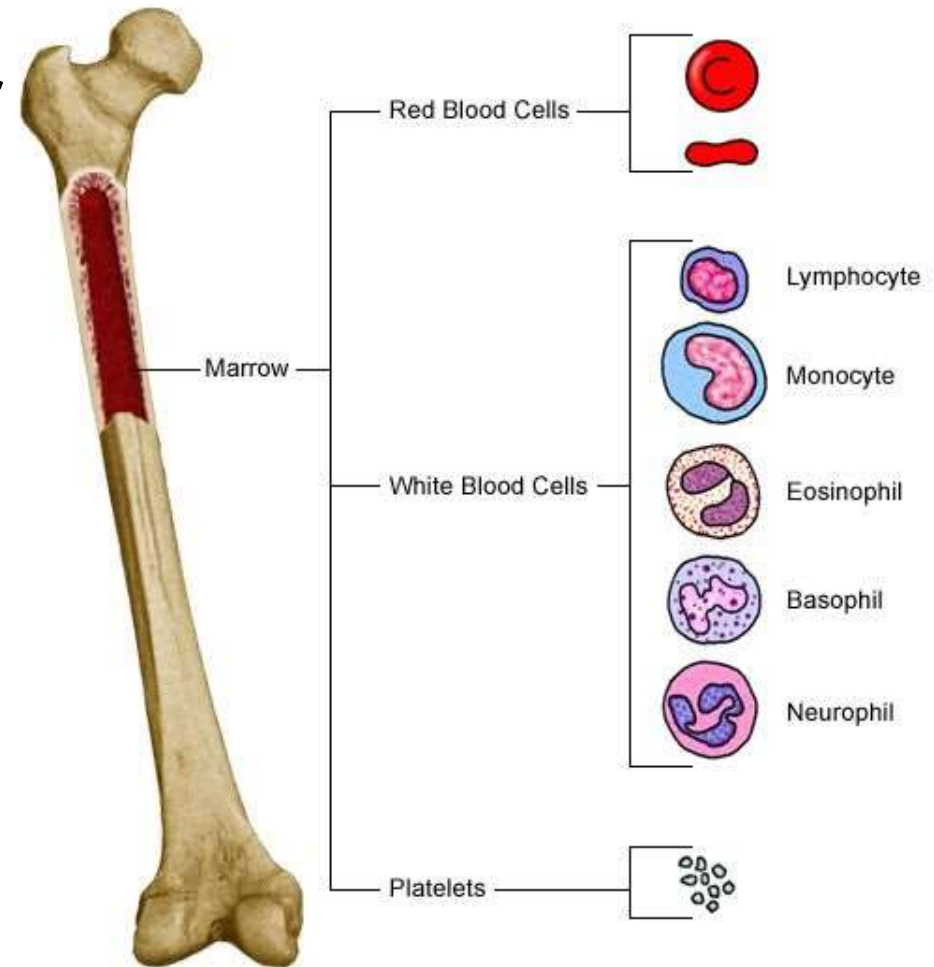
[det øvrige lymfoide væv]

- Den røde knoglemarv
- Brisselen
- Milten
- Lymfoidt væv i slimhinderne

[den røde knoglemarv]

Fremstiller lymfocytter

Deltager ikke i kroppens forsvar på samme måde som milt og lymfeknuder



[thymus]

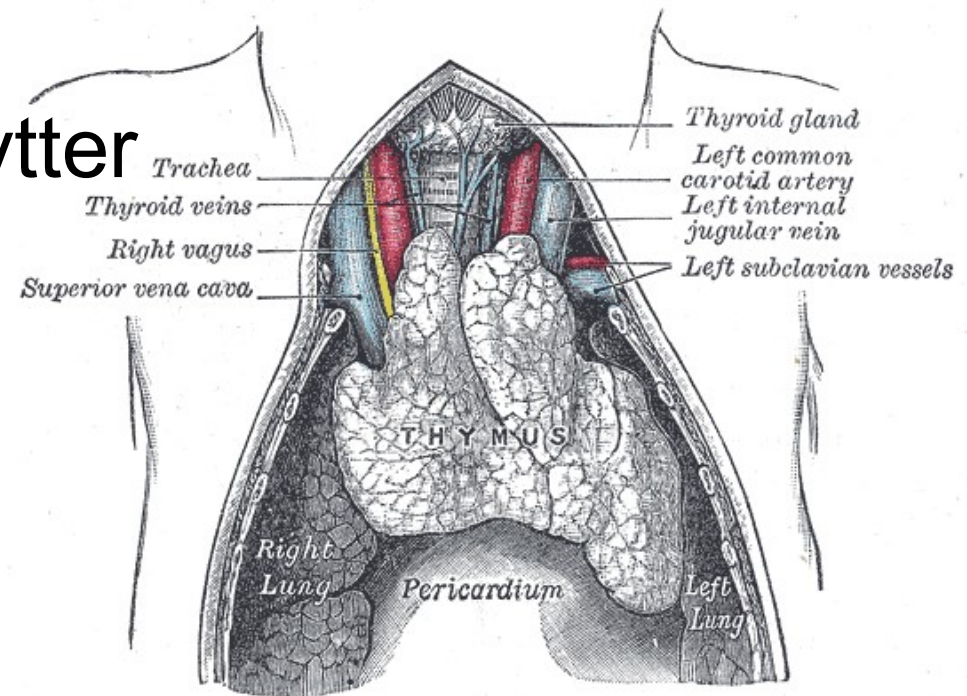
Thymus = brisselen

Størst i puberteten

Modning af T-lymfocytter

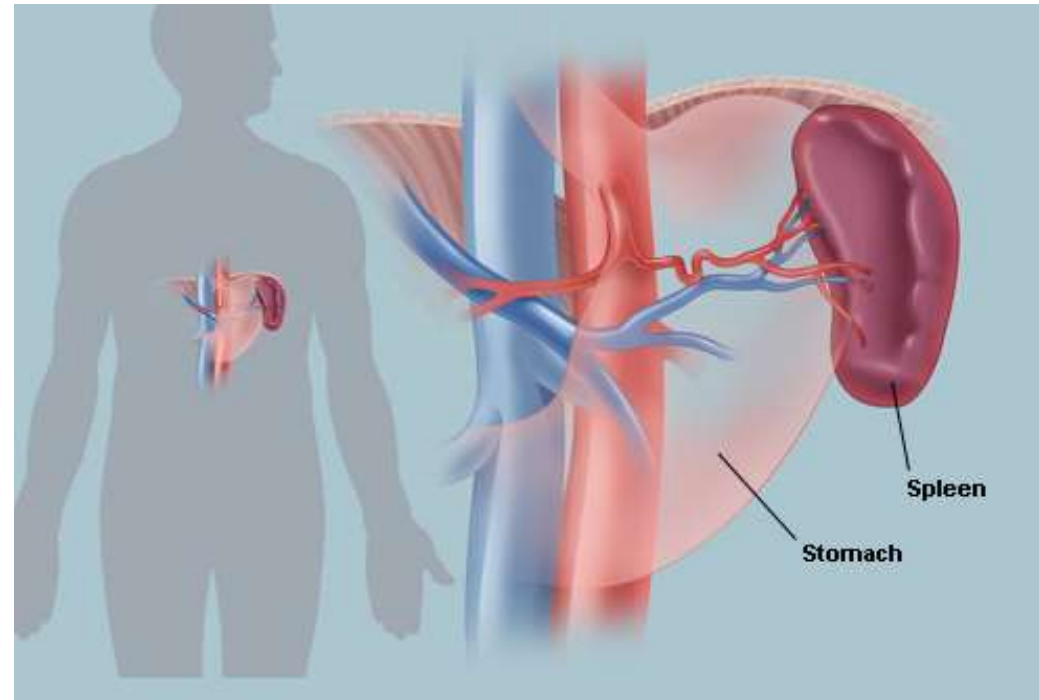
Thymosin

Afgørende for det
specifikke forsvar



[milten]

- Lymfeknude indskudt i blodbanen
- Blød, men sprød



Foster: bloddannende organ

Voksen: destruktion af slidte blodlegemer

Kan genoptage den bloddannende funktion

[milten]

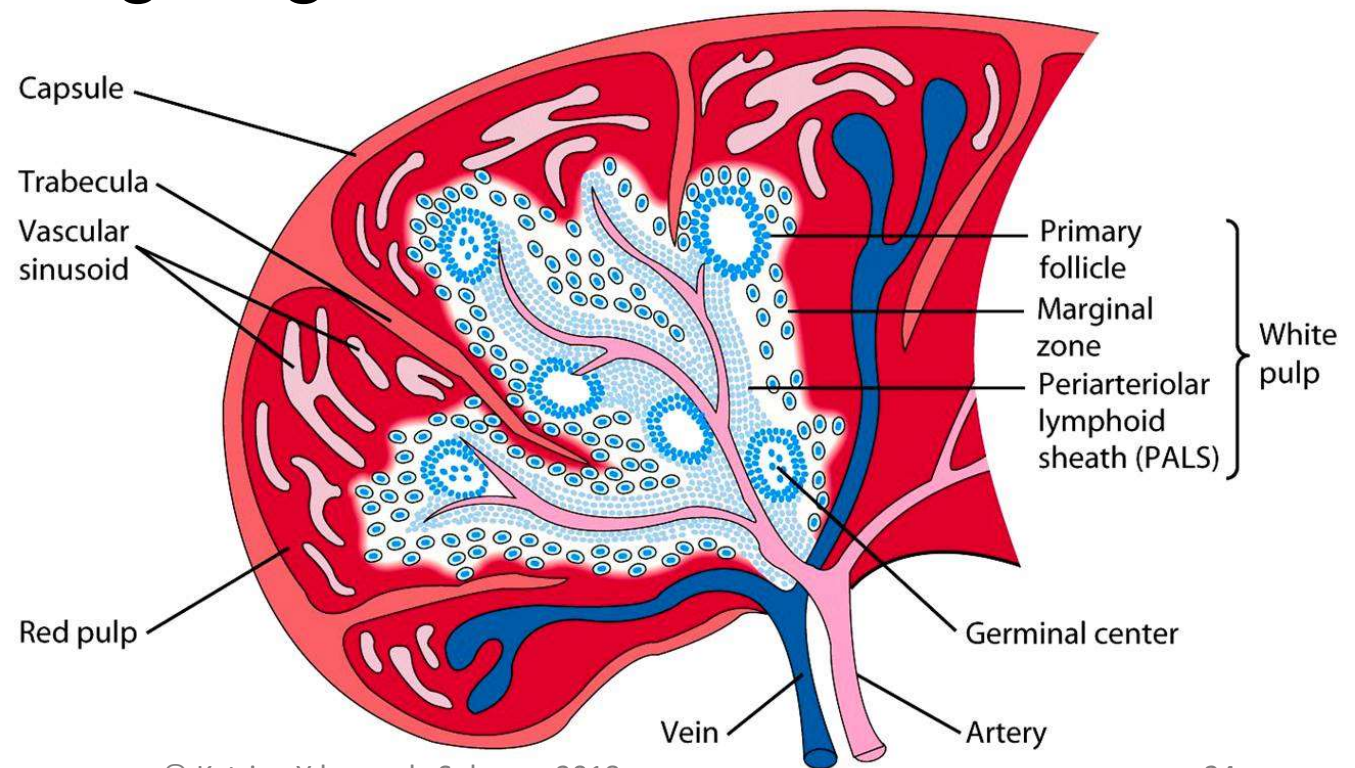
Blodlager

Betydelig mængde glat muskulatur

Sidestik

Rød pulpa

Hvid pulpa



[rød pulpa]

- Røde blodlegemer pakkes
- Udslidte blodlegemer destrueres
- Fastsiddende og frit bevægelige makrofager
- Øvrige forsvarsceller bl.a. lymfocytter

[hvid pulpa]

- Placeret hvor arterier løber ud i miltvævet
- Kan sammenlignes med lymfeknudens follikler
- Udvikler både B-lymfocytter og T-lymfocytter

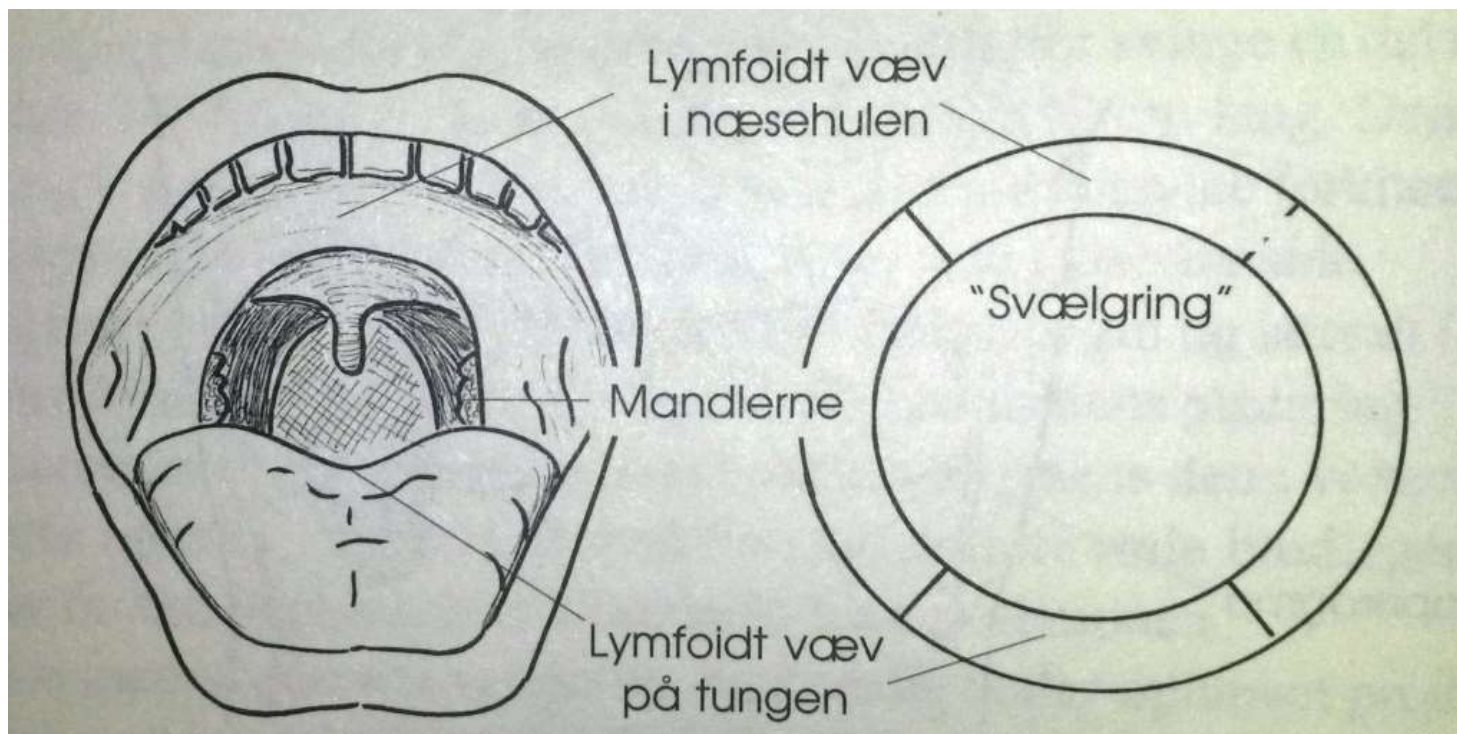
[fjernelse af milten]

- Ikke livsvigtigt organ
- Kan leve normalt
- Risici for pneumokokker:
Vaccination, tjek hver 5. år
Penicillin i hjemmet (Vepicombin)

[lymfoidt væv i slimhinderne]

Lymfatisk svælgring

Tarme og appendix – Peyer'ske plaques



[kroppens forsvar]

Immunforsvarets vigtigste opgave er at genkende os fra alt andet

Destruerer desuden slidte, ødelagte eller syge celler (fx cancerceller)

1. *Det specifikke forsvar (erhvervet)*

Lymfocytter reagerer på kontakt med fremmed materiale

2. *Det uspecifikke forsvar (naturligt eller medfødt)*

Generel reaktion uden behov for kontakt

[mikroorganismer]

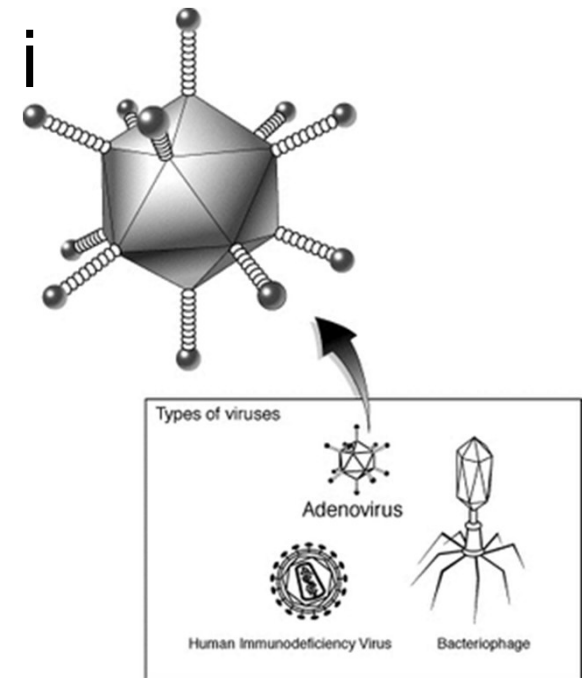
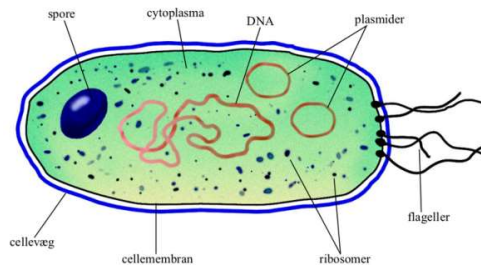
Virus

Et stykke DNA eller RNA pakket ind i en proteinkapsel eller en plasmamembran

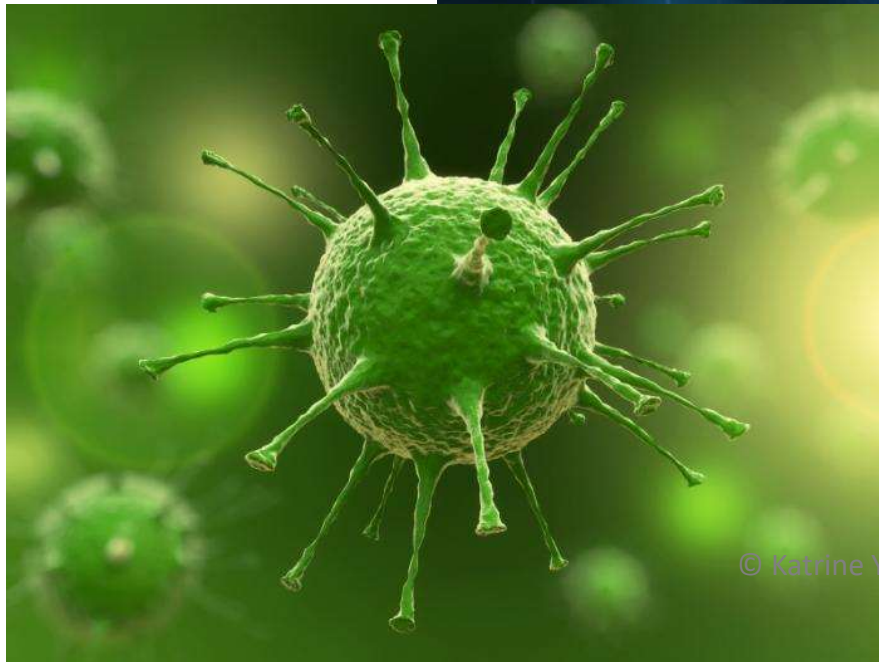
Kræver en værtscelle for at kunne formere sig

Bakterier

Encellet organisme uden cellekerne eller andre organeller



[mikroorganismer]



IMMUNFORSVAR

Forsvar mod udefrakommende infektioner

USPECIFIKKE FORSVAR

Medfødt immunitet

PASSIVE FORSVAR

Barrierer mod indtrængen:

- Hudens lave pH
- Lysozymer i sved
- Slimhinders slim
- Mavens mavesyre

SPECIFIKKE FORSVAR

Erfaringsmæssig genkendelse af fremmede antigener og efterfølgende produktion af antistoffer mod netop dette antigen

AKTIVE FORSVAR

Angriber fremmede stoffer og mikroorganismer inde i kroppen via fagocytter og det specifikke forsvar

[det uspecifikke forsvar]

Konstant styrke

1. Overfladebeskyttelse på hud slimhinder
2. Interferon
3. Afværgemekanismer/stoffer i blodet
4. Betændelsesreaktion (inflammation)
5. Fagocytose
6. Medfødte og tillærte reflekser
7. NK-celler

[overfladebeskyttelse]

Epitelvæv – forhornet og uforhornet samt flerradet cylinderepitel med fimrehår

- Talg- og svedkirtler (fede syrer)
- Skedeslimhinden (mælkesyrebakterier)
- Tårevæske og spyt (lysozymer)
- Naturlig vandladning
- Hårvæksten
- Mavesyre

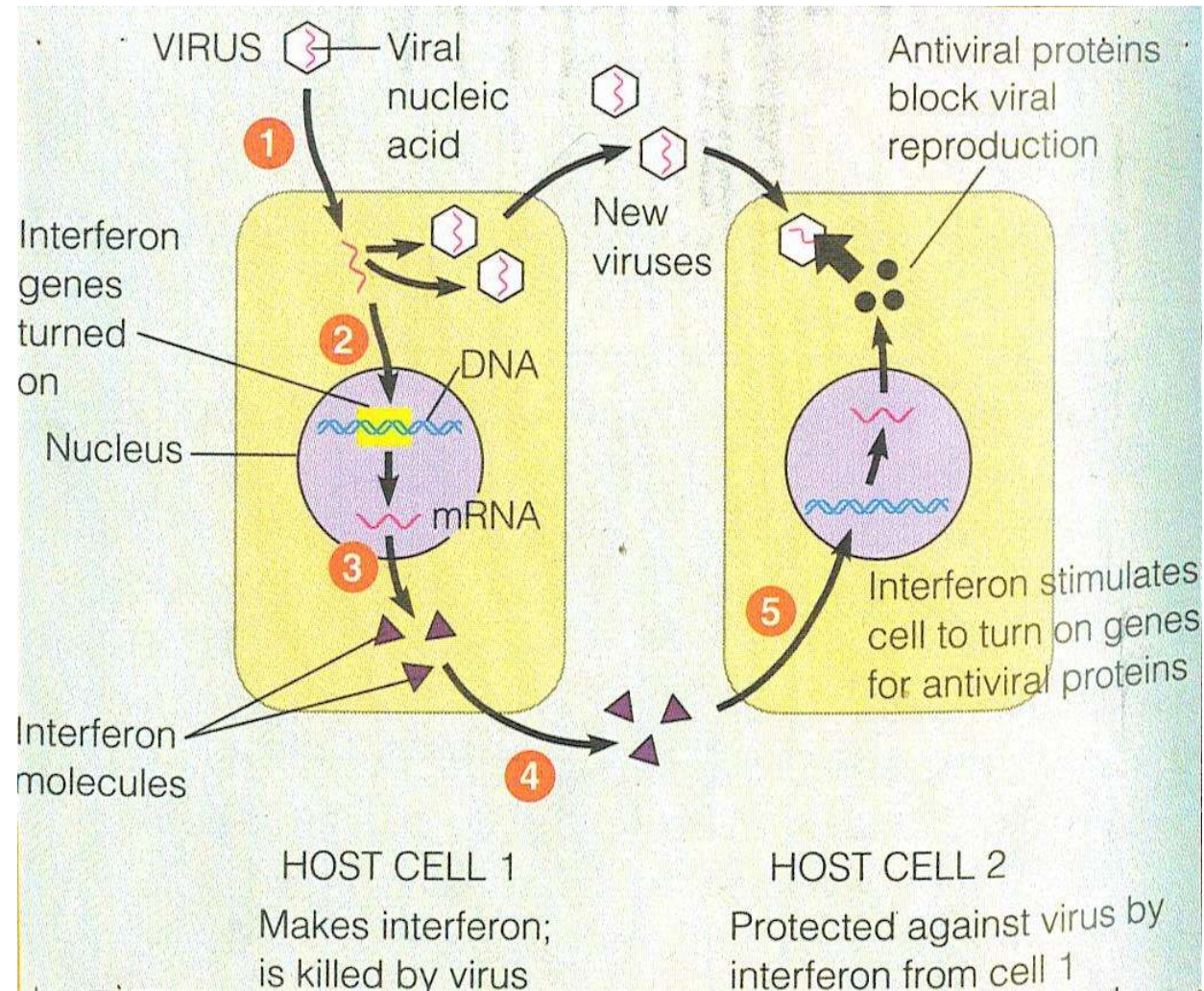


[interferon]

Beskytter mod virusinfektioner:

- Frigives når cellen angribes
- Ligner et hormon
- Binder sig til receptorer på nabocellerne
- -> antiviralt beredskab
- Kan desuden aktivere NK-celler

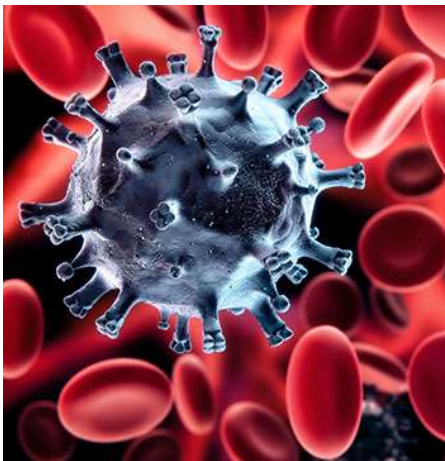
[interferon]



[afværgemekanismer]

Angreb på mikroorganismer i blod og andre kropsvæsker

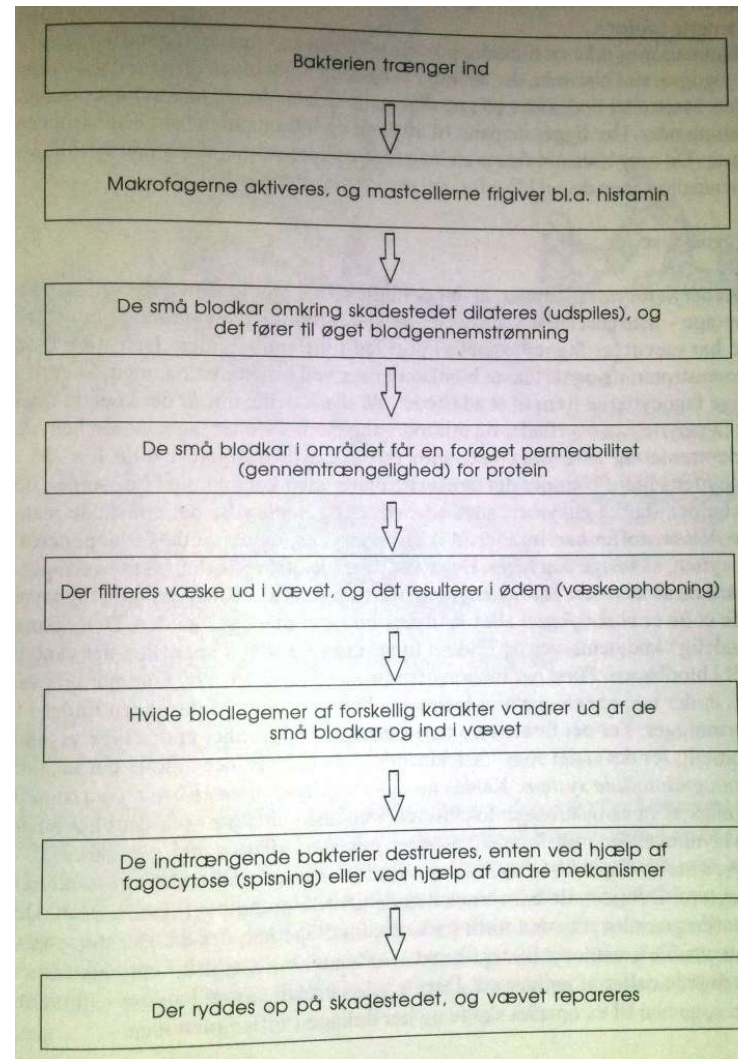
- Sprængning (lysis) af mikroorganismer
- Typisk via komplementsystemet



[inflammation]

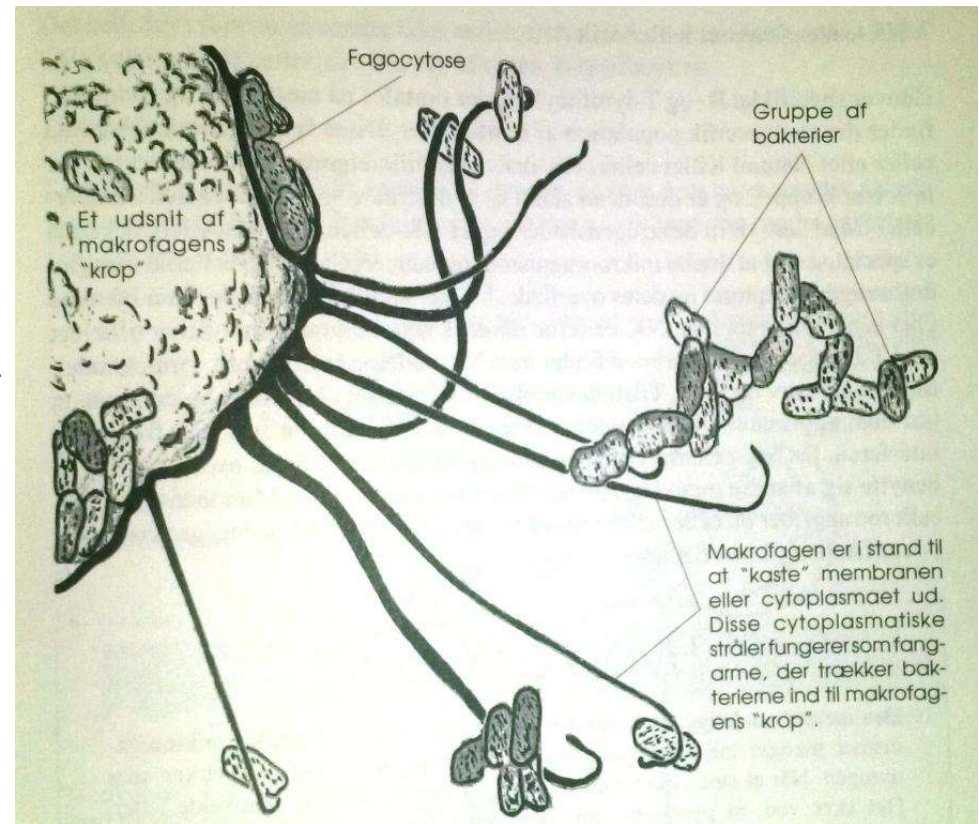
- Kroppens reaktion på beskadigelse af celler
- Inflammation er den anden barriere i kroppens uspecifikke forsvar
- **Rødme (rubor)**
- **Hævelse (tumor)**
- **Varme (calor)**
- **Smerte (dolor)**

[inflammation]



[fagocytose]

Fagocytose = en
lymfocyt der optager
bakterier eller andet
fremmed materiale via
endocytose, der
nedbrydes vha.
lysozymer



[fagocytter]

Der findes flere forskellige typer af fagocytter:

- Makrofag = histiocytt
- Neutrofil granulocyt
- NK-celler

[reflekser]

Medfødte reflekser

- Hosterefleks
- Brækrefleks
- Blinkerefleks

Tillærte reflekser

- Fx indøvet selvforsvarsteknik

[NK-celler]

Uspecifik population af lymfocytter:

Natural Killer celler = NK-celler

Findes i milt, lymfeknuder, rød knoglemarv
og blod

Aktiveres af interferon

Mangler antigenreceptorer (uspecifikke)

Angriber muligvis celler uden ordentlig
identifikation på overfladen

[det specifikke forsvar]

Øger sin styrke ved gentagne angreb

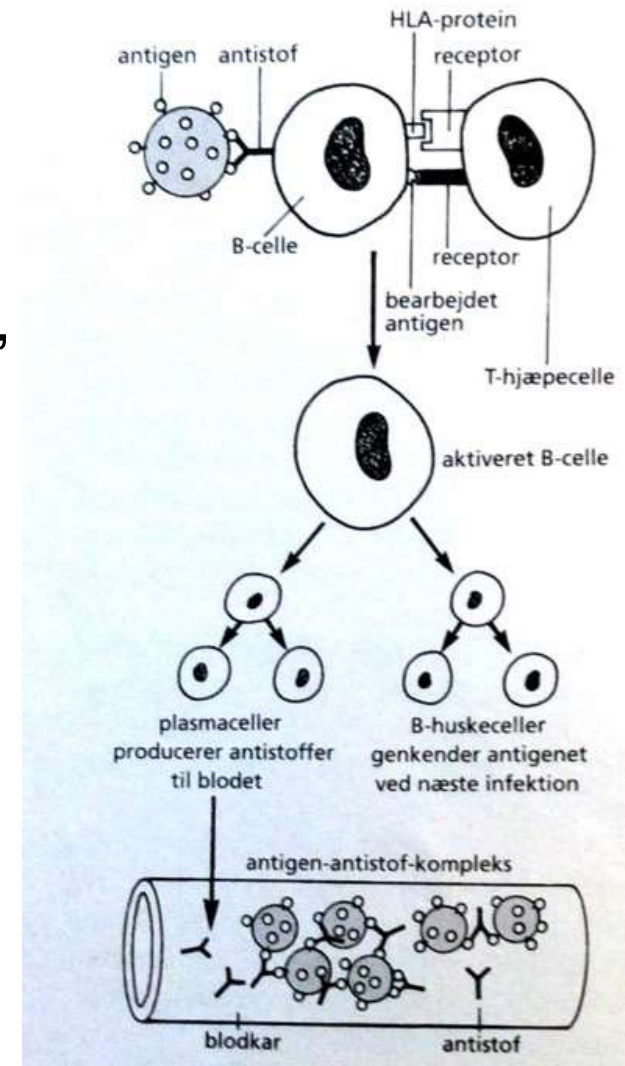
Humorale forsvar fungerer vha. antistoffer

Det **cellulære forsvar** fungerer vha. celler
bl.a. T-lymfocytter

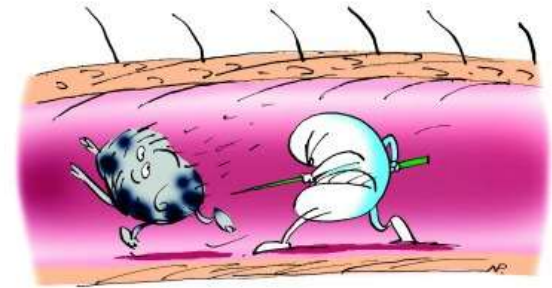
[lymfocytter]

Hvide blodlegemer inddeles i:

- T-lymfocytter
 - Flere typer: T-hjælper, T-dræber, T-hæmmer, T-huske m.fl.
- B-lymfocytter
 - Danner antistoffer
- Granulocytter
- Monocytter



[andre celler]



Fagocyt

Ædecelle fx hvide blodlegemer

Makrofag

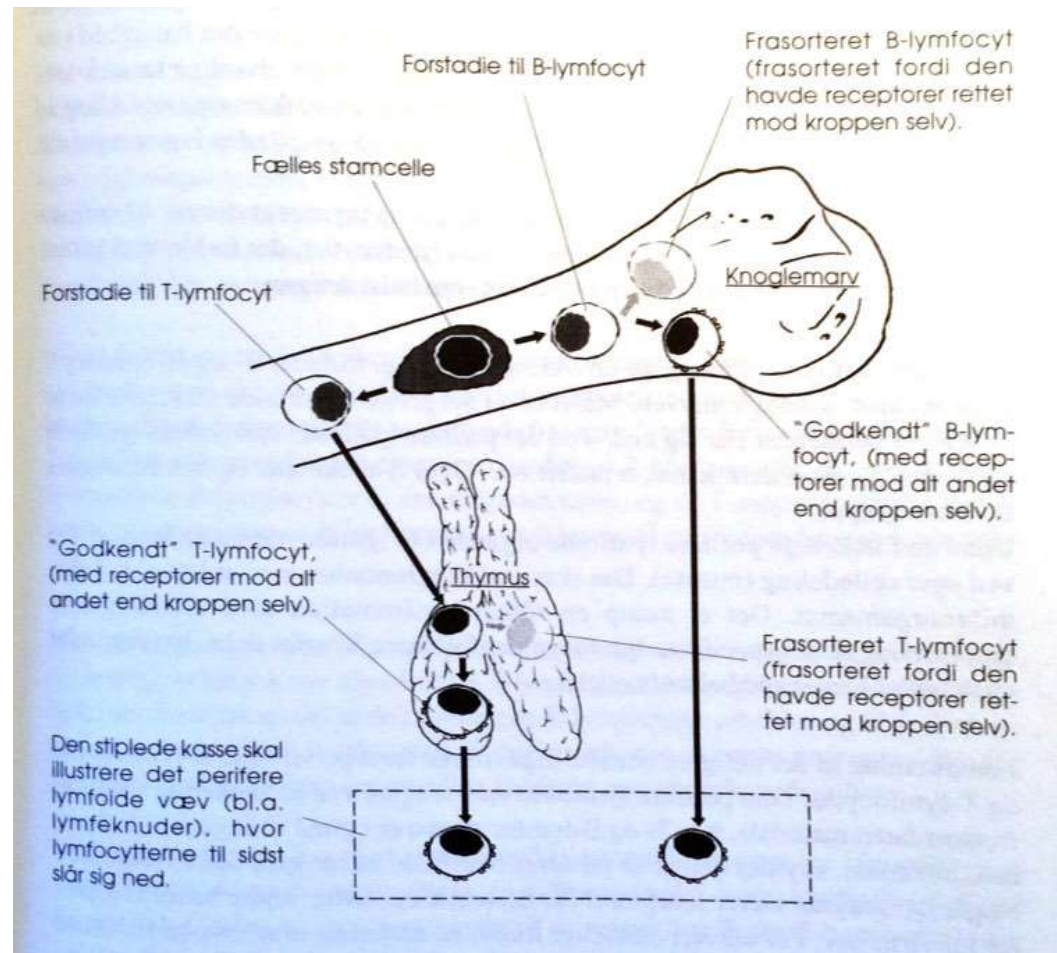
En type af fagocyt, der sidder uden for blodbanen

Er fastsiddende fx i lever, nyre, lunger, milt og lymfeknuder

[lymfocytternes udvikling]

1. Centrale lymfoide organer (knoglemarv + thymus), antigen-uafhængig, celledeling fra stamceller (B+T cellerækker tidligt i livet), udviklingen går stærkt i de første leveår
2. Formering i perifære lymfoide organer (slimhinder, mave-tarm, bronkier, lymfeknuder, milt mm.) ved konfrontation med antigener

[lymfocytternes udvikling]



[antigener]

- B- og T-lymfocytterne genkender specifikt materiale pga. specifikke receptorer på overfladen
- For ethvert fremmedartet materiale findes en lymfocyt med en tilsvarende receptor
- Genkendelse via proteiner på overfladen af det fremmedartede materiale
- De fremmede proteinstoffer kaldes **antigener**

[antigener]

- Nøgle = antigener, Lås = receptor på lymfocyt
- Receptoren er en delvis kopi af det antistof som lymfocytten kan lave (obs T-lymfocytten laver ikke et egentligt antistof)
- Et **antistof** tilintetgør det fremmede materiale (antigen) – opbygget af store Y-formede proteinmolekyler, der fastholder fremmedlegemerne til de kan fagocyteres

[typer af antigener]

- Antigener består som regel af proteiner
- Polysakkarider kan også fungerer som antigener
- Et lille molekyle (hapten) kan også koble sig på et stort, og i fællesskab kan de stimulere det specifikke forsvar

[samarbejde mellem B- og T-lymfocytter]

- T-hjælpercelle kan stimulerer B-lymfocytter til antistofproduktion
- T-suppressorceller kan hæmme B-lymfocytens udvikling til en antistofproducerende plasmacelle

[samarbejde]

T- lymfocyt deler sig kraftigt efter møde med antigen

Stimulerede T-lymfocytter kan udvikle sig til T-dræberceller der dræber cancerceller, bakterier og virusinficerede celler

Indtrængende fremmed materiale er en potentiel risiko – faresignalet opfanges af makrofagerne

[det cellulære forsvar]

Makrofag opfanger fremmed materiale

Makrofag fagocyterer fremmedlegeme og viser antigenerne til B- og T-lymfocytter i en lymfeknude

Makrofagen finder en T-lymfocyt der er specialiseret i det pågældende antigen

T-lymfocytten deler sig, og der udvikles: T-hjælper, T-memory, T-suppressor og T-dræber

[det cellulære forsvar]

T-hjælper

Sensibiliserer B-lymfocytter til omdannelse til plasmaceller (der kan danne antistoffer)

T-suppressor

Dæmper B-lymfocytternes antistofproduktion

T-memory

Husker specifik antigen sammensætning (hurtigere, kraftigere reaktion næste gang)

[det cellulære forsvar]

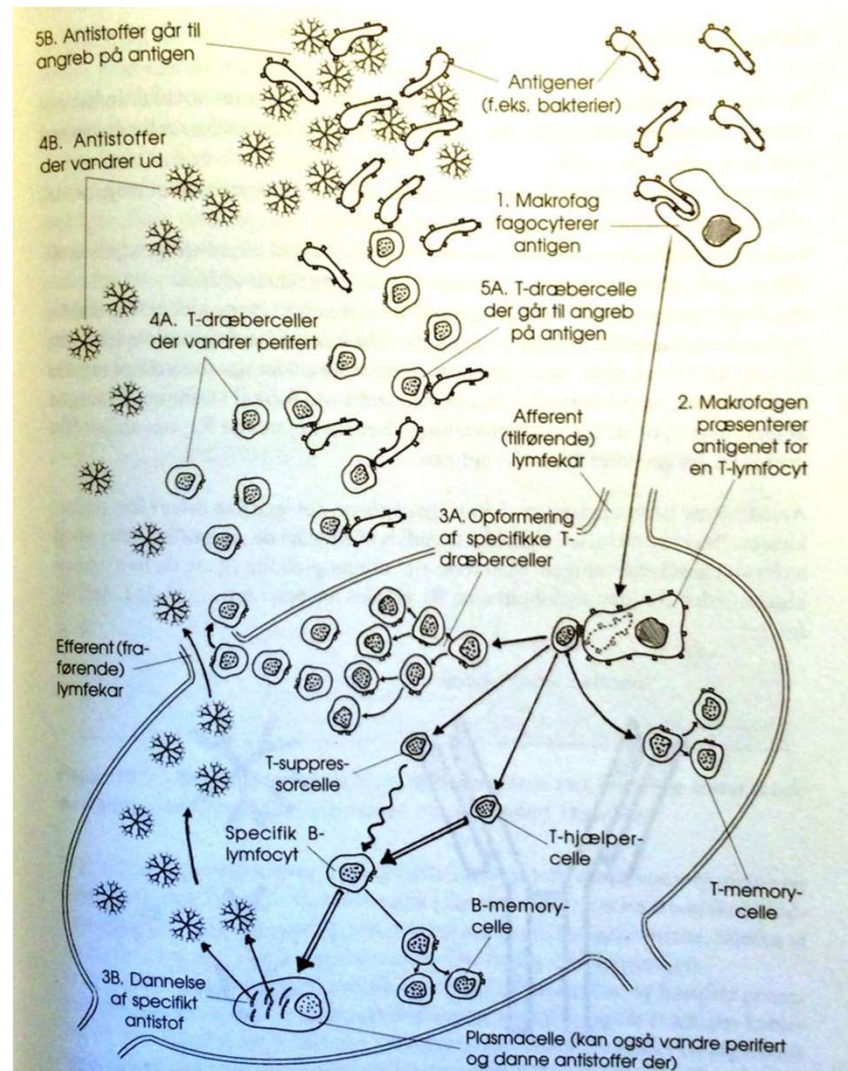
T-dræber

Kaldes også cytotoksiske T-lymfocytter

Sprænger hul på syge celler, vandrer i lymfebaner og blod – direkte bekæmpelse

Specifikke T-dræber kan kobles til specifikke virusantigener, og denne type T-dræber opformeres ved dette møde

[det cellulære forsvar]



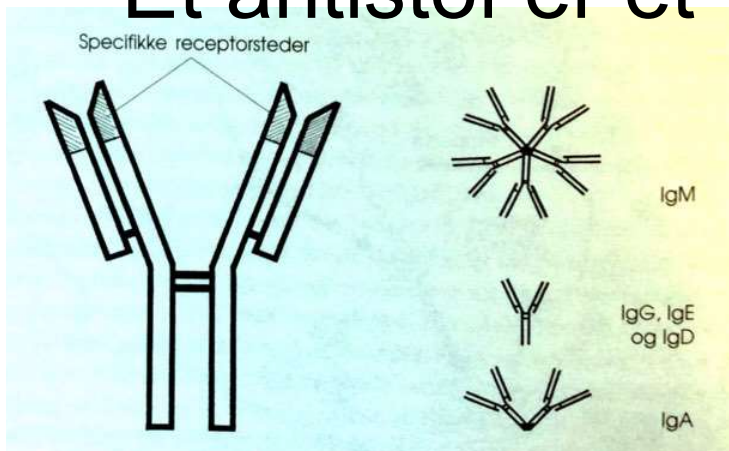
[det humorale forsvar]

Specifik immunreaktion, hvor kontakt med et antigen udløser produktion af et antistof

Initiel kontakt sensibiliserer B-lymfocytternes omdannelse til plasmaceller

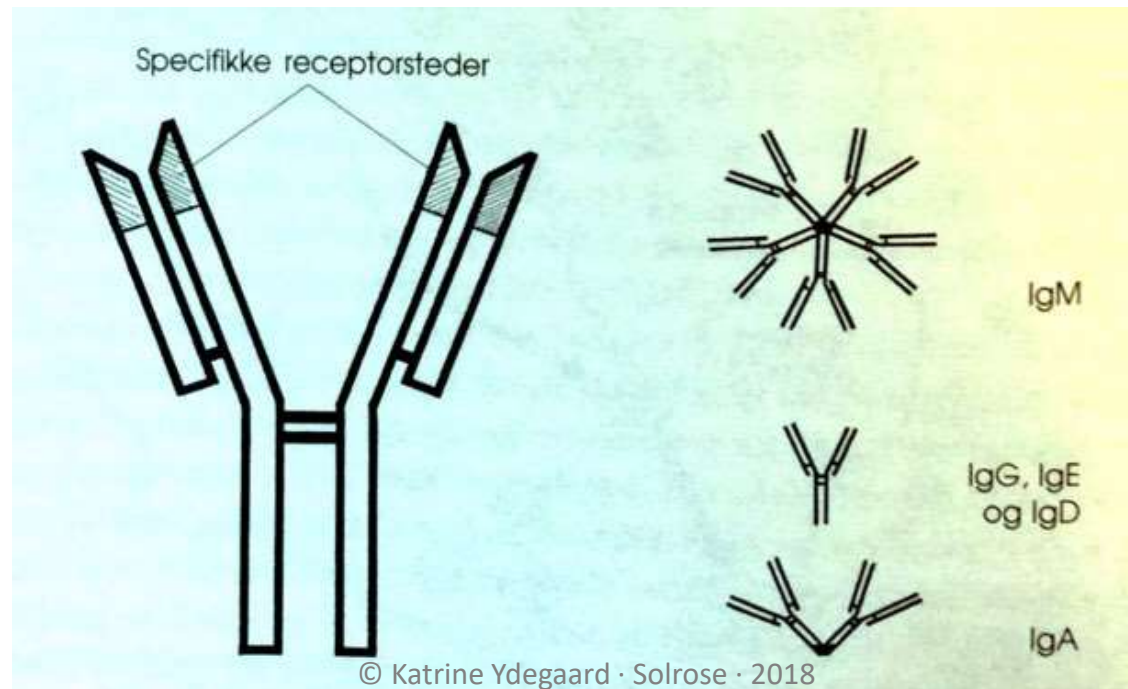
Plasmaceller vandrer i lymfe og blod

Et antistof er et Y-formet protein



[immunoglobuliner]

Antistoffer tilhører gruppen immunoglobuliner, som inddeles i fem undergrupper: IgG, IgM, IgA, IgE og IgD



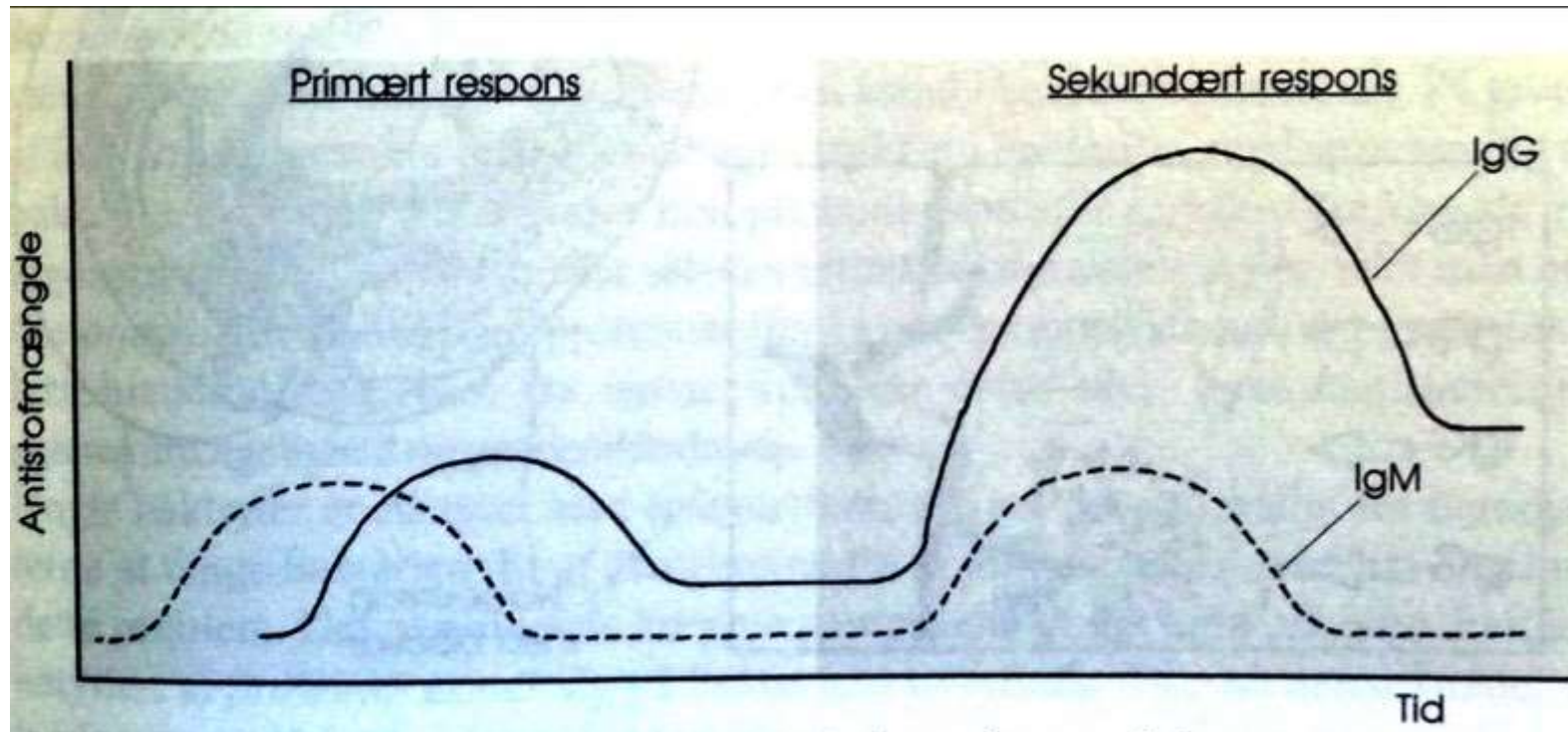
[IgG]

- Dannes langsomt ved første møde
- Det antistof der findes i størst mængde efter to eller flere møder med samme antigen
- Sekundært respons
- Blod og vævsvæske
- Memoryfunktion (lang levetid = lang beskyttelsestid)

[IgM]

- IgM = 'Jeg kan ta' det hele'-antistof $\approx$ A-nøgle
- Dannes hurtigt ved første møde
- Primært respons
- Kortvarig virkning
- Virkning øges ikke ved sekundært respons
- Ikke særlig målrettet, men kan tage de fleste antigener
- Blod og vævsvæske + slimhinder

[primært og sekundært respons]



[IgA]

- Dannes i slimhinder, mave-tarm-kanalen, luftveje, kønsorganer og urinveje
- Deltager i den første barriere
- Binder sig formentlig til mikroorganismer og forhindrer yderligere indtrængen
- Findes i modermælk

[IgE]

- Findes på overfladen af mastceller og basofile granulocytter (histaminholdige leukocytter)
- Ved sammenkoblingen frigøres histamin
→ udløsning af inflammationsreaktion
- Deltager i allergiske reaktioner
- Specielle funktioner ifm. parasitinfektioner

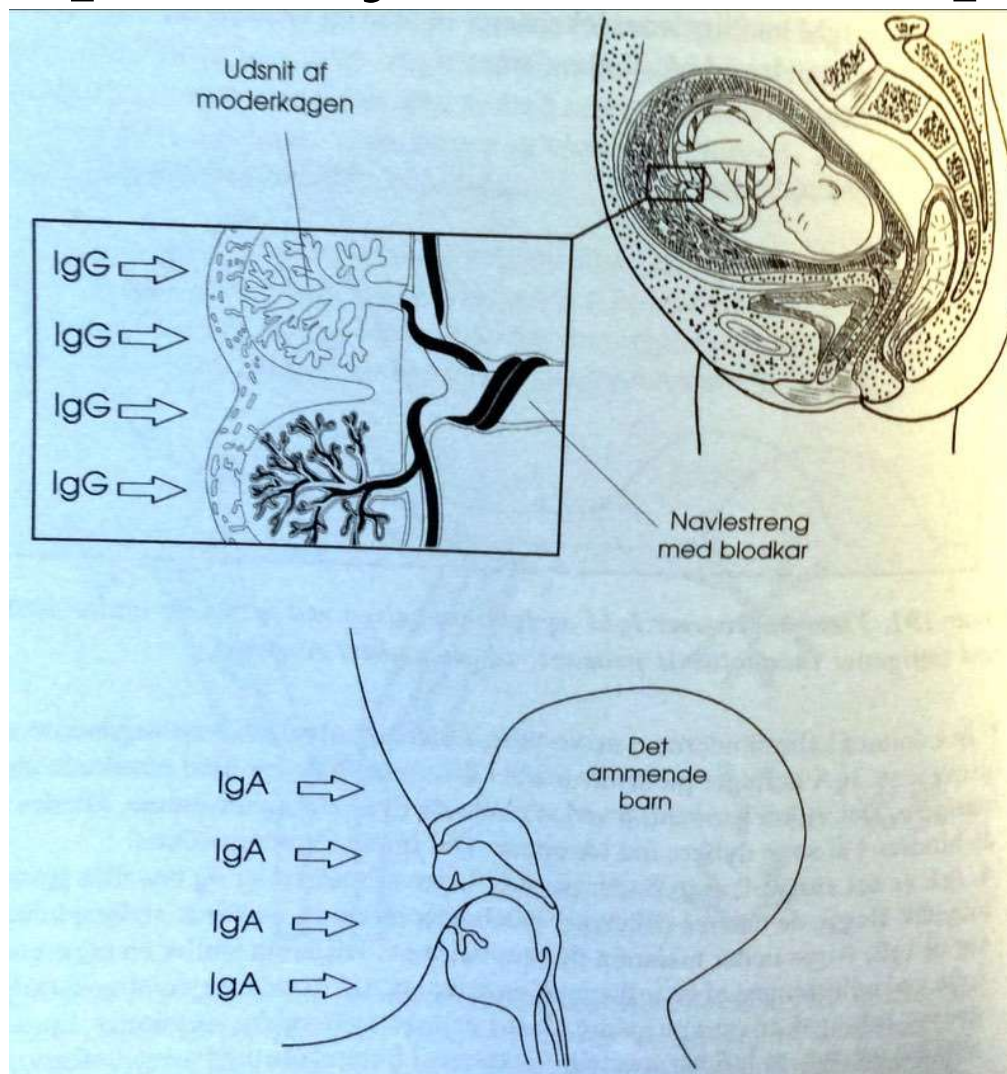
[IgD]

- Muligvis knyttet til B-lymfocytternes overflade som antigenreceptor
- Findes typisk sammen med IgM
- Funktionen er endnu ikke kendt, men må være vigtig, da IgD findes hos stort set alle arter fra kartilaginøse fisk til mennesker (muligvis undtagen fugle)

[det nyfødte barn]

- IgG og IgA deltager i beskyttelsen af det nyfødte barn
- IgG og IgA kan passerer placentamembranen
- IgA findes i modermælken (slimhinder + mave-tarm beskyttelse)
- IgG lever 3-6 mdr, og barnet skal opbygge sit eget forsvar i dette tidsrum

[det nyfødte barn]



[antistofferne funktioner]

- Komplementsystem
- Fagocytose
- Toxiner
- Agglutination
- T-dræber-celler

[komplementsystem]

- Komplementerer de fagocyterende celler
- 20 enzymer/plasmaproteiner', der kan forstærke hinanden
- Første stof i rækken kan aktiveres af et enkelt antistof- eller antigenmolekyle
- Kaskadereaktion

[komplementsystem]

- Hvis antigenet er en bakterie dannes et kompleks, som sprænger bakterien
- Kemotaxi
- Histaminfrigørelse (øget gennemblødning og gennemtrængelighed i vævene)
- Opsonin – hjælper fagocytten

[fagocytose]

- Et antistofs tilstedeværelse på overfladen af et antigen (nøglen sidder i låsen) vil aktiverer fagocytose
- Fagocytten kobler sig altså på antistoffets ene ende

[toxiner]

- Nogle bakterier producerer toxiner
- Nogle toxiner kan uskadeliggøres ved at antistoffet binder sig til det
- Altså har nogle antistoffer antitoxisk virkning

[agglutination]

- Antigener på overfladen af mikroorganismer fører til en sammenklumpning af disse (agglutination)
- De forhindres derved i at inficerer kroppen yderligere

[T-dræberceller]

- T-dræberceller kan aktiveres af antistoffer der er koblet til et antigen
- T-dræbercellen sprænger hul i mikroorganismen, der herved uskadeliggøres

[allergi]

- En allergisk reaktion er en immunreaktion på et harmløst antigen (fx pollen)
- Når et specifikt antigen fremkalder en allergisk reaktion virker det pågældende antigen altså som allergen for personen
- IgE genkender allergenet og sætter reaktionen i gang i samarbejde med histamin

[påvirkning af forsvaret]

- Stress
- Allerede eksisterende sygdom
- Visualisering