

# Almen Histologi

Kroppens dele præsenterede på det mikroskopiske niveau

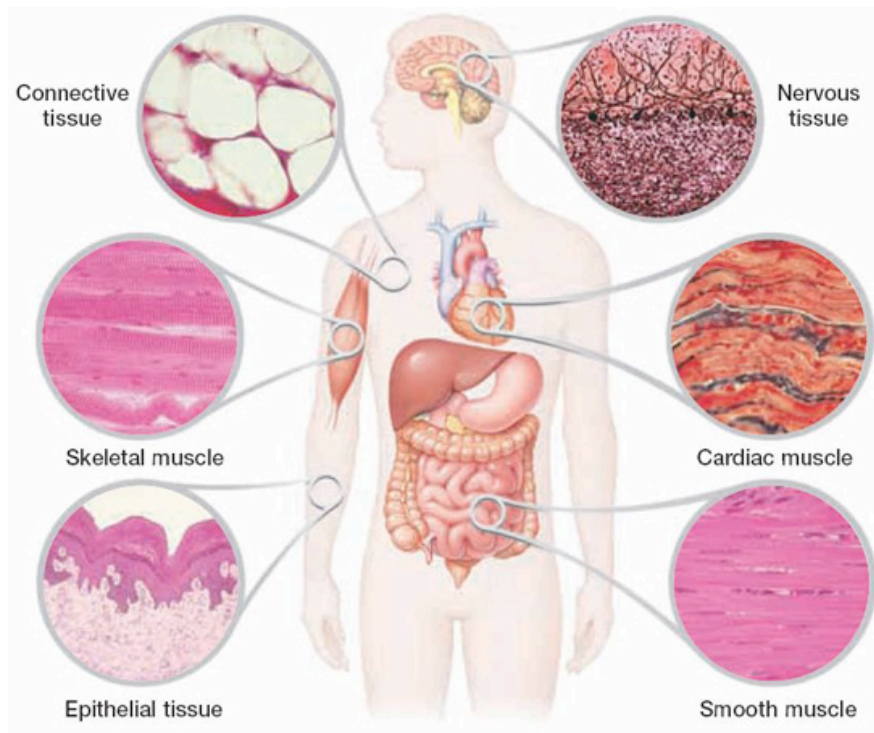
---

Asma Bashir, læge

## BINDEVÆV

*Bindevævet* er et skelet der understøtter det andet væv. Bindevævet indeholder en grundsubstans hvori der er indlejret forskellige proteiner, først og fremmest som små fibre. Grundsubstans i bindevævet hedder hyaluronsyre. I intercellulærs substansen findes 3 slags fibre, opkaldt efter det proteinmateriale, de er fremstillet af:

- Elastiske fibre – vævet giver efter og derpå antager sin oprindelige form igen f.eks. arteriernes vægge
- Kollagen fibre – kollagen er stærkt og elastisk, og kan modstå stor trækstyrke f.eks. sener
- Retikulære fibre – danner et netværk ved at fastholde celler og alligevel lade dem en vis bevægelighed, sørger disse fibre for at danne en slags mikroskelet f.eks. i leveren.



Bindevævet klassificeres på basis af den relative mængde af de ekstracellulære matrixkomponenter og de forskellige celletyper. Grundsubstans består af vand, salte, adhæsive glykoproteiner og proteoglykaner, og ses ikke ved HE-farvninger.

*Løst bindevæv* er karakteriseret ved at de fibre det indeholder, ikke er arrangeret i nogen særlig fast struktur. Det er cellerigt, blødt og eftergiveligt f.eks. i vores tarme. Rig på kar og nerver.

*Fibroblaster* er ansvarlige for produktion af dels de fibre, der udgør den formede del af bindevævet intercellulærs substans, dels det mukopolysakkarid, hyaluronsyre, der udgør intercellulærs substansens amorfe del. Det er fibroblasterne, der er aktive, når f.eks. et sår skal gro sammen, omdannes den til en fibrocyt.

*Tæt uregelmæssigt bindevæv* er med kollagene (røde i verhoeff) og elastiske fibre (sort i verhoeff), findes i dermis og kapsler om organer. Indhold af elatiske fibre kan variere med vævets funktion.

*Tæt regelmæssig bindevæv* har kollagene fiberbundter, sener og artefakter, hvor bundter af kollagen er skilt fra hinanden.

*Tæt elastisk bindevæv* har parallelt forløbne elastiske fibre, der holdes sammen af løst bindevæv. Findes i stemmebåndene og i elastiske arterier.

*Retikulært bindevæv* består af stjerneformede celler og danner en grudstruktur, der på samme tid holder sammen på et organ og også tillader andre celler at passere gennem organet. Retikulumceller findes i knoglemarven, i milten og lymfeknuderne samt i leveren.

*Mastceller* er store celler med en relativ lille kerne. De er en del af immunforsvaret. De har til opgave at belagere 2 vigtige stoffer: histamin og heparin. De findes særligt omkring blodkar. Histamin spiller en vigtig rolle ved betændelses- og irritationsprocesser samt ved allergiske reaktioner. De findes i store mængder i huden, fordøjelseskanalen og luftvejenes slimhinder og de producerer IgE. Heparin er et stof med flere virkninger. Den kan forhindre vævsvæsken i at størke ligesom det også kan hæmme blodets størkning, koagulation.

*Plasmaceller* er regel ovale og har en rund kerne. Kromatinklumper ligger perifert i kernen i en urskive-lignende form og de secernerer antistoffer. Antallet øges ved kraftigt ved kronisk inflammation. De er ca. 10-20 µm.

*Mesenchymale celler* er relativt udifferentierede celler deriveret fra mesoderm. De er stjerneformede med spinkle udløbere. De kan differentiere sig til fibroblaster.

*Monocytter* udvikles i knoglemarven og afgives herfra til blodet, hvor de opholder sig ca. 1 døgn og herefter træder ud i bindevævet. De differentierer sig til makrofager. De findes i bindevævet dvs. uden for karrene, og ofte sidder de "fast" et sted, hvor de kan optage fremmedlegemer, nedbrydningsprodukter m.m.

## EPITELVÆV

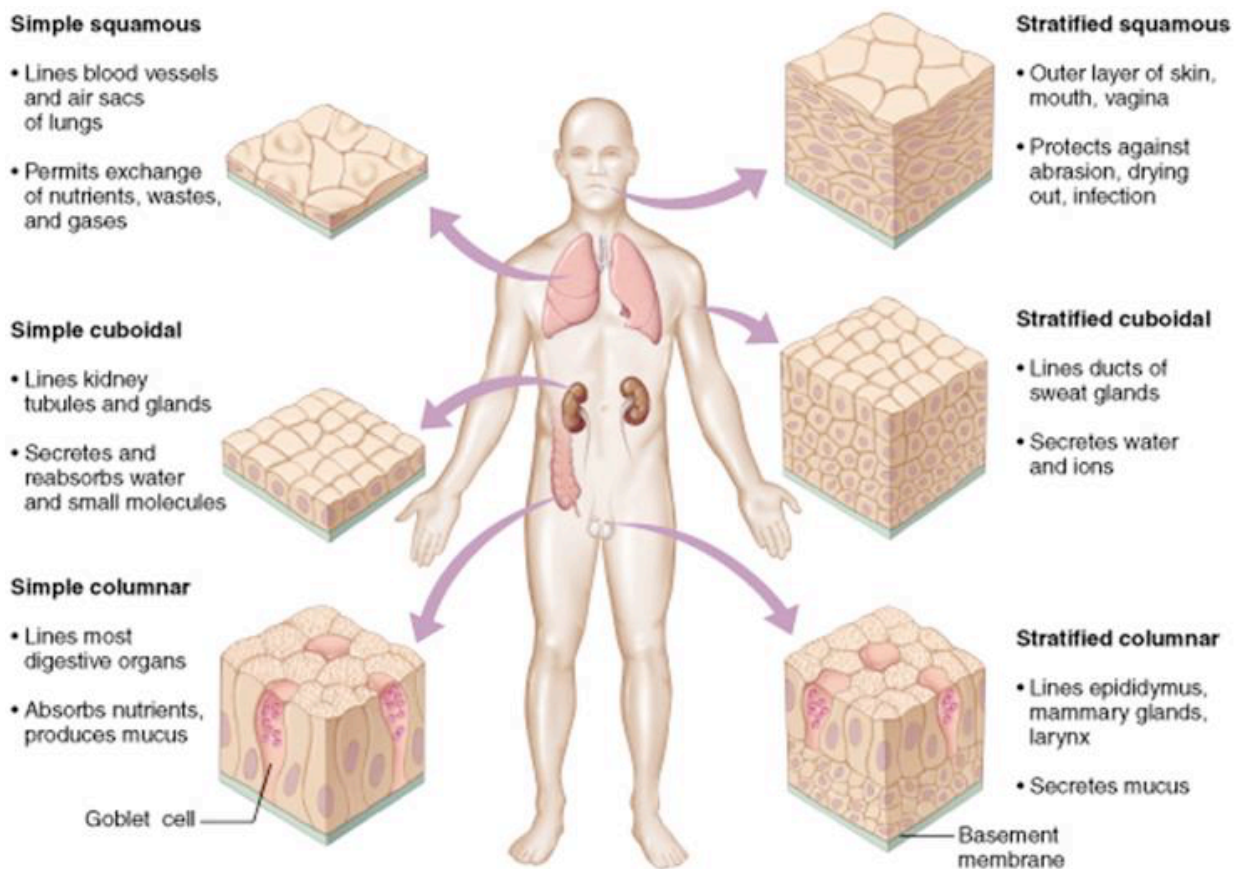
*Epitelvævet* udgør et dække for kroppens øvrige celler. Huden er opbygget af epitel, men også indvendig i kroppen findes epitel. Epitelvævet har flere funktioner. Det udvendige epitelvæv tjener først og fremmest til beskyttelse af kroppen mod skadelige påvirkninger udefra f.eks. slitage eller solbestråling. Epitelet sørger også for at hindre fordampning fra legemets overflade. En anden epitelfunktion, som udføres såvel af det udvendige som det indvendige epitel, er stofudveksling f.eks. optagelse af næringsstoffer og udskillelse af affaldsstoffer.

Der findes flere slags epitel:

- **Pladeepitel** – beskytter overflader og regulerer stoftransport, herunder også fordampning fra overfladen. Skelner mellem enlaget og flerlaget. Enlaget pladeepitel findes f.eks. på indersiden af blodkar, som danner barrier, og dermed forhindrer blodets væske, kemiske stoffer og formede bestandele i at forlade blodkarret. Den danner også beklædning på organer, kaldet mesotel f.eks. på bughinden, hjertesækken

og lungehinder.

- Cylinderepitel – disse epitelceller er høje og slanke. Findes i form af det enlagede og flerradede cylinderepitel, hvor i det sidste findes relativt mange umodne celler. Cylinderepitel findes udelukkende i slimhinderne, som udgør kroppens indre overflader f.eks. luftrøret, mave-tarmsystemet, i de kvindelige kønsorganer m.m.. Udfører forskellige opgaver som absorption, sekretion, fjernelse af affaldsstoffer eller beskyttelse af slimhinderne.
- Overgangsepitel – specielt ved det er at det er eftergiveligt. Findes i urinvejene, dvs. i urinlederne, blæren og første del urinrøret.
- Andre epitelformer – kubisk epitel, kirtlepitel m.m.



(a) Most epithelial tissues line or cover surfaces or body cavities

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Karakteristisk for alle epiteltyper er at der kun findes ganske lidt intercellulærsubstans dvs. at cellerne ligger tæt, og det intercellulære rum udgør en meget ringe del af det samlede vævs rumfang. Epitelcellerne er fast bundet til hinanden og tilsammen er cellerne forankret i en struktur, der kaldes basalmembranen.

*Basalmembranen* består af et tyndt, men meget tætvet netværk af mikrofibriller. Den udgør en ekstra barrier mod omgivelserne, og den tjener samtidigt til at fæstne epitelet til det underliggende væv, bindevævet.

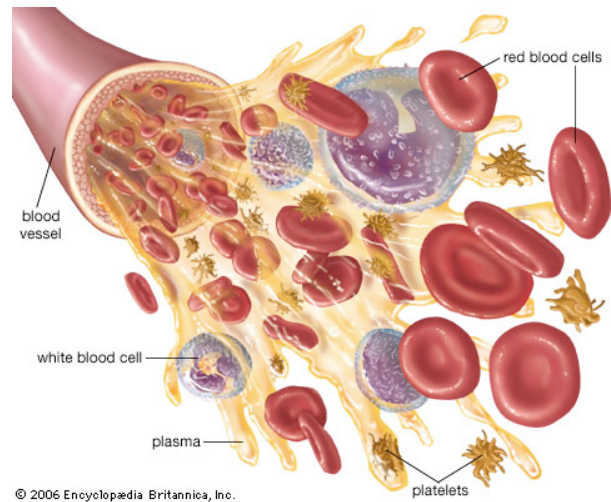
Et andet karakteristiskum for epitelet er at der ikke løber blodkar i selve vævet – det er ikke vaskulariseret. Al ernæring- og anden transport finder sted ved diffusion fra underliggende væv.

## BLODETS CELLER

*Blodet* er udviklet fra mesoderm. Blodvolumen lyder på 5 L afhængigt af kønnet og vægt. Blodets celler befinder sig i en væske betegnet blodplasma – intercellulærsubstans.

Blodets celler inddeles i 3 grupper:

- De røde blodlegemer – erythrocytter (99%)
- Blodplader – trombocytter (0.9%)
- De hvide blodlegemer – leukocytter (0.1%)
  - De granulære:
    - Neutrofile
    - Eosinofile
    - Basofile
  - De agranulære:
    - Monocytter
    - Lymfocytter



© 2006 Encyclopædia Britannica, Inc.

*Hæmatokritværdien* er røde blodlegemernes relative volumen i forhold til hele blodvolumen.

*Erythrocytter* er mikroskopisk kerneløse, cirkulære, skiveformede og bikonkave celler. De er tynd centralt og tyk perifert. De har en diameter på ca. 7.5 i udstrygningspræparat. De er stærkt deformerbare og elastiske og kan passere kapillærer med mindre diameter end dem selv. Der er *cytoskelet* under plasmamembranen, bestående af spectrin hæftet til membranen med et transmembranprotein bånd-3-protein via et mellemlid ankyrin og til et andet integralt membranprotein glykoforin via et andet mellemlid bånd-4,1-protein samt et stykke aktinfilament. Cytoskelet virker afstivende på cellemembranen og er afgørende for opretholdelsen af den bikonkave form. De har ingen organeller eller kerne, og har levetid på ca. 120 dage. Slidte erythrocytter fjernes af makrofager i milt, lever og knoglemarv, hvor de fagocyteres og nedbrydes. Funktionen er transport af O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> ved hjælp af hæmoglobin. Erythrocyterne dannes ud fra pluripotente, hæmopoetiske stamceller i knoglemarven. De nydannede erythrocytter betegnes *retikulocytter* og indeholder stort antal ribosomer og udgør ca. 1% af de røde blodlegemer i plasmaet.

*De neutrofile granulocytter* udgør mikroskopisk gennemsnitligt 60% af leukocytterne. De er 12-15 um i diameter. Kernen er opdelt i 3-5 segmenter, afhængig af alder, og er forbundet af tynde strenge af kromatin – der er ingen nucleolus. Cytoplasmaet er fyldt med små runde/ovale granula – primære (azurofile) og sekundære (specifikke) som kan ses svagt. Azurofile er 0.5 um i diameter, er elektrontæt, ensartet indre og indeholder primær lysosomer. Specifikke udgør hovedparten af granula, er mindre i diameter, lysere og indeholder basisk fosfatase og lysozym. Deres funktion er at fagocytere og dræbe mikroorganismer. De er aktivt bevægelige, og udfører deres funktion i bindevævet efter at have opholdt sig i blodbanen i ca. 10 timer efter dannelsen. I pus udgør de døde granulocytter hovedparten af cellerne.

*De eosinofile granulocytter* udgør mikroskopisk ca. 3% af leukocytterne, og er 12-15 um i diameter. Kernen består af 2 store segmenter forbundet ved en tynd nucleolus. I cytoplasmaet ses mange store eosinofile

granula. Deres granula er runde, 0.5-1  $\mu\text{m}$  i diameter og indeholder myeloperoxidase samt lysosomale enzymer (kan opfattes som primære lysosomer). De dannes i knoglemarven, cirkulerer i blodet i ca. 10 timer, og herefter vandrer ud i bindevævet, hvor de opholder sig i 8-12 dage. De er bevægelige og moderat fagocytotiske, og findes i tarme og luftveje. Antallet af dem øges ved allergiske lidelser og parasitinfektioner.

*De basofile granulocytter* udgør lysmikroskopisk ca. 0.5% af leukocytter, og er 12-15  $\mu\text{m}$  i diameter. Kernen består af 2-3 segmenter eller er S-formet. Den er næsten helt dækket af de store grove stærktfarvede granula, som er tæt pakkede i cytoplasmaet. Granula er ca. 0.5  $\mu\text{m}$  i diameter og indeholder heparin, histamin, peroxidase samt lysosomale enzymer. De ligner meget mastceller. De dannes i knoglemarven og cirkulerer rundt ca. 10 timer i blodbanen, hvorefter de træder ud i bindevævet. De deltager i anafylaktiske reaktioner på samme måde som mastcellerne.

*Monocytter* udgør ca. 5% af leukocytterne. De er 12-18  $\mu\text{m}$  i diameter. Kernen er nyre- eller hesteskoformet. Cytoplasmaet har en gråblå farve, der findes spredte azurofil granula. Der er moderat antal granula – ca. 0.4  $\mu\text{m}$  i diameter, og indeholder hydrolaser og primære lysosomer. De dannes ud fra monoblaster i knoglemarven. De cirkulerer rundt i blodbanen i ca. 1 døgn, hvorefter de forlader denne og uddifferentierer sig til makrofager. Levetiden som makrofager er ca. 2 måneder.

*Lymfocytter* udgør mikroskopisk ca. 30% af leukocytterne. De er små celler – diameter på ca. 7  $\mu\text{m}$ . De har en afrundet kerne med en lille indkærvning og fylder næsten hele cellen. De findes også som store celler, ca. 10% (diameter 10-15  $\mu\text{m}$ ). I den tynde bræmme af cytoplasma, der omgiver kernen, ses enkelte azurofil granula. De indeholder få lysosomer. Der er sparsom mængde organeller (ru endoplasmatiske reticulum (RER), mitokondrier, golgi). De spiller en afgørende rolle i immunforsvaret. De har en levetid på få dage til flere år.

*Trombocytter* har ingen kerne. De er små skiveformede legemer, 3  $\mu\text{m}$ . De indeholder blå farvede granula i central zone og perifer hyalomeret. På deres plasmamembranen er der tyk glykocalyx. Granula deles i 2 slags:

- Alfa-granula (pladederiveret vækstfaktor, koagulationsfaktorer)
- Delta-granula (serotonin, ADP)

De har store indhold af aktin og myosin. De har en central rolle i hæmostasen. Ved beskadigelse af blodkar, trækkes karret sammen, hvorefter trombocytter vil søge at tilstoppe hullet i karvæggen ved at danne en pladetrombus. De er med til at vedligeholde karvæggens endothel ved at frigive pladederiveret vækstfaktor. De opstår ved fragmentering af megakaryocytter (50-100  $\mu\text{m}$ , kernen med talrige segmenter) hovedsageligt af knoglemarven, og har levetiden i blodbanen i ca. 10 døgn.

## **KNOGLEMARV**

Hos nyfødte og små børn er al *knoglemarv* rød, men henimod 5-6-årsalderen begynder den at omdanne til gul legeme i de lange rørknoglers skafter (består primært af fedtvæv og næsten hæmopoietisk inaktiv).

Denne omdannelse skrider frem til der i voksenalder stort set kun forekommer hæmopoietisk rød knoglemarv i det aksiale skelet. I første halvdel af føtallivet sker hæmopoisen i lever og milt.

Den består som alle andre væv af bindevæv. Den er karakteriseret primært ved et system af sinusoider og et hæmopoietisk rum, der dannes uregelmæssige søjler eller kiler imellem karrene. Det hæmopoietiske rum er i rød knoglemarv næsten helt opfyldt af hæmopoitiske celler, lejrede i et sparsomt retikulært bindevæv, det såkaldte knoglemarvsstroma. Centralt i marven omkring de store kar ses en del fedt, idet hæmopoisen er mest aktiv i periferien.

I gul knoglemarv udfylder fedtet næsten hele det hæmopoitiske rum, hvor der kun ses enkelte megakaryocytter.

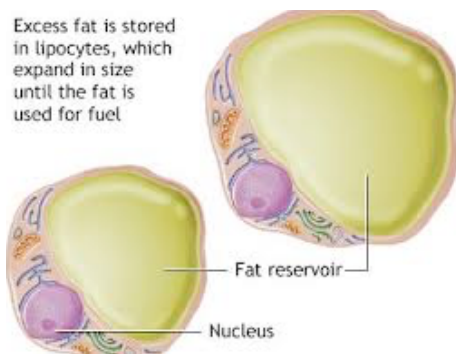


*Sinusoiderne* er store tyndvæggede kar, som anastomoserer livligt med hinanden i knoglemarvens periferi og sender udløbere centralt. Her foregår udvekslingen af bestanddele imellem knoglemarven og kredsløbet. Denne består af 3 lag, nemlig endothel, et lag af basalmembranlignende substans og et lag af adventitielle reticulumceller, men kun endothel forekommer konstant. Erythrocytter og trombocytter produceres også nær sinusoiderne.

*Stamcellen* hvorfra alle knoglemarvens celler udvikles, benævnes pluripotent hæmopoietisk stamcelle og er defineret som en celle der er i stand til både at give oprindelse til alle blodets celler og til at opretholde sin egen eksistens ved mitotiske delinger.

## FEDTVÆV

Excess fat is stored in lipocytes, which expand in size until the fat is used for fuel



*Fedtceller* er store celler med perifert placeret affaldede kerne og en stor lipiddråbe med tynd bræmme af cytoplasmaet, unilokulært. De er omgivet af et fint net af retikulære fibre. De undergår ikke mitoser.

*Fedtvæv* er specialiseret form for løst bindevæv. Det er lappedelt og findes i dermis, i tilknytning til tarmen og fedtdepoter. Kernen ses ikke i præparaterne. Forekommende i glat endoplasmatiske reticulum (SER) da dette er aktivt i lipidsyntesen.

*Multilokulært fedtvæv* er brunt væv pga. mange mitokondriernes indhold af cytokromer. De indeholder mange lipiddråber. Har granuleret cytoplasmaet. Det er lobuleret – mange kar og nervetråde. Forekommer sjældent hos voksne – er yderst veludviklet hos nyfødte. Det omdannes med alderen til unilokulært.

Fedtcellerne har en vigtig funktion, idet de danner dels en mekanisk stødpude omkring organer, muskler og nervetråde, dels en varmeisolerende barrier – dvs. de forhindrer for stort varmetab fra kroppen. Endelig tjener fedtvævet som energidepot idet den energireserve, fedtstofferne repræsenterer, kan bruges i energiomsætningen – stofskiftet – hvis kroppen udsættes for manglende fødetilførsel.

## KIRTLER OG SEKRETION

*Sekretion* er betegnelsen for den proces, hvorved visse celler omdanner lavmolekylære forbindelser optaget fra blodet til specifikke produkter som frigives til cellen.

### Kirteltyper:

- Exokrine kirtler – afgiver sekretionsprodukter til udgange.
  - Unicellulære kirtler (bægercelle).
  - Multicellulære kirtler (lag af ensartede sekretoriske celler).
- Endokrine kirtler – afgiver sekretionsprodukter til blodet i form af hormoner.
- Parakrine kirtler – fungerer som lokale mediatorer og afgiver sekretionsprodukter til nabocellerne, f.eks. signalmolekylerne.
- Autokrine kirtler – sekretionsproduktet påvirker cellen selv.

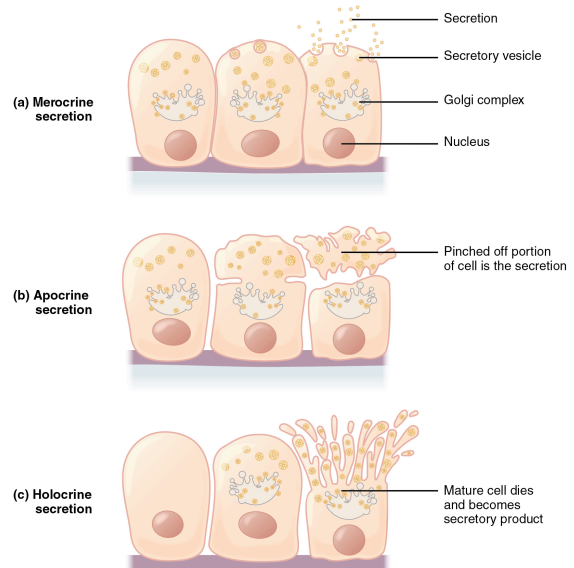
Flere ikke-epithelceller som fibroblaster, chondroblaster og ostoblaster er sekretoriske, idet de producerer de ekstracellulære matrixkomponenter i de pågældende væv. Sekretionen sker direkte til ekstracellulærvæsken.

Der er 2 former for sekretion:

- Konstitutiv – forekommer i alle celler og har karakter af en kontinuelig proces, hvor det syntetiserede materiale afsnøres fra Golgi-komplekset i små sekretvesikler, der udtømmes ved exocytose. Kræver ikke udefra kommende stimulus.
- Reguleret – forekommer kun i celler der er specialiseret med henblik på sekretion af specifikke produkter som f.eks. de exokrine celler i pancreas, der udskiller fordøjelsesenzymer. Kræver udefra kommende stimulus.

### Sekretionsmekanismer:

- Merokrin sekretion – exocytose, hvor sekretet afgives uden tab af substans.
- Apokrin sekretion – en del af det apikale cytoplasma afsnøres med sekretionsproduktet.
- Holokrin sekretion – afgivelse af hele celle, der undergår totalt henfald f.eks. hudceller med talg.



### De forskellige kirtler:

- Unicellulære kirtler – består af en enkel sekretorisk celle, forekommer i epitelet i mange slimhinder, hvor optagelsen af vandet omdanner mucin til mucus.
- Multicellulære kirtler – består af et epithellag af ensartede sekretoriske celler f.eks. ventriklens overfladeepithel. De kan være simple (uforgrenet) eller sammensatte (forgrenet).
- Intraepitheliale kirtler – består af små ansamlinger af kirtelceller, der findes indskudt imellem ikke-secernerende celler i et epithellag helt indenfor lagets tykkelse f.eks. slimhinden i urethra.



### Sekretionsproduktets sammensætning:

- Serøs – tyndflydende, indeholder ofte enzymer, hvis de er blandet med mukøs, danner de ofte von Ebnerske halvmåner.
- Mukøs – tyktflydende f.eks. slim

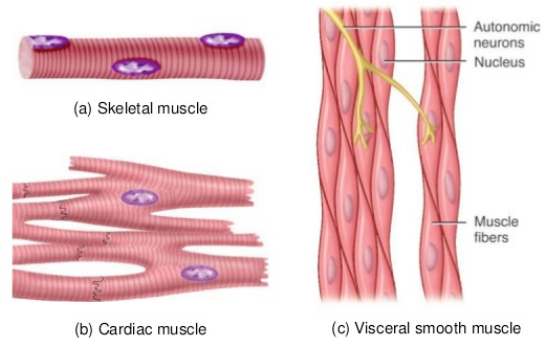
## MUSKELVÆV

Muskelvævet hovedopgave er transport og bevægelse. I organismen forekommer der 3 forskellige typer af muskulatur, alle med evnen til kontraktion og relaksation:

- Glat muskulatur
- Skelet muskulatur
- Hjertemuskelatur

Modsat de andre vævstyper har muskelvæv en meget ringe mængde intercellulærsubstans.

### Three Types of Muscular Tissue



*Glat muskulaturen* består af tenformede celler med tilspidsede ender. Hver celle har en enkel, central placeret kerne, og har derfor bred midterparti. Muskulaturen indgår bl.a. i væggene viscera (indvolde) og innerveres af det autonome nervesystem.

Der findes 2 slags af glat muskulaturen:

- Multi-enhedstypen
- Enkelt-enhedstypen

Cellerne er holdt sammen af bindevæv og retikulære fibre. Man kan påvise dem ved hjælp af PAS-farvning, da de indeholder glykosaminoglykan. De indeholder få mitokondrier, et lille golgi-kompleks, nogle få profiler af endoplasmatiske reticulum, myosin filamenter omgivet af en ring af aktin filamenter (forholdet 1:15) og enkelte intermediære filamenter. Cellerne er bundet sammen vha. nexuserne.

Det sted, hvor en nervecelle og en muskelcelle udveksler energi, kaldes en motorisk endeplade. Når nervecellens elektriske impuls når denne endeplade, frigøres fra nervecelleenden en transmittersubstans, acetylkolin. I sarcolemma i muskelfiberen sidder nogle modtagende molekyler, receptorer, som binder acetylkolinet til sig, hvorved der udløses en elektriske impuls i musklen – denne impuls kalder man et aktionspotentiale.

Igangsætningen af muskelkontraktionen indledes med, at  $\text{Ca}^{2+}$  i cytosolen stiger ved at der diffunderer  $\text{Ca}^{2+}$  ind i cellen fra ekstracellulærrummet eller ud af det sarcoplasmatiske reticulum, der indeholder et  $\text{Ca}^{2+}$ -depot. Den øgede koncentration af  $\text{Ca}^{2+}$  bevirker at disse binder sig til calmodulin og aktiverer enzymet myosin-letkæde-kinase (MLC-kinase), der herefter katalyserer fosforylering af den regulatoriske lette kæde i myosinhovedet. Dette fremkalder konformationsændring i myosinmolekylet som herefter er i stand til at binde sig til aktin, hvorved kontraktionen indtræder. Når  $\text{Ca}^{2+}$  koncentrationen falder, fraspaltes fosfatgruppen fra

myosin-letkæde, som er katalyseret af myosin-letkæde-fosfatase, så myosin ikke længere kan binde sig til aktin. Dette kaldes for myosin-bundet regulation. Hvis det drejer sig om aktin-bundet regulation, proteinet caldesmon bundet til aktin løsriveres pga. konformationsændring vha.  $\text{Ca}^{2+}$ -calmodulin komplekset, og myosin kan binde sig til aktin og fremkalde kontraktionen.



*Skeletmuskulaturen* består af meget smalle og lange celler, der hver indeholder en stor antal perifere placerede kerner. Alle bevægeapparatets muskler er opbygget af skeletmuskulatur. Cellerne har en karakteristisk tværstribe, hvorfor skeletmuskulatur også betegnes tværstribet muskulatur. Nogle er 1 mm lange, andre kan være op til 30-40 cm i længden.

Den enkelte muskelcelle, *muskelfiber*, indeholder flere kerner. Den er opbygget af flere bundter af trådformede strukturer, der giver cellen evnen til at kontrahere sig. Disse strukturer benævnes myofibriller eller blot fibriller. Deres karakteristika ses som lyse og mørke striber tværs over hver fiber. De mørkefarvede bånd benævnes A-bånd, fordi de er anisotrope (A har en mindre zone H) og de lyse er I-bånd, fordi de er isotrope (I har en mindre zone Z). Segmentet imellem to Z-linier er den strukturelle og funktionelle enhed i myofibrillen. Sarcomeret indeholder 2 typer myofilamenter: aktin og myosinfilamenter. Myosin er lokaliseret i A og aktin i I. A-længden er konstant (overlappingszone både for myosin og aktin) hvorimod I-længden bliver kortere under kontraktionen og kun består af aktin filamenter. Der er også en H-bånd i A-bånd som nævnt tidligere, hvor aktin filamenter ikke når ind og kun består af myosin. M-linien udgøres af det myosin bindende myomesin, hvortil knytter sig et andet myosin-bindende protein, betegnet C-protein.

Alle muskelfibre er af såkaldte twitch-type. Der findes 2 slags:

- Type-1 fibre – langsomme og svarer til de røde fibre. De har en høje indhold af mitokondrier, derfor er de modstandsdygtige overfor udtrætningen.
- Type-2 fibre – hurtige. Der er 2 undergrupper
  - Fibre med mange mitokondrier og udtrættes ikke. De er de røde fibre.
  - Fibre med få mitokondrier og udtrættes hurtigt. De er de hvide fibre.

I nær relation til overfladen af skeletmuskelfibre ses lidt mindre og mørkere kerner, der hører til de såkaldte satellitceller, der er aflange og affladede mod muskelfiberen. De repræsenterer myoblaster og er af betydning i forbindelse med regenerationen. Sarcoplasmatiske reticulum danner i muskelfiberen et tætmasket net af såkaldte sarco tubuli omkring de enkelte myofibriller, hvor de desuden dannet ved sammensmeltning et større rør, benævnt kontaktretiklet. To af disse rør løber rundt om myofibrillen på hver side af et tyndere rør, den transverselle tubulus eller T- tubulus. Tilsammen betegnes de 3 rør en triade.

Muskelcellen er omgivet af en plasmamembran af standardtype, som her kaldes *sarcolemma*, og cellens cytoplasma benævnes sarcoplasma. Sarcolemma har den indvendige cytoplasmatiske overflade knyttet

proteinet dystrofin, der er bundet til transmembrane glykoproteiner. Dystrofin menes at have en stabiliserende virkning på sarcolemma og mangel på eller ændringer medfører muligvis øget tilbøjelighed til beskadigelse i forbindelse med kontraktionen. Mangel på dystrofin eller fejl ses ved sygdommen muskeldystrofi.

Uden på sarcolemma beklædes den enkelte muskelfiber af en fin bindevævshinde, endomysium. Flere fibre samles i bundter, der er omgivet af endnu en bindevævshinde, perimysium. Flere bundter samles til en muskel, som beklædes af først epimysium, som også er en tynd bindevævshinde, der mest en kraftigere bindevævshinde, fascien.

Skeletmuskulaturen er underkastet viljens kontrol.

*Hjertemuskelatur* består af korte celler med centralt placeret kerne, som i glat muskulatur, men med en tværstribning svarende til skeletmuskulatur. Hjertemuskelatur findes som navnet lyder kun i hjertet. Den innerveres af det autonome nervesystem. Mellem de enkelte hjertemuskelceller sidder såkaldte indskudsskiver, som har til opgave at holde cellerne fast sammenbundet, men også at lede kontraktionsimpulsen hurtigt frem fra celle til celle. Den faste sammenbinding er nødvendig, fordi alle cellerne kontraherer på en gang, hurtig impulsudbredning er en forudsætning for at cellerne kan kontrahere samtidigt.

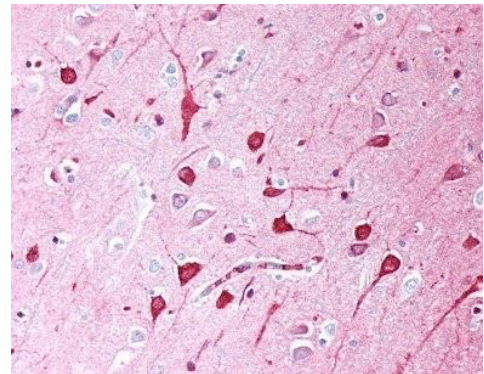
Hjertet har ingen regenerativ kapacitet pga. manglende mitotisk evne efter fødslen. Da der ikke findes satellitetsceller som i skeletmuskulaturen, vil defekten ved vævsnekrose erstattes med bindevævsar.

## NERVEVÆV

*Nervesystemet* omfatter alt nervevæv i organismen. Hovedfunktion er kommunikation. Irritabilitet er cellens evne til at reagere på forskellige stimuli. Konduktivitet er evnen til at transmittere virkningerne af stimulationen til andre dele af cellen. Signaltransmission er at overføre information til de andre celler.

Nervesystemet inddeles i:

- Centralnervesystemet
- Perifere nervesystem.



*Centralnervesystemet* (CNS) omfatter hjernen (encephalon) og rygmarven (medulla spinalis). Det menneskelige hjerne indeholder ca. 100 mia. neuroner, der funktionelt er forbundet ved hjælp af synapser hvor impulsbølgen overføres fra nervecelle til nervecelle ved hjælp af kemiske transmittersubstans. Neuronernes cellelegemer samles i grupper, betegnet nervekerner (nuclei) og deres lange udløbere kaldes nervefibre, der løber altid samlet fra system til system, betegnet ledningsbane.

*Det perifere nervesystem* (PNS) er alt nervevæv uden for hjerne og rygmarv. Neuronernes cellelegemer samles i grupper, ganglier, og sammenfletninger af nervefibre kaldes plexer og bundter af parallelle

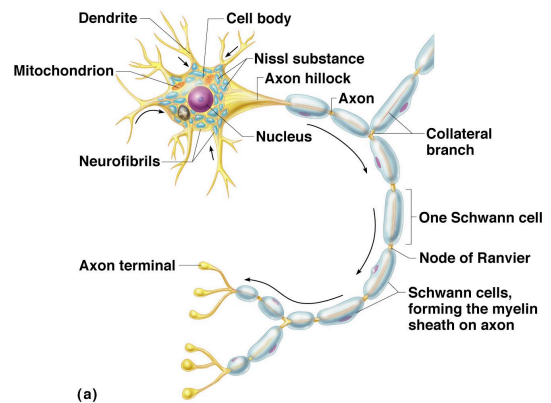
nervefibre for perifere nerver.

Efferente eller motoriske nerver er fra CNS til effektororganerne, skeletmuskulatur, glat muskulatur eller kirtler, og afferente eller sensoriske er fra periferen til CNS. De forekommer sædvanligvis blandet i hjernenerver og spinalnerver og forgrener sig på vej mod periferen.

*Neuron* er et nervecellelegeme med alle dets udløbere.

Dets legeme kaldes for soma. Cellelegemet er omgivet af cytoplasma, perikaryon. Perikaryon indeholder Nissl-substans (ergastoplasma) som farves basofilt (skyldes indhold af RNA) og består af RER. Neurontyper kan identificeres på fordeling og indhold af Nissl-substans. Nucleus er oval/rund. I store nerveceller er kernen lys, og man kan ane en stor nucleolus (RNA-materiale). I små nerveceller er kernen mørk. Ud fra perikaryon går udløbere, af hvilke der findes 2 typer: dendrit og axon. Dendritter

består ofte mange korte udløbere og har til opgave at føre impulse til cellelegemet. Axon består kun af en udløber, hvilket kan være meget langt og tyndere end dendritterne og kan afgive kollateraler ud gennem Ranviersk indsnævring. De fører impulser bort fra cellelegemet. Glat endoplasmatiske reticulum (SER) ses ikke i lysmikroskopi, er i store mængder i hele neuronen og oplagrer  $Ca^{2+}$ -ioner. Neurofibriller findes i perikaryon og i udløberne. De består af bundter af filamenter (neurofilamenter) og yder en mekanisk støtte, specielt i axonerne. Mikrotubuli forekommer også i store mængder, der er med til at afstive og stabiliserer cellens facon. Der er desuden aktinfilamenter, golgi-apparat, mitokondrier, centrosomen (man kender ikke funktion af den, da man ved at modne nerveceller ikke kan dele sig), lipiddråber og granula.



Dendritter forøger overfladen af neuronet, og har muligheden for at modtage impulser fra de andre neuroner via spinae, der tjener til synaptisk kontakt med andre neuroners axonterminale. Axoner er der kun en af i hvert neuron. Det er karakteriseret ved ikke at indeholde Nissl-substans. I modsætning til dendritterne er det tyndt og ensartet i diameter. Nær sit endeområde deler axonet sig ofte i en udstråling af præterminale forgreninger, som tit slutter i form af opsvulmet knop betegnet terminal eller endeknop. Det er ofte omgivet af myelinskede, der leder strømmen hurtigere. Udløsningen af aktionspotentialer sker i reglen i initialsegmentet, der har en lavere tærskel for elektrisk excitabilitet. Plasmalemma kaldes for axolemma, og der er ca. 20 nm afstand mellem axolemma og myelinskeden.

Neuroner kan efter deres udseende underinddeles i:

- Bipolær – en udløber på hver ende af cellelegemet
- Pseudounipolær – de to udløbere smelter sammen til en axon
- Unipolær – en udløber
- Multipolær – et axon og større antal dendritter Pga. længden på axon kan man inddele neuroner i to:
  - Projektionsneuroner – har et langt axon og kan forlade nervesystemet som perifere nerve.
  - Interneuroner – har et kort axon og bliver forgrenet nær cellelegemet med andre nerveceller.

En *neurotransmitter* defineres som en kemisk substans, der ved exocytose frigøres synaptisk fra en nerveterminal som reaktion på axonets aktionspotentiale og som overfører signalet til en anden postsynaptisk celle, som herved exciteres eller inhiberes. Den del af axolemma der indgår i synapsen, betegnes den præsynaptiske del af synapsen. Den mellemliggende ekstracellulære spalte betegnes den synaptiske kløft, der er ca. 30 nm bred.

Der er mange klasser af *synapser*: axo-dendritter, axo-somatiske og axo-axoniske.

- Type-I-synapse er den hurtige synapse, den er asymmetrisk
- Type-II-synapse er den hæmmende, og har symmetrisk udseende.

Endelig kan de synaptiske vesiklers udseende variere. De kan være sfæriske til ellipsoide.

*Glia* omfatter de egentlige gliaceller, der findes imellem neuronerne i centralnervesystemet, samt ependym, som beklæder hulrummene i hjernen og rygmarven. De schwannske celler i perifere nerver samt satellitcellerne der omgiver nervecellelegemer i spinalganglier og hjernenervegangler, betegnet ofte perifer glia.

Der skelnes

- Astrocytter
- Oligodendrocytter
- Mikroglia.

*Astrocytter* er stjernesformede celler med mange cytoplasmatiske udløbere. Nogle af dem er i kontakt med blodkar – perivaskulære fodprocesser. De har en lys kerne, cytoplasmaet indeholder glykogenkorn og filamenter (GFAP), der forekommer kun i astrocytter. Der er 2 hovedtyper:

- Fibrøs astrocyte – færre grene, og forekommer i hvide substans
- Protoplasmatiske astrocyte – mange grene, forekommer i grå substans.

De yder mekanisk støtte, virker som stillads under nervesystemets udvikling. De er også med til at regulere neuronal aktivitet, fjerner neurotransmittere, bidrager med forstadier til neurotransmittere, regulere det ekstracellulære ionmiljø. De danner ikke synapser, men kommunikerer med hinanden via nexuser. De producerer laktat ud fra glukose. De optager udsivende ioner og transmittersubstanser ved trauma og svulmer op, og kan give hjerneødem. De udgør også nervesystemets ardannende celler – sclerose.

*Oligodendrocytter* har færre og mindre forgrenede udløbere og mindre og mørkere kernen end astrocytter. De danner myelin i CNS. Hver oligodendrocytter forsyner mere end et axon med myelinsegmenter. De danner lag på lag af spiralsnoet plasmalemma som schwannske celler.

*Mikroglia* er små celler med lille mørk kerne og har spinkle udløbere med små spinae. De er opstået fra føtale monocytter. Ved trauma omdannes de til reaktive mikroglia, fagocytterende, er en af de første der viser ved beskadigelse.

*Ependym* er enlaget kubisk epithel og beklæder den indre overflade af ventriklerne og centralkanalene i rygmarven. Cellerne har cilier mod ventriklerne og de er forbundet med hinanden via nexuser og desmosomer. De tjener til støtte for neuronerne og deltager i nervevævet's stofskifteprocesser.

*Nervefibre* består af et axon med tilhørende nerveskeder. Man skelner mellem myelinerede og umyelinerede nervefibre.

De perifere axoner er omgivet af schwannske celler, der beklæder axonerne med *myelinskeder*, betegnes den schwannske skede. Den schwannske skede har en aflang, afladet kerne og dens plasmalemma danner en invagination, der omgiver axonet. Herved forlænges de schwannske cellers mesaxon og der danner løse membraner og ruller rundt om axonet og til sidst fortrænger den schwannske celle. Lagene smelter sammen og danner et tykt lag af myelinbeklædning. Ranviersk indsnævring er interval mellem 2 myelinsegmenter på få mikrometer. Ud fra den afgives også kollateral. I CNS dannes myelinskeden af oligodendrocytter. Schmidt-lanteranske insurer er defekter i myelin (alderbetinget) ved zonulae occludent.

De perifere umyelinerede nervefibre betegnes satellitceller som omgiver et nervecellelegeme i PNS. De umyelinerede nervefibre stammer ofte fra små neuroner.

*Ganglier* er ansamling af nervecellelegemer uden for CNS. Der er hjernenervegangler og spinalganglier. De begge er omgivet af bindevævs-kapsel, der sender trabekler ind i gangliet. De er omgivet af satellitcellerne. Intramurale ganglier er parasympatiske ganglier, findes i væggene af de indre organer, deres axon innoverer og har ingen bindevævs-kapsel. Deres cellelegemer er beliggende i bindevævet i det organ i hvis væv de befinder sig.

*Efferente nerveender* ender i tværstribet skeletmuskulatur, hjertemuskulatur, glat muskulatur eller kirtlepitheel.

*Afferente nerveender* er sensoriske nerveender, da de findes i alle epitheler, bindevæv, muskulatur og serøse membraner.

*Indkapslede afferente nerveender* er f.eks. Meissner-korpuskler (ubehåret hud), Ruffini-legemer (behåret), Pacini-korpuskler (subcutane bindevæv).

*Repair i PNS*: Hvis cellelegemet overlever, følger degeneration af regeneration. Fiber og myelin degenererer (Waller'sk degeneration), hvor schwannske celler overlever og prolifererer og remyelinerer den degenererende nervetråd (kortere segmenter). Denne kan persistere i mange måneder indtil evt. indvækst af et regenererende axon.

## **SKELETVÆV**

*Bruskvævet* består af yderst specialiseret form for bindevæv. Den består af chondrocytter og ekstracellulær matrix. Brusk udvikles fra mesenchym (ektoderm). I 5. føtaluge dannes chondrifikationscentre, områder med

tætliggende afrundede mesenchymceller – chondroblaster – disse vokser. Cellerne secernerer metakromatiske grundsubstans (består hovedsageligt af proteoglykaner) og tropokollagen, der polymeriserer ekstracellulært til kollagene mikrofibriller. Den ekstracellulære matrix bliver mere fast og cellerne samles i små lakuner. Nogle celler skrumper lidt så man kan se hulrummene. Chondro-blaster differentierer til chondrocytter og der dannes perichondriet.

*Perichondriet* er bruskhinden og består af tæt kollagent bindevæv, rig på kollagen type I fibre og fibroblaster (kendetegn = ved grænsen findes flade celler). Det er essentielt for vækst og vedligeholdelse af brusk. Huser den vaskulære forsyning til den avaskulær brusk samt nerver og kar via diffusion.

*Bruskmatrix* er spinkle kollagene fibriller. De danner netværk – særligt omkring lakuner. Matrix består af 75% vand og kollagen er overvejende type II. Omkring de isogene grupper, kommet af en celle (territoriel matrix = ligger rundt om isogene matrix) er matrix kraftig basofil – nær perichondriet acidofilt.

*Hyalin brusk* består af kollagen type II, den er mest almindelig bruskform. Den er forløberen for dannelsen af knoglevæv. Det er derfor hos fosteret, man finder den største mængde hyalinbrusk. Gennem opvæksten erstattes størsteparten af den hyaline brusk af knoglevæv. Hos den voksne finder man kun hyaline brusk i næsen, lungerne, i nogle af leddene samt i de øverste ribben ved deres tilhæftning til brystbenet.

*Ledbrusk* er vaskulær, indeholder nerver, ingen perichondrium men afladede celler i lakuner.

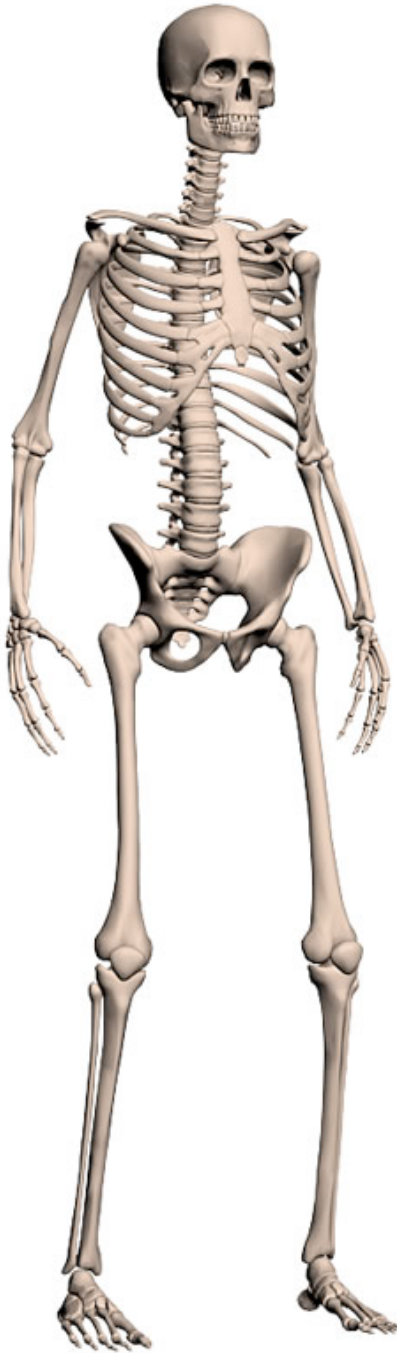
*Fibrøs brusk* består af kollagen type I og II (fibrocartilago). Overgangform mellem tæt bindevæv og hyalin brusk. Matrix er acidofil. Chondrocytter er enten alene eller i isogene grupper. Den er fast og ikke særlig eftergivelig. Brusken er avaskulær, og chondrocytterne ernæres fra nabovæv ved hjælp af vævsvæsken. Den findes primært mellem rygsøjlels hvirvellegemer, hvor der mellem to knogler er anbragt en skive fibrøs brusk, en diskus.

*Elastisk brusk* består af elastisk og kollagen type II. Den er gullig og bøjelig. Matrix er gennemvævet af tæt netværk af spinkle, elastiske fibre, specielt tæt omkring lakuner. Chondrocytter kun ses med deres kerner. Den er også avaskulær. Denne bruskform findes i det ydre øre, i strubelåget og i en del af strubehovedet. Bruskvævet sikrer i sig selv fastheden, og elastinindeholdet sikrer, at brusken dels er eftergivelig, dels er i stand til hurtigt at genvinde sin oprindelige form.

Der er 2 former for vækst ved brusken:

- Interstitiel vækst – vækst indefra ved mitotisk deling af chondrocytter. Der dannes isogene grupper og forekommer kun i den tidlige fase af bruskdannelse.
- Apositionel vækst – vækst udefra. Mesenchymceller differentierer til chondrocytter i det chondrogenetiske lag (lige under perichondrium).

De immature chondrocytter ligger perichondriet i ovale lakuner med ovale kerner. Basofilt cytoplasmaet og har en veludviklet RER. De mature chondrocytter ligger dybere i brusken afrundede lakuner med afrundede kerner. Acidofil cytoplasmaet og RER forsvinder.



*Knoglevævet* forener hårdhed og styrke med mindst mulig vægt, specialiseret form for tæt bindevæv. Det udgør den bærende del af legemet og kaldes for skelettet.

Det har 5 hovedfunktioner:

1. Støtte for øvrige væv
2. Beskyttelse af livsvigtige organer f.eks. hjerte og hjerne samt andre bløddele
3. Fæste for muskler og sener, fungerer sammen med musklerne som vægtstænger under udførelse af kropsbevægelser
4. Rummer i marvhulerne enten bloddannende rød knoglemarv eller passiv gul knoglemarv.
5. Depot for forskellige salte, specielt fosfor og calcium.

Man taler om 2 typer knoglevæv, kompakt og spongiøst. Det kompakte knoglevæv er helt tæt, fast, mens det spongiøse, der ligner en svamp, indeholder talrige små hulrum. Det er i det spongiøse knoglevæv, vi finder det blodcelledannende – hæmopoietiske – væv.

Knogledannelsen begynder i mesenchymet, hvor mesenchymecellerne deler sig og kondenserer. De differentierer sig til osteoblaster, der secernerer organisk *knoglematrix*. Knoglematrix er uhyre fast og solid. Den er opbygget af et netværk af proteiner, primært kollagen, og heri er lejret forskellige salte, hvoraf det vigtigste er et calciumsalt, hydroxyapatit. Af væsentlige salte skal desuden nævnes calciumkarbonat. Osteoblasterne producerer knoglematrix og danner herved et fast, næsten læderagtigt netværk. I dette netværk aflejres calciumsaltene. Først reagerer calcium med fosfat, og de aflejrede calciumfosfatmolekyler omdannes herefter i løbet af nogle uger til hydroxyapatit. Gradvis indelukkes osteoblasten

i færdig knogle, og når dannelsen er komplet, kaldes cellen for en osteocyt.

Ved *endochondral ossifikation* bliver den anlagte hyaline bruskskabelon gradvist erstattet af knoglevæv. I midten af knogleskaft dannes det primære ossifikationscentrum. Chondrocytter hypertroferer, hvor lakunerne vokser og bruskmatrix reduceres til tynde septa. Der sker calcifikation af disse septa. Chondrocytter degenererer og dør, samtidigt med cellerne i perichondriet omkring skaftmidten får osteogenetiske egenskaber, hvor de differentieres til osteoprogenitorceller, videre til osteoblaster, herefter sker der dannelse af et tyndt lag knoglevæv omkring skaftmidten. Der sker en indvæksttap, hvor vaskulært bindevæv vokser fra periost ind og fylder hulrummene i bruskmatrix. Gennem indvæksttappen kommer også mesenchymceller, der differentierer til primitiv knoglemarv og osteoblaster – disse sætter sig på bruskrabeklerne og aflejrer knoglematrix – udenpå laget med osteoblaster.



*Intramembranøs ossifikation* er hvor udvikling af knoglen sker direkte i det primære mesenchym. Modelling af knogler sker ved at knoglevævet pålejres og resorberes. Overvægt af knogledannelse medfører øget knoglemasse indtil maksimum peak bone mass er nået. Remodelling af knogler sker ved udskiftning af knoglevæv med nyt, hvor aktiviteten af osteoblaster og osteoklaster er koblet. Formålet er at forny gammelt knoglevæv og den nonlamellært (primitivt væv) udskiftes med lamellært (maturt væv). Knoglen er omgivet af periost.

*Det sekundære ossifikationscenter* opstår i enderne – i epifysen. Der foregår en konstant bruskdannelse på den epifysære side, således at epifyseskiven vokser i tykkelsen. Herved vokser knoglen i længden. Gradvist erstattes den del af epifyseskiven, der vender mod diafysen af spongiøst knoglevæv. Hen mod puberteten sker der en total ossifikation af selve epifyseskiven, dvs. at epifyseskiverne lukker.

Væksten foregår i zoner:

- Zone med reservebrusk
- Zone med proliferation af bruskceller
- Zone med hypertrofi af bruskceller
- Zone med bruskkalkning
- Zone med bruskfjernelse og knogledeponering

Der er 5 forskellige knogleceller:

- Osteoprogenitorceller
- Osteoblaster
- Osteocytter
- Knoglebeklædende celler
- Osteoklaster

Osteoklaster er store celler med flere kerner pr. celle. Osteoklasterne fjerner knoglen ved at frigive enzymet, der spaltes hydroxyapatitten.

## REPRODUKTION

Primordiale kimeceller vandrer ind i ovariet og omgives af kimepitel, hvor de skilles fra hinanden, primær oocytter. Antallet af follikler, der anlægges i ovariet overgår langt antallet af Graaf'ske follikler (tertiær follikel, 10 mm), som senere dannes – de resterende follikler undergår atresi (tilbage dannelse). Ved fødslen findes oocytter af 1. orden i begyndende meiotiske deling (standset i profasen, hvor de hviler som de inaktive oocytter). Ved ovulationen færdiggøres 1. meiotiske deling: oocyt af 2. orden og en polcelle. Herefter påbegyndes 2. meiotiske deling (standses i metafasen). Den 2. meiotiske deling færdiggøres først ved evt. befrugtning, senest 24 timer inden, hvor der dannes ovum + 3 polceller. Befrugtningen foregår i ampulla tuba uterina.

*Fertilisationen* består af 3 faser:

- Fase 1. Penetration af corona radiata (kapaciterede sæd-celler)

- Fase 2. Penetration af zona pellucida (glycoprotein) ved hjælp af ZP3 og acrosin, findes mellem granulocellerne og den primære oocyt (akrosom reaktion)
- Fase 3. Fusion af oocyt- og spermatozomembraner, kortikal og zonareaktion

Før sædcellen kan binde til og befrugte ægcellen, skal den undergå en sidste modningsproces i kvindens kønsveje, kapacitering (konditionering):

- Funktionel blotlæggelse af akrosomet (krav for at passere corona)
- Motilitet

Akrosomreaktionen induceres af ZP3 proteiner, acrosin og trypsinlignende stoffer. Hos begge køn er processer meiotiske delinger. Oogenesen producerer kun en moden oocyt og 3 pollegemer. Spermomatogenesen producerer 4 modne spermatozoer, begynder ved puberteten. De er omgivet af sertolliceller. Spermatogonium – spermatocytter – spermatider – spermatozoer (64 dage)

Promodiale kønsceller findes i væggen i blommesækken ved kropstilken, hvor der senere dannes navlesnoren.

Processen er styret af hormoner: FSH, LH og progesteron. Efter fertilisation gendannes det diploiditet (pronucleus masculinus/femininus), kønsdeterminering og initiering af kløvningen.

Zygoten undergår den første kløvning ca. 30 timer efter befrugtningen. Kløvninger er mitotiske celledelinger af den oprindeligt meget store zygotens substans, dvs. massen tiltager ikke, hvorunder der sker en reduktion af cellernes størrelse. De dannede celler benævnes blastomerer.

- 30 timer – 1. kløvning, 2-cellestadiet
- 40 timer – 2. kløvning, 4-cellestadiet
- Dag 2 – 3. kløvning, 8-cellestadiet (løst forbundne, herefter maksimeres forbindelserne (ticht junctions))
- Dag 3 – 4. kløvning, 12-16-cellestadiet (hvorved morula dannes)
- Yderligere kløvninger – frem til ca. 32-cellestadiet
- 6. Dag – implantation

## VÆV OG KRÆFT

Alle celler indeholder samme genom, men er specialiserede i forskellige retninger. Den lineære sekvens af baserne er afgørende for den 3-dimensionale struktur. Væv i kroppen består af forskellige celler med forskellige miljøer. F.eks. endotheliale celler findes i karrene og sørger for oxygen, næring og affaldsstoffer. Andre celler er nerveceller og schwannske celler. Makrofager sørger for at komme af med døde celler og fremmedstoffer. Lymfocytter bekæmper infektioner. Af andre celler er der knoglemarv, endokrine celler og muskler.

Selvom væv og celler har deres eget miljø, findes de alligevel i miljøet i kroppen. For at bevare stabilt strukturen kræves der:

1. Cellekommunikation
2. Forskellige former (cadheriner og andre adhesion molekyler) for binding mellem cellerne
3. Hukommelse

Celler bliver hele tiden fornyet f.eks. knogleceller bliver fornyet ca. hver 10 år. De gamle celler bliver spist af osteoklaster, hvor de nye celler kommer af osteoblaste. De røde blodceller bliver produceret i knoglemarven hver 120 dage. Hudceller bliver fornyet hver 2. måned. Hæmopoietisk stamceller laver forskellige former for celler, de røde og hvide blodlegemer og blodplader. Stamceller kan enten forblive stamceller eller differentiere sig til specialiserede celler. I epidermis findes der også stamceller i basalt lag, og stamceller i tarmene.

Knoglemarvstransplantationer anvendes ved behandling af leukæmi eller andre immundefekte sygdomme. Forskningen viser nu at man kan bruge embryonisk stamceller til at behandle muskulær dystrofi, Parkinsons disease og sukkersyge.

Cellevekst, celledeling, celledød og celledifferentiering er omhyggelige regulerende processer i kroppen. Hvis reguleringen af disse processer forstyrres og kommer ud af balance, kan der udvikles hvad man under et betegner som kræft eller cancer. Det vil sige, at en celle som på en eller anden måde er undsluppet reguleringen, kan begynde at vokse og dele sig ukontrolleret. Denne celledatters efterkommere vil også ofte have arvet egenskaberne for ukontrolleret cellevekst, og vil vokse og dele sig uden at reagere på de normale signaler, der regulerer cellevekst og -delingen. Dette fører i sidste ende til en klon af celler der tilsammen danner en svulst, en såkaldt tumor. Nogle tumorer er godartede, beligne, og har ikke alvorlige følger for organismen, mens mange andre tumorer er ondartede, maligne, og består af celler der kan sprede sig, metastasere, i kroppen og forårsage den sygdom, vi kender som kræft. Årsagen til den ukontrollerede cellevekst skyldes mutationer i gener, der koder for proteiner, som påvirker et eller andet trin i de processer, der regulerer cellecyklus. En vigtig forskel på cancer og andre genetiske sygdomme er imidlertid, at cancer hovedsageligt skyldes mutationer i somatiske celler, mens de fleste andre genetiske sygdomme skyldes mutationer i kønsceller, og dermed er disse sygdomme arvelige. Kræft skyldes heller ikke en enkelt mutation, men snarere er et resultat af en ophobning af mutationer i forskellige gener.

*Proto-onkogen*: et gen, som koder for et protein, der fremmer cellevekst eller deling. Proto-onkogenet kan mutere til et onkogen, der kan være med til at forårsage kræft. Mutationen kan give et ændret protein, eller den kan ændre udtrykket af genet, så der dannes for meget eller for lidt af proteinet. Som regel er det kun nødvendigt at den ene allel ændres.

*Tumor-suppressorgen*: et gen, som koder for et protein, der hæmmer celledeling og som hvis det inaktiveres, er medvirkende til kræft. I næsten alle tilfælde er det nødvendigt, at begge alleler muterer. P53 findes i 50% af alle kræfttilfælde. Det koder for et protein, der fungerer som et checkpoint kontrolmekanisme, som er med til at tilbageholde celler med ødelagt DNA i G1 eller i G2 fasen i cellecyklus, indtil det ødelagte DNA er blevet repareret af cellens eget DNA-reparations system. Det vil sige, at det forhindrer cellen i at gå ind i mitosefasen og dele sig og forhindrer en spredning af mutationer i organismen, der kan udvikles til kræft.