

Indholdsfortegnelse

| | |
|--|----|
| Bindevæv | 2 |
| Blod | 11 |
| Blodkar | 17 |
| Bruskvæv | 23 |
| Cellekerne | 27 |
| Cellekontakter | 30 |
| Cytoplasmatiske inklusioner | 33 |
| Dækeepithel | 35 |
| Endocytose og Lysosomer | 40 |
| Filamenter | 42 |
| Glat Endoplasmatisk Reticulum | 44 |
| Glat muskulatur | 45 |
| Hemopoietisk væv | 48 |
| Hjertemuskelatur | 53 |
| Kirtelepithel | 55 |
| Knoglevæv | 58 |
| Kromatin | 68 |
| Mikrotubuli | 70 |
| Mitochondrier | 72 |
| Mitose | 73 |
| Neuronet | 75 |
| Peroxisomer | 81 |
| Proteinsyntese og sekretion | 82 |
| Skeletmuskulatur | 84 |

Bindevæv

Bindevævetts celler

Fibroblast

Oprindelse

Opstår ved differentiering (i fosteret)

Mesenchymale celler

-> fibroblaster

Struktur

LM

Store, afladede / tenformede celler

Slanke udløbere

Cytoplasma

Eosinofilt (ofte svagt farvet)

Kerne

Noget affladet

1-2 nucleoli

sparsomt, fint granuleret chromatin

EM

Fibrocyt (ikke-aktive)

RER - sparsomt

Golgi - lille

Fibroblast (aktivt secernerende/syntetiserende)

RER - mange cisterner

Golgi - veludviklet

Myofibroblaster

kommer myofibriller

I stand til at kontrahere sig (sårkontraktion)

Funktion

Produktion af extracellulærsubstans

Bindevævsdannelse (foster)

Regeneration

Sårheling

Sår-kontraktion (myofibroblast)

Mastcelle

Oprindelse

Hæmopoiesen via forstadier (knoglemarv)

-> mastcellen (nært beslægtet med basofil granulocyt)

Struktur

LM

Store celler (ofte ovale)

Kerne

Relativt lille

Afrundet

Kraftigt basofil

Skjules ofte af stort antal cytoplasmatiske granula

Cytoplasma

- Granula
 - Talrige
 - Metakromatiske
 - Heparin (stærkt sulfateret GAG)
- EM
 - Golgi - veludviklet
 - Granula
 - Membranafgrænsede
 - Heterogent indre
 - Indhold (se Basofil Granulocyt)
- Funktion
 - Produktion af heparin og histamin
 - Se ANTISTOFFER for funktion af Histamin
- Fedtcelle (adipocyt)**
- Oprindelse
 - Opstår ved differentiering (i fosteret)
 - Mesenchymale celler (multipotent)
 - > Adipoblast (unipotent) (1/fedttype)
 - > Præadipocyt (kun for hvid) (-> multilokulær)
 - > immature adipocyt
 - > adipocyt
- Struktur
 - Gult/Hvidt (unilokulært)
 - LM
 - Varierer meget i størrelse (kan->over 100µm)
 - Polyhedrale (hvis ligger op ad hinanden)
 - Kerne
 - Ligger perifert
 - Affladet, oval
 - > "signet-ring" celler
 - Cytoplasma
 - 1 stor central fedtdråbe
 - Tynd bræmme cytoplasma omkring
 - EM (omkring kernen)
 - Få mitochondrier
 - Lidt rER
 - Lille Golgi-kompleks
 - SER omkring central lipidråbe
 - Fedtcelle omgivet af ekstern lamina (basallam.)
 - Brunt (multilokulært)
 - LM
 - Polygonale
 - Temmelig store (mindre end i hvidt fedt)
 - Kerne
 - Afrundet
 - Ret grove kromatinkorn
 - Cytoplasma
 - Langt mere rigeligt end i hvidt fedt
 - Mange små lipidråber

- EM
 - Mitochondrier
 - Talrige (giver brunligt udseende)
 - Store og runde
 - Tætstillede cristae
 - Omgiver lipiddråber
- Funktion
 - Lipid metabolisme
 - Polstring
 - Isolering
 - Brunt (Varmeproduktion)
- Plasmacelle**
 - Oprindelse
 - Differentieres fra B-lymfocyt
 - SE UNDER DET LYMFATISKE SYSTEM
 - Struktur
 - LM
 - Oval
 - 10-20 μ m i diameter
 - Kerne
 - Let oval
 - Excentrisk placeret
 - Grove, kraftigt farvede kromatinklumper
 - Urskive*-lignende kromatinmønstre
 - Cytoplasma
 - Rigeligt
 - Kraftigt basofilt
 - Svagt farvet område nær kerne(negativt golgi)
 - EM
 - RER - veludviklet
 - Golgi - stort
 - Talrige ribosomer
 - Egenskaber
 - Bevæger sig langsomt
 - Ikke fagocyterende
 - Funktion
 - Produktion og sekretion af immunoglobulin
 - Se evt. Under LYMFESYSTEM/ANTISTOFFER
- Makrofag (en af de "professionelle" fagocytører)**
 - Oprindelse
 - Differentieres fra monocyt
 - SE UNDER BLOD
 - Struktur
 - Fikse makrofager (ubevægelige)
 - Tenformede/stjerneformede celler
 - Strækker sig langs kollagene fibre
 - Så talrige som fibroblaster
 - Flertallet af makrofager = fikse
 - Ligner fibroblaster
 - Kerne

Mindre (end fibroblast)
Mere kondenseret kromatin
Frie makrofager (aktivt bevægelige)
LM
Afrundede
15-20µm i diameter
EM
Større antal vakuoler og granula
Talrige lysosomer og residuallegemer
Grundet fagocytose

Funktion

Fagocytose
Bl.a. Fremmedlegeme-kæmpeceller
Relation til Makrofagsystemet
(tidligere benævnt Reticulo-Endotheliale-System –RES)

Pigmentcelle (Melanocytter)

Oprindelse
Opstår ved differentiering (i fosteret)
Mesenchymale celler
-> pigmentceller

Struktur

Stellate celler
Lange udløbere
Talrige granula
Mørkt brune/sorte (Melanin)

Funktion

Skærmer hud mod lys (absorberer)(=melanophorer)
Produktion af melanin (=melanocytter; ellers optager de det)

Leukocytter (forekommende)

Neutrofile granulocytter
Eosinofile granulocytter
Basofile granulocytter
Lymfocytter
Monocytter

Udifferentierede Mesenchymale Celle (pluripotent stamcelle)

-> Fibroblaster
-> Adipocytter
->
->

Bindevævs Extracellulærsustans

Formede komponenter

Kollagene fibre (1-10µm)
Farvning
HE - eosinofile
Mallory's - kraftigt blå
VGH - røde
Fibriller

Mikrofibriller (50nm)

Tværstribning

68nm gentagende

Hul – 40nm

Overlap – 28nm

Opbygget af Tropokollagen

300nm lange

1,5nm tykke

3 α -kæder i tripelspiral

30% Glycin

30% prolin / hydroxyprolin

forekommer også hydroxylysin

Tropokollagen Typer

Tværstribede mikrofibriller (danner)

Type I

Dermis

Blodkar

Sener

Knogler

Type II

Brusk

Type III

Udbredt forekomst (ofte med I)

Type V

Type XI

Filamentøse netværk (danner)

Type IV

KUN i basallamina (lamina densa)

Type VI

Sparsomt forekommende

Omkring nerver / blodkar

Funktion

Give bindevævet styrke

Stift elastisk

Oprindelse

Fibroblaster, chondroblaster, osteoblaster,

Glatte muskelceller

(reticulum celler)

Reticulære fibre

Spinkle, danner ikke bundter af fibre

Net-dannende

Farvning

HE - ingen

Sølvfarvning - sort

PAS-positive

Mikrofibriller

Få

Især Type III

Dog også Type I

Forekomst

- Omgiver fedtceller / glat muskulatur
- Under endothel i kapillærer
- Retiklet i lymfoidt væv & knoglemarv
- Omgiver parenchymceller i kirtler
- Indgår i basalmembran (lamina reticularis)
- Oprindelse
 - Reticulum-celler
- Elastiske fibre
 - Meget tynde
 - Farvning
 - Stærkt lysbrydende
 - HE - svagt eosinofilt
 - Orcein - rødbrune
 - Mikrofibriller
 - Ca. 10nm i diameter (gennemsnitligt)
 - Forekommer i bundter
 - Indeholder
 - Store mængder cystin
 - Polære aminosyrer
 - Fibrillin (glykoprotein)
 - Elastin
 - Amorf komponent
 - Ikke nedbrydeligt (dog af elastase – pancreas)
 - Tværbindinger
 - Desmosin / isodesmosin
 - Funktion
 - Elastisk
 - Deformeres -> genoptager oprindelig form
 - 150% stræk
 - Forekomst
 - Arteriers vægge (diastoliske tryk)
 - Lungerne
 - Oprindelse
 - Fibroblaster, chondroblaster (elastisk brusk)
 - Glatte muskelceller

Amorfe komponenter

- Glykosaminglykaner (GAGs)
 - Polymerer af repeterende disakkarid-enheder
 - Ikke-sulfaterede
 - Hyaluronan (tidl. Hyaluronsyre)
 - 2,5µm langt
 - Forekomst
 - Rigeligste GAG i løst bindevæv
 - Synovial-væske
 - Corpus vitreum
 - Sulfaterede (esterificerede med sulfat)
 - Farvning
 - Farves metakromatisk (poly-anioner)
 - HE - blå

PAS-NEGATIVE

Chondroitin-sulfat

Forekommer særligt i brusk

Dermatan-sulfat

Keratan-sulfat

Heparan-sulfat

Proteoglykaner (kulhydrat op til 95%)

Sulfaterede GAGs bindes til protein-rygrad

Proteoglykan-aggregater

Proteoglykan binder til Hyaluronan som rygrad

Vha ekstra bindingsprotein

Kan være meget lange (MW 200mill.)

Danner domæner

3D-struktur

Diameter på 0,5µm

Negative ladninger binder kationer

Vand "opsuges".....

Glykoproteiner (kulhydrat op til 60%...ofte kun få %)

Adhæsive glykoproteiner

Fibronectin

Laminin

Entactin

Tenascin

Funktion

Forankring, sammenkobling etc

Vand

Virker som diffusionmedium

Salte

Binde vævstyper

Gelatinøst bindevæv (mukøst bindevæv)

Karakteristisk sammensætning

Rigelig intercellulærs substans

Celler minder meget om mesenchymceller

Metakromatisk farvbar

Farves som mucin (PAS-positiv)

Funktion

Støttevæv

Forekomst

Udbredt i fosteret

især under huden

navlestrengen

Whartonske gele

Voksne

Kun i form af tandpulpa

Mesenchymalt bindevæv (embryonalt)

Karakteristisk sammensætning

Funktion

Forekomst

fosteret

Løst bindevæv

Karakteristisk sammensætning

Cellerigt

Rigt på kar / nerver

Fibre er løst vævede

Funktion

Støttevæv

Blødt og eftergiveligt

Forekomst

Vidt udbredt

Særligt rigeligt i lamina propria (hulorganer)

Meget cellerigt

Retikulært bindevæv

Karakteristisk sammensætning

Reticulum-celler

Net af retikulære fibre

Funktion

Støttevæv (stroma)

Forekomst

Knoglemarv

Lymfoidt væv

Gult fedtvæv (hvidt)

Karakteristisk sammensætning

Udgøres af unilokulære adipocytter

Funktion

Se Adipocyt

Forekomst

Stort set alt legemsfedt

Brunt fedtvæv

Karakteristisk sammensætning

Udgøres af multilokulære adipocytter

Funktion

Se Adipocyt

Forekomst

Fostre / nyfødte

Mellem skulderbladene

Axiller

Nakkeregionen

Langs store blodkar

-> omdannes med alder til hvidt fedtvæv

Fast (tæt) regelmæssigt bindevæv

Kollagent

Karakteristisk sammensætning

Kollagene fiberbundter

Velordnet, parallelt arrangement

Celler findes imellem fiberbundter

Langstrakte, kondenserede kerner

Funktion

Overførsel af kraft (muskel->knogle->knogle)

Modstå stærke trækkræfter

Forekomst

Sener

Ligamenter

Fascier / aponeuroser

Elastisk

Karakteristisk sammensætning

Tætliggende bundter af fibre

10-15µm tykke

parallelt forløbende elastiske fibre

holdes sammen af løst bindevæv

Funktion

Elastisk væv

Deformation ->reformation

Forekomst

Ligamenter

Lig. Nuchae

Ligg. Flava

Små ligamenter i larynx

Væggen i hulorganer

Store elastiske arterier

Fascia abdominalis superficialis

Fast (tæt) uregelmæssigt bindevæv

Kollagent

Karakteristisk sammensætning

Kollagene fiberbundter

Vævet sammen i 3D-netværk

Grovere end i løst bindevæv

Funktion

Støttevæv m . mekanisk styrke (mod deformation)

Forekomst

Dermis (læderhud)

Kapsler omkring organer

Elastisk

Pigmentvæv

Karakteristisk sammensætning

Indhold af melanocytter

Funktion

Som Pigment-celle

Forekomst

Bl.a. Epidermis

Blod

Ca. 5 liter samlet mængde

Hæmatokrit-værdi

Procentdel af erythrocytter i blodet (43)

Centrifugering

Blodudstrygningspræparater

May-Grünwald-Giemsas farvning

Standard farvning ved disse præparater

Eosin

Methylenblåt

Inddeling

Erythrocytter

Ca. 5.000.000/ μ L blod

Reticulocyttter

Leukocyttter

Ca. 7000/ μ L blod

Neutrofile granulocyttter

60 %

Eosinofile granulocyttter

3%

Basofile granulocyttter

0,5%

Lymfocyttter

30%

Monocyttter

5%

Thrombocyttter

Ca. 300.000/ μ L blod

Beskrivelse

Erythrocyttter

Oprindelse

Knoglemarven via erythropoiese

Runde, bikonkave skiver

7,5 μ m i diameter

flexible/elastiske (tåler stærk deformation)

Orangegule i frisk tilstand

MGG -> eosinofile (hæmoglobin)

Lysere i tynde central del

Ingen kerne

Ultrastruktur

fingranuleret i EM

33% af vægt udgøres af hæmoglobin

ingen organeller

cytoskelet opretholder bikonkav form
kan deformeres reversibelt

spectrin

danner filamentøst netværk

Nedbundet v.h.a. **Band 3** til membran

transmembran anion-transporter ($\text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{Cl}^-$)

via mellemed **ankyrin**

Nedbundet v.h.a. **glycophorin**

Integralt glykoprotein

Via **Band 4,1**

og kort **aktin**-filament

tropomyosin på

Tropomodulin cap på - ende

Cirkulationstid i blodbanen er på ca. 120 dage

ændrer langsomt form -> sfærisk (mere skrøbelige)

-> nedbrydes af makrofager (ofte i milten)

-> jern i hæmoglobin genbruges

Funktion

Transporterer ilt og kuldioxid

-> Hæmoglobin

Globin

4 polypeptidkæder

Jern-holdig Hæm-del

Evt. Met-hæmoglobin kan reduceres til

-> Ferro-hæmoglobin som er i stand til at transportere ilt

via methæmoglobinreduktase

energi-krævende proces (glycolyse – ingen mitocho.)

Klinik

Seglcelle anæmi

Arvelig sygdom

Seglformede erythrocytter

Stive og skrøbelige

-> øget hæmolyse

-> tilstopning af blodkar

Hereditær sfærocytose

Spectrin-filamenter IKKE bundet til ankyrin

Mister bikonkav form -> konvekse

-> skrøbelige

-> hæmolytisk anæmi

Reticulocytter

Ca. 1% af cirkulerende erythrocytter indeholder stort antal ribosomer

Farves supravitalt med brilliantkresylviolet

-> blå net (sammenklumpning af ribosomerne)

efter 1-2 døgn i blodet

-> elimineres basofile indhold

Leukocytter

Neutrofile granulocytter

12- 15 μm i diameter

lapdelt kerne 3-5 stykker

tynde kromatin-streng imellem
grove, kraftigt farvede kromatin klumper
immature: stavkernede (ingen lapdeling) (metamyelocyt)
hypersegmenterede: ≥ 6 lapper
Venstreforskydning

Ved større procentdel metamyelocytter end normalt
Højreforskydning

Ved større procentdel hypersegmenterede end normalt
fine granula i cytoplasma

Motilitet

Aktivt bevægelige

Ultrastruktur

primære granula (røde)(azurofile)

0,5 μ m i diameter

mindre antal

elektrontæt, ensartet indre

(kan opfattes som modificeret lysosom)

Indhold:

myeloperoxidase

lysosomale enzymer

lysosym

sekundære granula (støvlignende)

hovedparten af granula

Indhold:

basisk fosfatase

laktoferrin

kollagenase

lysozym (bakteriedræbende enzym)

Cirkulationstid i blodbanen: ca. 10 timer

Ikke i stand til at regenerere deres granula

Funktion:

Fagocyttere og dræbe mikroorganismer

”professionel fagocytter”

-> bekæmpelse af infektioner

bindevæv, især ved inflammation

ca. 50% cirkulerende pulje i blodet

ca. 50% marginale pulje adhærer til endothel

Klinik

Puds udgøres bl.a. af døde neutrofile leukocytter

Perniciøs anæmi

Hypersegmentation ses

Eosinofile granulocytter

12-15 μ m i diameter

2 store lapper som kerne (forbundet af tynd kromatinstreng)

evt. Lille indskudt kromatinklump

grove kromatinkorn (farves kraftigt)

ingen nucleolus

store, kraftigt eosinofile granula i cytoplasma

Motilitet

Bevæger sig

Ultrastrukturelt

Granula

0,5-1 μ m i diameter
tæt, homogent indre

Indhold

elektrontæt krystal
myeloperoxidase
lysosomale enzymer

Cirkulationstid

Funktion

Betydning i bekæmpelsen af parasitter (fx trikiner)
Ved secernering af granula

Moderat fagocytotiske

Forekomst

Moderate mængder i bindevæv
Stort antal i lamina propria i mavetarmkanalen og luftvejene

Klinik

Allergiske lidelser
Antal forøges i blod & væv

Basofile granulocytter

12-15 μ m i diameter

2- eller 3-lappet kerne (kan være S-formet)

kromatin mindre grovkornet, lysere farvet end andre granulocytter
ingen nucleoli

tætpakkede grove granula

stærkt metakromatiske
skjuler ofte kernen

Motilitet

Aktivt bevægelige

Ultrastruktur

Granula

Ca. 0,5 μ m i diameter

Elektrontætte

Indhold

I nogle tilfælde krystaller
Heparin (grunden til metakromasi)
Sulfateret glykosaminoglykan
Histamin
Lysosomale enzymer
Perioxidase

Funktion

Menes at være forstadium til mastcellen (ellernært beslægtet)

Lymfocytter

Ca. 7 μ m i diameter

Få % 10-15 μ m i diameter – NK cells (natural killer)

Kerne afrundet (evt. Lille indkærvning)

Grovkornet kromatin

Fyllder næsten hele cellen

Omgivet af bremme af klart, basofilt cytoplasma

Enkelte azurofile granula

Motilitet

Bevæger sig aktivt

Ultrastrukturelt

Få lysosomer

Sparsomme organeller

Funktion

Afgørende betydning for legemets immunforsvar

T-lymfocytter

B-lymfocytter

Forekomst

Lymfoidt væv

Fordøjelseskanalens slimhinder

Luftvejens slimhinder

Monocytter

Ca. 12-18 μ m i diameter

Nyre- eller hestesko-formet kerne

Kromatin karakteristisk finkornet

Ingen synlig nucleolus

Rigeligt let basofilt cytoplasma

Spredte azurofile granula

Motilitet

Bevæger sig

Ultrastruktur

Moderat antal granula

0,4 μ m i diameter

ensartet elektrontæt indre

Indhold

Sure hydrolaser

Cirkulationstid i blodet på ca. 1 døgn

Funktion

Forstadie til makrofager

1 døgn ->

gennem karvæggen

-> differentieres til makrofager

Forekomst

Blodet

Thrombocytter (ikke egentlig celle)

Oprindelse

Knoglemarven via megakaryocyt

Skiveformede legemer

Ca. 3 μ m i diameter

Granulomeret

Central zone

Indeholder granula

Hyalomeret

Lysere, omgivende zone

Indeholder ingen kernebestanddele

Ultrastruktur

Alpha granula

PDGF (Platelet Derived Growth Factor)

Von Willebrand-faktor

Fibrinogen

Glykogen

Ferritin

Delta granula (tætte granula)

Serotonin

ADP

Plasmalemma har tyk glycocalyx

Danner tubulære invaginationer (forøger overfladen)

Ringformet bundt af mikrotubuli (opretholder skiveform)

Aktin (15-20% af thrombocyt-protein)}

Myosin}

{ Hovedpart monomer form

Funktion

Spiller central rolle for standsning af blødning

Pladethrombus

Karbeskadigelse -> tilstopning af hullet ved thrombocytter

Kontakt med kollagen i karvæg

->aktivering

-> Svulmer op, bliver klæbrige

-> danner fibrinogen-aggregater

-> secernerer ADP (aktivator)

→ Pladethrombus

Til sidst vokser endothelet hen over

Koagel

Større defekt i karvæggen

Aktivering af thrombocytter

-> aktivering af aktin og myosin

-> sammentrækning

->kugleform

->frigivelse af flere substanser

prothrombin -> thrombin

fibrinogen -> fibrin

dette polymeriserer i lange fibrintråde

disse klæber sammen

->lukker defekten

->koagelretraktion

Cirkulation i blod – ca. 10 døgn

Forekomst

Blod

Klinik

Koronarthrombose

Ved artherosclerotiske koronararterier

Blodkar

Kredsløbet

Hjerte

Elastiske arterier

Diameter: > **10mm**

Muskulære arterier

Diameter: **10mm -> 0,1mm** (synlige kar)

Arterioler

Diameter: < **100µm**

Terminalarterioler (metarterioler, gennemfartskanal, prækapillære sphinctere)

Diameter: -> **ca. 10µm**

Kapillærer (evt. Sinusoider)

Diameter: **ca. 10µm** (gennemsnitligt)

Venoler (postkapillære venoler, samlevenoler, muskulære venoler)

Diameter: **10µm -> 100µm**

Små / Mellemstore vener

Diameter: **0,1mm -> 10mm**

Store vener

Diameter: > **10mm**

-> Hjerte

Migration af celler mellem blod og væv

Kan finde sted i kapillærer og postkapillære venoler

Enkelte kar

Elastiske arterier

Tunica intima (**tyk i forhold til i andre kar**)

Endothel

Affladede

Kun kerne ses (LM)

Forbundne ved Zonulae occludentes (EM)

m. nært tilknyttne nexus

Cytoplasma

Vesikler

Basallamina

Subendothelialt lag

Løst bindevæv

Enkelte glatte muskelceller

Spredte fibroblaster

Lamina elastica interna

Inderste elastiske membran i tunica media

Tunica media (**Tyk**)

Celler

Glatte muskelceller (KUN)

Fibre

Fenestrerede elastiske membraner (mange...50 i aorta)

- Elastiske fibre
- Cirkulært omkring lumen
- Kollagene fibre
- Amorf grundsubstans
- Basofil
- Overvejende sure proteoglykaner
- Lamina elastica externa
- Yderste fenestrerede elastiske membran i tunica media
- Tunica adventitia (**relativt tynd**)
- Bindevæv (tæt, uregelmæssigt)
- Celler
 - Fibroblaster (affladede)
 - Makrofager
 - Mastceller
- Fibre
 - Kollagene (især)
 - Elastiske
- Vasa Vasorum
 - Små blodkar / lymfekar
 - Kan gå ind i yderste del af media
 - nervetråde

Muskulære arterier

- Tunica intima (**tynd**)
 - Endothel
 - Forbundne ved Zonulae occludentes (et nexus)
 - Ligger direkte på lam. Elastica interna (adskilt af basallamina)
 - Basallamina
 - Subendothelialt bindevæv
 - Forekommer ikke
 - Lamina Elastica Interna
 - Veludviklet (ses I HE – eosinofil / lysbrydende)
 - Ses bølget (grundet postmortal sammentrækning)
- Tunica media (**relativt tyndere end før, dog rimelig tyk**)
 - Celler
 - Glatte muskelceller (3/4 af massen I media)
 - Koncentrisk ordnede I lag
 - Store muskulære arterier
 - > 10 lag
 - Små muskulære arterier
 - Ca. 4-10 lag
 - Fibre
 - Elastiske membraner stadig tydelige
 - Elastiske fibre
 - Kollagene fibre
 - Amorf grundsubstans
 - Glykoprotein-matrix (PAS-Positiv)
 - Lamina Elastica Externa
 - Mindre veldefineret end interna
 - Ofte opsplittet i flere lag

- Mangler ofte i små arterier
- Tunica adventitia (**Tyk**)
 - Bindevæv (ret løst)
 - Celler
 - Som før
 - Fibre
 - Som før

Arterioler

- Tunica intima (**tynd**)
 - Endothel
 - Mindre afladede end før (nucleus buler lidt ind i lumen)
 - Udposninger -> muskelceller i tunica media
 - Basallamina
 - Lamina Elastica Interna
 - Nogenlunde veldefineret -> manglende (efter størrelse)
 - Fenestreret (processer fra endothel/muskelceller)
- Tunica media (**tynd**)
 - Celler
 - Glatte muskelceller
 - 1-3 koncentriske lag
 - Fibre
 - Som før
 - Amorf grundsubstans
 - Som før (begrænset mængde)
 - Lamina Elastica Externa
 - Findes ikke
- Tunica adventitia (**tynd**)
 - Bindevæv, løst
 - Tilhørende celler

Venoler

- Endothel
 - Tyndt lag (Zonulae occludentes.....MINDST tætte i karsystemet)
- Basallamina
- Ingen elastiske membraner
- Lag af Pericytter (ofte)
 - Omgiver endothel/basallamina
- Venoler fra 50-100µm
 - 1-2 lag afladede muskelceller
- Tunica adventitia (**meget tynd**)
 - Celler
 - Fibroblaster
 - Fibre
 - Kollagene

Små- / Mellemstore vener

- Tunica intima (**tynd**)
 - Endothelceller
 - Basallamina

- Mellemstore yderligere
 - Tyndt Subendotelialt bindevævs lag
- Tunica media (**langt tyndere end I arterier**)
 - 3-4 lag cirkulært arrangerede glatte muskelceller
- Tunica adventitia (**tyk, udgør hovedparten I mellemstore**)
 - Løst bindevæv

Store vener

- Tunica intima (**forholdsvis tyk**)
 - Som mellemstore
 - Subendotelialt bindevævs lag kan være tykt
- Tunica media (**tynd / kan mangle**)
 - Få lag cirkulært arrangerede glatte muskelceller
- Tunica adventitia (**meget tyk**)
 - Bindevæv
 - Længdeforløbende glatte muskelceller (muskulær adventitia)
 - Talrige
 - Vasa vasorum
 - Lymfekar
 - Umyelinerede nervefibre

Veneklapper

- Struktur
 - Lommeformede folder
 - Rager ind i lumen
 - =Intimafolder
 - indeholder kerne af bindevæv
 - beklædt med endothel
 - Tilhæftningsted
 - Venevæg er her tyndere end normalt
 - Cirkulær glat muskulatur -> longitudinel
- Forekomst
 - Vener med diameter > 2mm
 - Først i fremmet i vener -> blod -> tyngdekraft
- Funktion
 - Forhindrer tilbageløb af blod i vener

Kapillærer

- Udstrækning
 - Udgør 85% af samlede overfladeareal af alt endothel
- Kontinuerlige kapillærer
 - Endothelcellestruktur
 - Udgøres af 1 celle i de mindste (2-3 i større)
 - Fortykkede sv.t. kernen
 - Ellers 0,2µm (fuldt åbne kapillær)
 - Cytoplasma
 - Sædvanlige organeller (små mængder)
 - Vesikler (kan være caveolae)
 - Stort antal

70nm i diameter

Funktion – muligvis transcytose

Junctions

Zonulae occludentes

Meget variabel udstrækning (hjerne – mange; muskel – få)

Intercellulært rum

Hvor zonulae occludentes ikke forekommer

10-20nm

Basallamina

Svarer til andre epitheler's

Pericytter

Indlejrede i basallamina (opsplitning af denne)

Forekomst

Hud

Muskel

Hjerne

Fenestrerede kapillærer

Endothelcellestruktur

Udgøres af 1 celle i de mindste (2-3 i større)

Fenestrationer

Affladede endothelområder

0,1µm (eller mindre)

Fenestrae

70nm i diameter

Lukket af diaphragma

Tyndere end trilaminær membran

Bortset fra lille central fortykkelse

Cytoplasma

Ret få vesikler

Junctions

Zonulae occludentes (som i kontinuerlige kap.)

Basallamina

Kontinuerlig

Pericytter

Indlejrede i basallamina (opsplitning af denne)

Forekomst

Tarm

Nyre

Endokrine kirtler

Sinusoider

Store uregelmæssige kapillærer

30-40µm i diameter

Vægstruktur

Endothelceller

Kan være diskonuitet i væggen

Få zonulae occludentes

Kan forekommer nexus'er

Basallamina

Dækker ufuldstændigt /mangler helt
SE UNDER KNOGLEMARV, LEVER, MILT

Forekomst

Lever

Knoglemarv

Milt

Medulla adrenalis

Bruskvæv

Generel opbygning

Bruskceller

Ligger i lakuner i matrix

Chondroblaster

Chondrocytter

Chondrogene celler

Isogene grupper

Grupper af celler opstået ved mitotiske delinger

Optået fra enkelt chondrocyt

Adskilt af tynd skillevej af matrix

Bruskmatrix (=Extracellulære komponent)

Fibre

Grundsubstans

Territorial-matrix

Kraftigt basofilt område omkring isogene grupper

Perichondrium (bruskhinden)

Fibrøse lag

Tæt lag af kollagent bindevæv

Chondrogene lag (dybe lag)

Karakterisation

Embryologisk oprindelse

Udvikles fra mesenchym

Mesodermalt

DOG Ektodermalt i hovedet

Celler udvandrer fra crista neuralis

Vækst

5. føtaluge

->dannes chondrifikationscentre

mesenchymceller

->mere afrundede

->danner cellehobe

→ chondroblaster

->begynder at secernere

grundsubstans (metakromatisk)

tropokollagen(polym. Extracell.)

mængden af matrix forøges

-> vævet bliver mere fast, elastisk

-> celler indlejres i lacunae

Chondroblaster differentierer (efterhånden)

->chondrocytter (modne bruskceller)

Perichondriet

Udviklet som lag omkring brusk bruskanlægget

Fra mesenchymceller

-> afladede celler & fibre

Videre vækst sker via 2 former

Interstitiel vækst

Mitotisk deling af allerede diff. Chondroblaster

-> isogene grupper

Appositionel vækst

Flere mesenchymceller omkring bruskanlæg

-> uddifferentieres til chondrocytter

Efter dannelse af perichondrium

-> Sker via dennes chondrogene lag

Vedligeholdelse

Interstitiel vækst

finder kun sted i relativ ung brusk

Appositionel vækst

Vækst sker

Hele vækstperioden (hurtigst i fosterlivet)

-> brusk lige under perichondrium = nydifferentierede

→ Begrænset til aktive vækstperiode

-> Efter dette udfyldes beskadigelser med nydannet bindevæv
(fra perichondriet) (ingen regeneration)

Ernæring

Avaskulært

Diffusion igennem grundsubstans

Mekaniske egenskaber som støttevæv (Hyalin)

Fast (kan afstive)

Elastisk

Vokser relativt hurtigt

Store mængder i fosterliv (->knogler)

Bruskceller

Chondroblaster (immature chondrocytter)

LM

Nær perichondriet

Ovale lakuner, afladet parallelt med overfladen

Cytoplasma er basofilt

EM

Veludviklet rER

Chondrocytter

LM

Ligger dybere

Mere afrundede lakuner

Cytoplasma basofilt -> acidofilt

EM

rER tilbagedannes

glykogengranula (ofte betydelige mængder)

små lipiddråber

Bruskmatrix

Fibre

Kollagen (40% af tørvægt)

Elastiske (i elastisk b)

Amorf substans

Proteoglykaner

GAGs

Chondroitinsulfat

Heparansulfat

-> metakromasi & basofili

-> proteoglykan aggragater
med Hyaluronan

Vand (75%)

-> i form af fast gel

Chondronectin (celle adhæsionsmolekylerr)

Adhæsivt glykoprotein

Binder chondrocytter til Type II kollagen

Inddeling

Hyalin brusk

Fibertype

Kollagen:

Type II (overvejende)

-> Spinkle fibriller

->tæt netværk, (især omkring lakuner)

Små mængder (Type-IX, -X, -XI)

Krydsbinder til Type-II

->stabiliserer brusken

Udseende

Glasagtigt, blåligt (frisk tilstand - makroskopisk)

Mængde

Meget i fosterliv -> knogle

Forekomst

Embryonal brusk

Ribbensbruske

Dele af næseskelettet

Larynx

Trachea (bruskringene)

Bronchier

Ledflader

Elastisk brusk

Fibertype

Kollagen

Som hyalin (større mængder end elastiske)

Elastiske fibre

Danner tæt netværk af spinkle fibre

Kan farves med Orcein

Særlig tæt omkring lakuner

Mængde

Sparsom....

Udseende

Gullig

Mekaniske egenskaber

Større bøjelighed & elasticitet end hyalin

Forekomst

Cartilago Epiglottica

- Cartilago corniculata
- Cartilago cuneiformis
- Ydre øre
- Væggene af ydre øregang
- Eustachiske rør
- Fibrøs brusk (Fibrocartilago)
 - ”Overgangsform mellem brusk / bindevæv”
 - Fibertype
 - Kollagen
 - Type-I
 - Som i bindevæv
 - Mængde mellem fibre, matrix, celler varierer meget
- Anordning
 - Celler Ligger ofte i rækker
 - Fibre i bølgede bundter
 - Fortsætter gradvist over i omgivende væv
- Perichondrium
 - Mangler i fibrøs brusk
- Forekomst (mængde)
 - Relation til visse led
 - Disci intervertebrales
 - Ledlæber
 - Ledskiver
 - Menisker
 - Senetilhæftninger på brusk

Calcifikation af bruskmatrix

- Degenerativ forandring
 - Grundet dårlige ernæringsmuligheder
 - Proteoglykan-produktion går ned
 - > sænket vandindhold
- Chondrocytters ernæring forsvinder
 - > degeneration & død
 - > forkalkes
 - > erstattes ofte af knoglevæv (se endochondral ossifik.)
- Fx
 - Forkalkede bruskringe i Trachea

Klinik

- Velegnet til transplantation (lille tilbøjelighed til at blive afstødt)

Cellekerne

Struktur (LM)

Farvning

Basofilt

Indhold af kromatin

Størrelse / Størrelsesvariationer

5-10 μ m i diameter

variende med cellens størrelse

stor celle -> stor kerne

Form / Formvariationer

Meget variende

Sfæriske i kubiske/afrundede celler

Aflang i celles længderetning i tenformede/cylindriske celler

Lappede kerner (fx granulære leukocytter)

Antal kerner

1 i de fleste celler

Multinukleære

Tværstribet skeletmuskulatur (syncytium)

Osteoklaster

Leverceller (2)

Kernemembran (Nucleolemma)

Omgivet af mørktfarvet linie (+heropaflygende kromatin)

Enkelt tynd membran

Kromatin

Talrige, uregelmæssige stærkt basofile klumper

SE UNDER KROMATIN

Barr-legeme

Kønskromatin

Lille, afrundet basofil klump

Ligger op af kernemembranens inderside (fleste celler)

Nucleoli

Kraftigt lysbrydende

Afrundet, ovalt legeme

Kraftigt basofilt

Indhold af Ribonukleinprotein

Feulgen-negativt

Nucleolus-Associerede-Kromatin

Feulgen positivt

Basofil ring omgivende nucleolus

Størrelse varierer meget

Op til 1 μ m

Kan forekomme 1-4 nucleoli (fleste celler)

Kan dog mangle helt

Lokalisation i cellen

Variierende

Fx op ad nucleolemmas indside

Stor beliggende centralt (jvf. Motorneuron)

Ultrastruktur (EM)

Ydre Kernemembran

Hyppigt beklædt med ribosomer

Sammenhængende med ER

Perinukleær cisterne (rum)

15nm bred spalte

Sammenhængende med ER-lumen

Indre kernemembran

Nukleære lamina

Beklædt med tæt netværk af lamin-filamenter

Afstiver kernen

Sammenhængende med

Kromatin

Nukleære pore-komplekser

Kan phosphoryleres på flere serin-sidekæder

-> opsplittning (prometafase)

Kerneporer

Udgør ca. 15% af nucleolemmas areal

8-kantet struktur

8 proteingranula i hhv. ydre & indre membran

fibriller stikker frem fra begge (8 hver)

Forbundet med 8 søjle-formede subunits

Hver med en annulær-subunit

-> centrale del af poren

Stor luminal subunit i hver

Forankrer komplekset til nucleolemma

120nm i diameter

Central-kanal

Ca. 10nm i diameter

Simpel diffusion

Uhindret op til ca. 4kDa

Gradvist langsommere op til 60kDa

Aktiv transport

Ved større molekyler

Selektiv proces

Nuklear Lokalisations Signal (NLS)

Opsplittes under prometafase (mitose)

Kromatin

SE UNDER KROMATIN

Nucleoli

Matrix

Strukturelt netværk af proteinfilamenter

Følgende 3 komponenter indlejret heri

Granulære komponent

Udgør størstedelen

Elektrontætte granula af ribonukleoprotein

15nm i diameter

Fibrillære Centre

Afrundede områder med lav elektrontæthed

- Transkription af rRNA gener (45S – 28.18.5,8)
- Tæt Fibrillær komponent
 - Omgiver fibrillære centre som elektrontæt lag
 - Fibrøst materiale
- Nucleolus-Associeret-Kromatin
 - Omgiver nucleolus som en skal
 - Udløbere trænger dybt ind i nucleolus
 - Fibrillære centre (rRNA gener)

Funktioner

- SE BIOKEMI
- Genetisk Information
- Syntese af mRNA, tRNA og rRNA

Nukleære forandringer ved celledød

- Pyknosis
 - Kernen skrumper til tæt, kraftigt basofil klump
- Karyorhexis ("sønderrivning")
 - Kernen brydes op i flere stykker
- Karyolyse
 - Opløsning af kromatinet
- efterhånden opløsning af cellen
 - fjernelse af fagocytter (som regel)

Cellekontakter

Tight Junction (Zonula Occludens)

Opbygning

Ydre lag fra 2 naboceller smelter tilsyneladende sammen

Bælteformet område

Luminal-basal bredde på 0,2µm

Består af kamme

Streng af globulære proteiner

Occludin (formentlig)

Plaques

ZO-1

ZO-2

Funktion

Barriere (også for membranproteiner -> danner membrandomæner)

Aflukker intercellulærrummet imod lumen (nær epithels lumenale)

Forskellige grader af tæthed (nyrers tubuli – ringe; urothel-stor)

Forekomst

Epithel (Junctional complex)

Zonula Adhaerens

Opbygning

20nm gap mellem membraner

Bælteformet struktur

Plaques

Cytoplasmatiske fortætninger sv.t. zonen

Vinculin (består af...)

Filamenter

Går hen til plaques

=Aktin-filamenter

sammenhængende med terminalnet

net af filamenter især apikalt i cellen

overvejende myosin, spectrin

Transmembrane proteinmolekyler

Cadhaerin

Ca²⁺ afhængig

Mødes med cadhaerin fra modstående membran

Funktion

Adhæsion

Sammenbinding af celler

Sammenbinding til cytoskelet

Forekomst

Epithel (junctional complex; lige basalt for ZO)

Hjertemuskelatur (fasciae adhaerentes)

Fokale Adhæsioner

Opbygning

Variant af zonula adhaerens

Plaques

Vinculin

Talin

Filamenter

Aktin

Transmembrane proteinmolekyler

Fibronectin-receptor

-> binder Fibronectin

Adhæsivt glykoprotein

Forbinder celle til extracellulære komponenter

Kollagen

Funktion

Forankringskontakt til extracellulær matrix

Forekomst

Aktivt bevægelige celler (via pseudopoder, aktin, etc.)

Makrofager, etc.

Desmosom (macula adhaerens)

Opbygning

Cirkulær med diameter på få hundrede nm (ikke bælteformet)

Adskilt af ca. 20nm extracellulær spalte

Plaques

Plakoglobin

Desmoplakin

Filamenter

Intermediære filamenter

Keratin (epithelceller)

Danner loops til plaque

Desmin (hjertemuskelatur)

Transmembrane glykoproteiner

Cadhaeriner

Desmoglein }

Desmocollin }

Bindes til tilsvarende cadhaerin på modstående

Funktion

Sammenbinding

Stor trækstyrke

Forekomst

Epitheler

Nederst i junctional complex

Ses også spredt rundt på celleoverfladen

Særligt hyppige i celler udsat for stærk mekanisk påvirkning

Fx flerlagede pladeepithel i epidermis

Enlaget cylinderepithel i tarmkanalen

Hjertemuskelatur

Hemidesmosom

Opbygning

Som Desmosom

Transmembran glykoprotein

Integrin (IKKE cadhaerin)

Sammenbinder celle til extracellulære matrix
Laminin i basallamina

Funktion

Forankring til extracellulær matrix (basallamina)

Forekomst

Epithel (basalt)

Gap Junction (nexus)

Opbygning

Fladeudbredt intercellulær kontakt

2 nm imellem tilstødende membraner

Connexon (mange i hver nexus)

Cylindrisk struktur

6 Connexin'er

Mødes med modstående connexon

Danner kanal

Op til omkring 1 kDa kan passere

Mere eller mindre åben

Afhænger af (fx)

Membranpotential

Ca²⁺ koncentration

Funktion

Elektrotonisk konduktion

Meget hurtig kommunikation mellem celler

Forekomst

Laterale flader af epithelceller

Hjertemuskelatur / Glat muskulatur

Cytoplasmatiske Inklusioner

Definition

Undværlige cellebestanddele; Syntetiseret af cellen selv eller optaget fra omgivelserne

Inddeling

Oplagrede næringsstoffer

Pigmenter

Oplagrede Næringsstoffer

Glykogenpartikler

Struktur

LM (farvbarhed)

IKKE farvbare med HE

Viser sig som "huller"

PAS-positive

Rød

EM

Kan kontrasteres med blycitrat

-> tætte, uregelmæssigt afgrænsede partikler

15-30nm i diameter

Kan danne rosette-lignende ansamlinger

Forekomst

Specielt i lever- og muskelceller

Funktion

Energilager til celler med højt energiforbrug

Lipid-inklusioner

Struktur

LM (farvbarhed)

Normale hist. Snit ekstraheres fedtet

-> Ses som store tomme, runde huller

Sudan-farvning (fx sort)

Osmium-farvning (Osmiumtetraoxid)

sort

EM

Osmium-fixeret

Runde dråber

Homogent, mørkt indre

Forekomst

Specielt i adipocytter

Funktion

Energilager

Pigmenter

Definition

Substanser, der er farvede i naturlig tilstand

Exogene (tilført organisme)

Carotiner

- Fedtopløselige
- Inhalerede eller absorberede pigmenter
 - Fx kulstøv
- Endogene (opstået i organismen fra ikke-pigmenterede stoffer)
 - Hæmoglobin (og heraf derivede pigmenter)
 - Hæmosiderin
 - Bilirubin
 - Melanin
 - Lipofuscin (lysosomale residuallegemer)

Overfladebeklædende epitel (dækepitel)

Epitel

Definition

Væv bestående af tætliggende celler uden adskillende intercellulære substanser
Beklæder legemets indre/ydre overflader.

Inddeling

Overfladeepitel (=dæk)

Kirtelepitel

Embryologisk oprindelse

Udviklet fra alle 3 kimblade

Kirtelepitel

Nedvækster fra overfladeepitel i underliggende bindevæv

Vedligeholdelse

Udsat for slid/trauma

Fysiologisk regeneration

Mitotisk deling af udifferentierede epitelceller

Ernæring

Avaskulært (ernæres ved diffusion)

Forankret til bindevæv - basalmembranen

Under dette rigt vaskulariseret bindevæv

Danner ofte papiller (udposninger)

Cellulær kobling ved cellekontakter (junctions)

Zonulae occludentes (tight j.)

Zonulae adhaerentes (adherent j.)

Desmosomer

Nexus (gap j.)

Forankringskontakter

Hemidesmosomer

Fokale adhæsioner

Funktioner

Beskytter mod mekanisk beskadigelse (ydre flader)

Forhindrer indtrængen af mikroorganismer

Forhindrer fordampning

Betydning ved sansning (indeholder frie nerveender)

Indre overflader

Absorbtion

Sekretion

Overfladeepitel

Enlaget

Plade

Flade, pladeformede eller

Kernen

Affladet, oval

Ligger midt i cellen

Fremkalder evt. en udbuling

Celler kan forekomme tenformede

Forekomst (fx)

- Endothel (kar)
- Mesothel (store indre legemshulrum)
- Kubisk
 - Nogenlunde kvadratiske (vinkelret snit)
 - Kernen
 - Sfærisk
 - Centralt placeret
 - Forekomst (fx)
 - Små udførselsgange i små kirtler
 - Follikler i Glandula Thyroidea (kirtelepitel)
- Cylinder
 - Søjleformede (nær kubisk -> meget høj)
 - Kernen
 - Oval
 - Placeret i ca. Samme højdeniveau
 - Oftest basalt
 - Til tider cilier / børstesøm (mikrovilli)
 - Forekomst (fx)
 - Indre overflade af fordøjelseskanalen (cardia ->anus)
 - Typiske sekretoriske epitel i kirtler (kirtelepitel)
- Flerradet (pseudolagdelt)
 - Alle celler hviler på basalmembran
 - IKKE alle når frie overflade
 - Til tider cilier
 - Kernen
 - Ligger i bredeste del af cellen
 - I flere niveau'er
 - Forekomst (fx)
 - Store udførselsgange i mange kirtler
 - Luftvejene (her med cilier)
- Flerlaget
 - Plade
 - Variende antal lag (ofte mange)
 - Kun yderste lag plade (skæl-lignende)
 - Inderst (kubiske -> cylindriske celler)
 - Forhornet forekommer (fx)
 - Udgør epidermis (overhuden)
 - Uforhornet forekommer (fx)
 - Beklæder mundhulen
 - Oesophagus
 - Vagina
 - Kubisk
 - Forekommer sjældent
 - Bl.a. 2-laget i svedkirtlernes udførselsgange
 - Cylinder
 - Ligner flerlaget pladeepitel
 - MEN yderste celler er cylindriske
 - Forekommer sjældent (fx)
 - Udførselsgange i visse større kirtler
 - Overgangsepitel

Stor evne til at tilpasse overfladens areal

Tætte Zonulae Occludentes

Kontraheret

Mange celledag

Mest basale = kubiske el. Cylindriske

-> flere lag polyhedrale celler

-> superficielt et lag store celler (konveks fri overflade)

Udstrakt

1-2 lag kubiske celler

-> superficielt store, lavt kubiske / pladeformede celler
(=Paraply-celler)

Forekomst

Udelukkende fraførende urinveje

= Urothel

Barrierefunktioner

Forhorning (epidermis)

Yderste celler mister kerner

Cytoplasma erstattes af keratin (hornstof)

Celler bliver tørre og skæl-lignende

Mucøse sekretioner

Slimhinder smøres med slim fra

Bægerceller (unicellulær exokrin kirtel)

Forekommer indskudt mellem epitelceller

Dybereliggende kirtler (andre exokrine kirtler)

Mucøst (ofte blandet med serøst)

Via udførselsgange på slimhinderne

Cellekontakter

Se under cellemembran

Basalmembran (lysmikroskopisk)

Extracellulært understøttende lag

Nogle gange så tyk, at synlig i HE

Kan farves med PAS el. Ag (ses som tynd linie)

Basal lamina (EM)

Lamina lucida

Ring elektrontæthed

Lamina densa (ca. 50nm)

Tyk fortætning

Netværk af fine filamenter

Type IV kollagen

Laminin

Entactin

Perlecan

Lamina reticularis

Bred, variable zone

Kollagen Type I & III

Beskyttelse mod lyspåvirkning:

Pigment (melanin)

Transportfunktioner

Overfladetransport

Cilier (fimrehår) (kinocilier)

Bevægelige udløbere

I stand til at bevæge væske/slimlag over epitelflade

Kan være flere 100 på hver celle

10µm langt

0,2µm i diameter

Axonema (kompleks af mikrotubuli i cilies indre)

9 + 2 struktur

A-tubulus (13 protofilamenter) }

& B-tubulus (10) }

tektin herimellem – ”limer”

2nm i diameter; 48nm langt

mange efter hinanden

2 dyneinarme på hver A (ydre + indre)

ciliært dynein (går mod minus)

Nexin-forbindelses-stykker (hver 86nm)

Radiale eger ind til centrum (hæfter i skede)

2 centrale mikrotubuli

Forbundet periodisk af broer (som en stige)

Indre skede omkring disse (fibrøs struktur)

Basallegeme

Ved basis af hvert cilium

Samme struktur som centriole (9*3)

A (13), B(10) , C(10) - skovbladsstruktur

Hul cylinder

Funktion

Effektivt slag (aktivt nedslag)

hurtigt

Stift

Dynein bøjer cilierne

Tilbageføringslag (elastisk tilbageslag)

Bøjeligt (nexin)

Metakron rytme

Flageller

Meget lange cilier

Bevæger sig quasi-sinusoidalt

Fx. spermatosom

Transcellulær transport

Microvilli (EM) (Børstesøm = LM)

Cylindriske cytoplasmatiske udløbere

Kan forekomme over 1000 på 1 celle

1µm langt

0,1µm i diameter

ubevægelige

veludviklet glycocalyx (kan PAS-farves)

indeholder centralt bundt 20-30 aktin-filamenter

forbundet til plasmalemma (v. elektrontæt materiale)

disse fortsætter ved basis i terminalnettet

Funktion

Forøge areal af frie lumenale overflade (absorption)

Helt op til ca. 20 gange overfladeforøgelse

Indeholder i tarmepitel en række tarmenzymer

Forekomst (fx)

Absorptive epitel i tyndtarmen (jejunum)

Stereocilier (ekstra lange mikrovilli)

Flere μm lange, hårlignende

Ubevægelige

Mangler centralt filament-kompleks (aktin)

Bøjelige, snor sig om hinande mod spidsen

Forekomst

Ductus deferens (sædlederen)

Ductus epididymidis (bitestiklens gang)

Pinocytosevesikler

Endocytose og Lysosomer

Endocytose

Fagocytose ("æde")

Optagelse af større partikler i større vesikler

Fx bakterier etc

Først og fremmest professionelle fagocytter

Makrofager

Neutrofile granulocytter

Møde med partikel

-> udsender pseudopodier omkring partiklen

-> opstår membranafgrænset vesikel

= Fagosom

-> smelter sammen med primære lysosomer

Pinocytose ("drikke")

Optagelse af væske i mindre vesikler

med evt. Opløste molekyler

Næsten alle eukaryote celler udfører til stadighed pinocytose

Non-selektiv

Optagelse af betydelig mængde væske/membranmateriale

Udlignes af exocytose

-> smelter sammen med primære lysosomer

Endocytosevakuole (heterofagosom; endosom)

"Membranafgrænset vesikel indeholdende optaget væske/partikel"

Primært lysosom (lysosom)

Struktur

"Vesikler indeholdene lysosomale enzymer (ikke aktive)"

Sure hydrolaser

Gennemsnitligt 0,5µm i diameter (MEGET varierende)

Udseendet varierer stærkt

Omgivende membran eneste fællestræk

Dannelse

Afsnørede fra Golgi-apparatet

Har endnu ikke været involveret i fordøjelsesprocesser

Jvf. M6P-systemet

Sekundært lysosom

Struktur

Lysosomale enzymer

Materiale under nedbrydning

H⁺-ATPase

Sænker pH

-> frigiver og aktiverer sure hydrolaser

-> dephosphorylerer M6P

-> kan ikke føres tilbage til M6P-receptor

Dannelse

Sammensmeltning af Endosom og primært lysosom

Residuallegeme

Fordøjelse kan føre til

- >dannelse af ufordøjelige rester
- = residuallegemer
- fx lipofuscinpigment

Exocytose af residuallegemer kan forekomme

Autofagi (autofagosom)

Normal nedbrydning af cellens egne bestanddele

Autofagosom

Markering af beskadiget/gammelt bestanddel

- > indlejres i vesikel af 1 el. Flere luf af SER
- = Autofagocytosevakuole

Sammensmeltning af primært lysosom med autofagocytosevakuole

= Autofagosom

Filamenter

Inddeling

- Aktin-filamenter (tynde)
- Intermediære-filamenter (intermediære)
- Myosin-filamenter (tykke)

Aktin/Myosin-filamenter

Cellemotilitet

- Udsending af pseudopoder
 - Affladede lamellipodia (fx fibroblaster)
 - Alange og tynde filopodia
 - Polymerisering af aktin ud i pseudopodiet med plus-enden frem
 - Samtidig afbalancering af depolym. af minus-ende
 - > Tilhæftninger til overflade dannes af fokale adhæsioner
- SE CELLEKONTAKTER

Motile celler (fx)

- Embryonale celler
- Leukocytter
- Makrofager
- Fibroblaster
- Cancerceller

Ectoplasma

- Med til at danne terminalnettet
- Stabiliserer cellen – udgør del af cytoskelettet
- Se Cellekontakter (Fasciae adhaerentes, fokale adhæsioner)

Kløvningsfure

SE MITOSE

Microvilli

SE DÆKEPITHEL

Arrangement i tværstribet skeletmuskulatur

SE SKELETMUSKULATUR

Arrangement i glat muskulatur

SE GLAT MUSKULATUR

Intermediære filamenter

Opbygning

- 10nm strukturer
- 2 polypeptid-kæder danner coiled coil
 - > dimer (hoved hver sin vej)
 - 2*dimer går sammen
 - > tetramer (let forskydning i længderetning til hinand.)
- polymeriserer ende mod ende
 - > protofilament
 - 8 protofilamenter
 - > intermediært filament

Keratin-filamenter

Udelukkende i epithelceller

Vimentin-filamenter

- Fibroblaster
 - Celler af mesenchymal oprindelse
- Desmin-filamenter
 - Alle 3 typer muskelceller
- Neuro-filamenter
 - neuronet
- Gliale-filamenter
 - Astrocytter
- Lamin'er
 - Nukleære lamina
 - SE CELLEKERNEN
- Betydning
 - Tilføre mekanisk styrke

Glat Endoplasmatisk Reticulum (Agranulært)

Struktur

LM

Acidofilt (fx eosin)

Afviger IKKE fra farven af omgivende cytoplasma

EM

Tæt netværk af anastomoserende tubuli (sjældent cisterner)

Relation til RER

Ofte sammenhængende med dette

Funktion

Lipid- og lipoprotein syntese

Glucose/Glycogen omsætning

”Afgiftningsprocesser”

-> Leverceller

Lipidsyntese

-> Steroidhormon-producerende celler

Lipid-resorption

-> tarmepithel

Regulering af Ca^{2+} koncentration

-> Muskelceller

Glat Muskulatur

LM Opbygning

Lange, tenformede celler

Forekommer oftest i lag (kan dog være enkeltvis)

Variende størrelse (10*500µm uterus-> 2*15µm i små arterioler)

1 Kerne

centralt placeret

lang i fiberens længderetning

tilspidsede/afrundede ender

ofte ses indkærvninger/proptrækker form (artefakt)

kromatin er perifert (overvejende)

flere nucleoli

Cellerne i bundter er meget tæt pakkede

Sarcoplasma (=cytoplasma)

HE: eosint

VGH: gult sarcoplasma

Røde kollagene fibre

Sædvanlige organeller (nær polerne af kernen)

Glykogen (i nogle tilfælde)

Fibre holdes sammen af bindevæv

Retikulære fibre (del af basalmembran)

Kan sølvimpregneres

Lag af glykosaminoglykan på overfladen af fibre (PAS-positiv)

Overfører kontraktionskraft -> omgivende bindevævslag

EM Opbygning

Ved kernepolerne

Kegleformet filamentfrit sarcoplasmaområde

Enkelt mitochondrier

Lille Golgi-kompleks

Lidt rER

Sarcoplasmatisk Reticulum (sER)

Ses som tubulære elementer imellem filamenterne

Caveolae (pinocytose-vesikel-lignende)

Tilhæftningsplaques (ved plasmalemma) ("dense bodies")

Elektrontætte områder

Som fokale adhæsioner

Talin & vinculin

Aktin-filamenter

Cytoplasmatiske fortætninger

Forekommer med regelmæssige rum i hele sarcoplasma

Alfa-aktinin (aktin-bindende protein)

modstykke til Z-skive

Cellekontakt

Nexus'er

Forekommer ofte med naboceller

Ellers spalte på 50-80nm

- Bl.a. elastiske fibre
- Øvrige matrixkomponenter
- Sarcoplasma
 - Aktin filamenter
 - 7nm i diameter
 - stabile type (F-aktin)
 - Myosin filamenter
 - 14nm i diameter
 - omgivet af ring af aktin filamenter
 - forhold 1:15
 - Enheder (bundter af aktin & myosin)
 - Cytoplasmatisk fortætning -> næste
 - Bindes til α -aktinin
 - Aktin-fil. bindes ved +-enden
 - Enhed svarer til sarcomer
 - Intermediære filamenter
 - 10nm i diameter
 - desmin (dog vimentin i karvægge's glat muskulatur)
 - strækker sig imellem cytoplasmatiske tilhæftninger
 - + mellem tilhæftningsplaques
 - > kraftigt cytoskelet

Innervation af glat muskulatur

- Innervation via autonome nervesystem - Sympatisk/Parasympatisk
- Multiunit type
 - Enkeltfibre
 - Fungerer uafhængigt af hinanden
 - Aktivering -> udbredning af aktionspotentiale
 - > fasiske kontraktion (= kontraktion -> relaxation)
 - Aldrig spontane kontraktioner
 - Forekomst (fx)
 - Øjets iris
 - Ductus deferens
 - Innerveres ofte af 1 nerveende
 - Innervation
 - Hvert axon flere forgreninger imellem muskelcellerne
 - Schwannske skede afbrydes ved kontaktsted
 - Varikositeter
 - Udvidelser ved kontaktpunktet
 - Indeholder transmittersubstans
 - Acetylcholin eller noradrenalin
- Visceral type (enkelt-enhed)
 - Tætte bundter/lag af muskelceller
 - Forbundne ved nexus'er
 - Kan kontrahere sig spontant
 - Bl.a. ved udstrækning til vis grænse
 - Fx hulorganer, der skal tømmes
 - Tonisk kontraktion (tonus)
 - Langsom kontraktionshastighed

- Kan opretholdes lang tid, konstant
- Rigelig innervation
 - Nervøs virkning
 - >ændre på spontan aktivitet
- Forekomst (fx)
 - Tarmkanalen
 - Galdevejene
 - Urinvejene
 - Uterus
 - Østrogen fremkalder størrelsesvækst af muskelfibre
 - Under graviditeten, oxytocin i karvægge
- Karvægge
 - Har receptorer for hormoner
 - Vasokonstriktion
 - Noradrenalin
 - angiotensin
 - Vasodilatation
 - Bradykinin
 - prostaglandiner
- Hormonelt påvirket (>innervation)
- Innervation
 - Axons terminalforgreninger IKKE i kontakt med fibre
 - Grene snor sig imellem fibre/ bindevæv omkring bundter
 - Varikositeter
 - Transmittersubstans
 - Denne må diffundere gennem extracellulærrummet
 - Betydelige distancer

Hemopoietisk Væv

Inddeling

Myeloidt væv (knoglemarv)

Rød

Axiale skelet

Kraniet

Proximale ender af extremiteterne

Tidlig barndom (i alle knogler)

Farve

Skyldes erythrocytter

Gul

Resten

Farve

Skyldes adipocytter

Lymfatisk væv

Rød Knoglemarv

Vaskulært rum

Arterier

a. nutricia

-> aa. centrales longitudinales

radierende grene

->kapillærer

->sinusoider

Sinusoider

Store, tyndvæggede kar

Anastomoserer livligt med hinanden

Lag 1 – Endothel

Enlaget pladeepithel (tyndt)

Celler forbundne ved zonulae occludentes

Migrationspore

Dannes ved særligt afladede steder

Midlertidig ved passage af mature celler

Forsvinder umiddelbart efter

Aldrig over 4nm i diameter

Lag 2 - Basalmembranlignende materiale (**inkonstant**)

Lag 3 – Adventielle reticulumceller

Beklæder ca. 50% af sinusoid-væggen (normalt)

Udløbere kan -> hæmopoietiske rum

Anastomoserende netværk

Suppleret af reticulære fibre (prod. Af cellerne)

Celler menes at være kontraktile

Celler kan omdannes til typiske adipocytter

-> vener

Vener

v. centralis longitudinalis

vv. nutriciae

Hæmopoietisk rum

- Stroma (knoglemarvsstroma)
 - Reticulumceller (hovedpart af adventielle fra før)
 - Reticulære fibre
 - Fedtceller
 - Makrofager
 - Extracellulær matrix
 - Proteoglykaner
 - Adhæsive glykoproteiner
 - Bl.a. fibronectin; laminin
 - stromacellemiljø (->homing af stamceller)
- Hæmopoietiske celler
 - Stamceller
 - Blodceller i alle udviklingsstadier
 - Erythrocytter/thrombocyter
 - Produceres nær lumen
 - Granulocytter
 - Produceres i afstand af sinusoidvæggen
 - >kravler ud, når færdige

Erythropoiesen

- >CFU-GEMM (Myeloid stamcelle) (multi-potent)
 - (hæmopoietisk pluripotent stamcelle)
- >BFU-E (unipotent)
- >CFU-E
- > Proerythroblast
 - 16-20µm
 - Kerne
 - Relativt stor
 - Cytoplasma
 - Moderat basofilt
- > Basofil Erythroblast
 - Lidt mindre end foregående
 - Kerne
 - Mindre
 - kromatin klumpet
 - kraftigt farvet
 - Cytoplasma
 - Stærkt basofilt
- > Polykromatofile erythroblaster
 - Størrelsen af cellen aftager
 - Kerne
 - Størrelsen aftager
 - Cytoplasma
 - Basofili aftager
 - Acidofile områder (pga hæmoglobin)
- > Ortokromatiske erythroblaster (normoblaster)
 - Cytoplasma
 - > stærkt acidofilt (fyldes af hæmoglobin)
 - Kerne
 - Lille, rund

Lokaliseres til slut excentrisk i cellen

-> udstødes, omgivet af tynd bræmme cytoplasma
fagocyteres straks (makrofag)

-> reticulocyt (se BLOD)

→ erythrocyt

Tidsforløb

Modning fra erythroblast -> erythrocyt

5 døgn

Regulation

Erythropoietin (EPO)

Glykoprotein

Producers af interstitielle celler i nyrerne

Som reaktion på hypoxi

-> stimulerer prolifération af CFU-E (IKKE BFU-E)

vis virkning på basofile erythroblaster/proerythroblaster

Ved maximal stimulation

10-dobbelt produktion

Granulopoiesen

-> CFU-GEMM (Myeloid stamcelle) (multi-potent)->

CFU-BAS (unipotent)

-> Basofil myeloblast

CFU-Eo (unipotent)

-> Eosinofil myeloblast

CFU-GM (bipotent)

-> CFU-G (unipotent)

-> Neutrofil myeloblast

Myeloblast

Stor celle

Kerne

Stor, oval

Ret lys

Cytoplasma

Basofilt (ikke granuleret... kan dog forekomme azurofile granula)

-> **Promyelocyt**

stor celle

Cytoplasma

Basofilt

Azurofile granula

-> **Myelocyt**

ca. 15µm I diameter

Kerne

Mindre, ret affladet

Grovkornet kromatin

Cytoplasma

Svagt basofilt

-> **Metamyelocyt**

Kan adskilles i enkelte granulocyt-serier

Kerne

Tiltagende affladet

->nyreformet, krum stav(evt. Stavkernet)

Cytoplasma

Indeholder tilsvarende granula

-> **Granulocyt (specifik)**

SE BLOD

Modningsproces

Varer ca. 10 døgn

Thrombopoiesen

->CFU-GEMM (Myeloid stamcelle) (multi-potent)

-> BFU-Meg (unipotent)

-> CFU-Meg (unipotent)

-> Megakaryoblast

30-100µm

Stor, oval kerne

Basofilt cytoplasma (afhænger af graden af polyploidi)

-> Megakaryocyt

50-100µm

Kerne

Stor, talrige lapper

Polyplod; op til 64n

Cytoplasma – svagt eosinofilt

Talrige små azurofile granula

Pladeproducerende

Talrige udposninger

Strækker sig ud mellem endothel-celler

-> Thrombocyt

= udposninger afsnøres og frigives til blodstrømmen

Modningstid - ca. 10 døgn

Livsløb - ca. 10 døgn

Monocyt – udvikling

->CFU-GEMM (Myeloid stamcelle) (multi-potent)

->CFU-GM (bipotent)

-> CFU-M (unipotent)

-> Monoblast

-> Promonocyt

-> Monocyt

-> Vævsmakrofag

Lymfocyt - udvikling

Lymfoid stamcelle (multipotent)

-> Stamcelle-B-lymfocyt i knoglemarv

-> B-lymfocyt i cirkulation og væv

-> plasmacelle

produktion af immunoglobuliner

humoralt immunforsvar

-> Stamcelle-T-lymfocyt i thymus

-> T-lymfocyt i cirkulation og væv
cellulært immunforsvar

Hjertemusculatur

Lysmikroskopisk Opbygning

- Forgrenede celler
 - Danner 3-d net tilsammen
- 15µm i diameter (sjældent mere)
- Kernen
 - ligger centralt
 - oval
 - ret lys
 - temmelig stor
- Tværstribning svarer til skeletmusculatur
 - Dog ses ikke helt så tydeligt
- Sarcolemma som skeletmusculatur
- Sarcoplasma mere rigeligt end skeletmusculatur
 - Bl.a. kegleformet område ved hver kernepol
 - Rigt på mitochondrier
 - Lille Golgi-apparat (ved den ene kernepol)
 - Aflejringer af lipofuscinpigment (især hos ældre)
 - Indeholder mere glykogen end skeletmusculatur
- Indskudsskiver (kitlister)
 - Cellerne er forbundne ende-mod-ende
 - Tyke, tværgående linier
 - Påviser bedst med specialfarvninger (fx azan)
 - Krydser hele fiberens bredde
 - Består hyppigt af flere longitudinelt forskudte dele (trappelignende)
 - Forekommer ved midten af I-bånd, sv.t. Z-skiverne
 - Dog tykkere

Elektronmikroskopisk Opbygning

- Sarcomer som i skeletmusculatur
- Sarcoplasma
 - Myofibriller ikke så tæt pakkede
 - Rækker af mitochondrier adskiller dem
 - +longitudinelle bundter af sarcoplasmatiske reticulum
- Mitochondrier
 - Mange flere
 - Stort antal cristae
 - Kernepol, imellem SR
 - Imellem dem ses talrige lipiddråber/ glykogengranula
- Atriale Granula
 - Tætte vesikler
 - Forekommer i hjertemuskelceller i atrierne (Ved kernepoler)
 - 0,4µm i diameter
 - indeholder
 - forstadium til Atrialt Natriuretisk Peptid (ANP)
 - secerneret når muskelcellerne strækkes ved øget blodvolumen/ forhøjet blodtryk. Øger udskillelsen af NaCl+vand i nyrene.

Blodtrykssænkende

T-Tubuli

- Større diameter end i skeletmuskulatur
- Lokaliseret ud for Z-linierne
 - (derfor kun 1/ sarcomer i modsætning til skeletmuskulatur)
- forbindes med mellem rum af longitudinelle tubuli (lidt mindre dia.)
- samme funktion som i skeletmuskulatur

Sarcoplasmatisk Reticulum

- Uregelmæssigt tubulært net
- Omgiver myofilamentbundterne
 - Uden at danne sammenhængende kontaktretikler
- Ingen tydelig dannelse af triader (dannes kun små kontakter)
- Corbulære Sarcoplasmatiske Reticulum
 - SR, der ligger lige under sarcolemma
 - Danner kontakter med sarcolemma

Indskudsskiver

- Tilgrænsende cellemembraner
 - Adskilt af ca. 20nm intercellulær spalte
- Transverselle dele
 - Elektrontæt materiale
 - Heri hæfter aktin-filamenter (fra sarcomerer)
 - Intermediære filamenter hæfter også her
 - Karakter af fokale adhæsioner
- Små desmosomer
- Nexus'er (enkelte, små)
 - Ses ud for longitudinelle afsnit af indskudsskiver
 - Herigennem kan aktionspotentialer overføres fra celle-celle
 - Elektrisk kobling mellem hjertemuskelceller

Kirtelepithel

Inddeling

Exokrine kirtler

Dannelse

Nedvækst af overfladebeklædende epithel

-> i underliggende bindevæv

Forbindelsen til overfladen bevares

Funktion

Afgiver sekretionsprodukter via gangsystem

-> indre / ydre overflade

Endokrine kirtler

Dannelse

Nedvækst af overfladebeklædende epithel

-> i underliggende bindevæv

Forbindelsen til overfladen degenererer

Funktion

Afgiver sekretionsproduktet til blodet

Exokrine Kirtler

Unicellulære kirtler (beliggende i overfladeepithel)

1 sekretorisk celle

Bægercellen

Secernerer mucin

Form minder om drikkebæger

Kerne ligger basalt

Apikalt – sekretionsvesikler

Forekomst

Fx tarmens epithel

Secernerende overfladeepithel

Epithellag af ensartede sekretoriske celler

Forekomst

Ventriklens epithel

Multicellulære kirtler

Udførselsgang(e)

Simpel kirtel

Uforgrenet udførselsgang

Sammensat kirtel

Forgrenet udførselsgang

Sekretorisk(e) afsnit

Sekretionsmåden

Merokrin kirtel

Exocytose

Sekretet afgives uden tab af cellesubstans

Fx

Spytkirtler, kirtler

Flertallet af secernerende celler

Apokrin kirtel

En del af det apikale cytoplasma afsnøres

- Sammen med sekretionsproduktet
- Fx
 - Apokrine svedkirtler
 - Mælkekirtler
- Holokrin kirtel
 - Fuldstændig afgivelse af hele celler
 - > undergår totalt henfald
- Fx
 - Hudens talgkirtler (fx meibomske)
- Sekretets Art
 - Mucøs kirtel
 - Secernerer mucin
 - Tyktflydende
 - Smørende / beskyttende virkning
 - Endestykker
 - Celler opfyldt af mucindråber
 - Lyst, vakuoleret udseende
 - Stort lumen
 - Kerne
 - Stærkt affladet
 - Ligger helt basalt
- Serøs kirtel
 - Tyndflydende sekret
 - Indeholder ofte enzymer
 - Endestykker
 - Cytoplasma
 - Basalt – kraftigt basofilt
 - Apex - lyst, eosinofilt
 - Evt Synlige sekretgranula
 - Kerne
 - Afrundet
 - Basale halvdel af cellerne
- Blandet kirtel (overvejende serøs / mucøs)
 - Endestykker
 - Indeholder både mucøse og serøse celler
 - Endestykke består af mucøse
 - Serøse danner halvmåne omkring
 - = Von Ebnerske halvmåner
 - ved enderne af acini
- Struktur
 - Tubulær kirtel
 - Rørformet sekretorisk del (lumen)
 - Alveolær kirtel
 - Sekretorisk del udvidet i for af sæk/alveole
 - Acinær kirtel
 - Sekretorisk del har udenpå form som sæk
- Lumen er rørformet
 - Tubulo-alveolære kirtler
 - Blandede endestykker
 - Tubulo-acinære kirtler

Blandede endestykker
Sekretionsprocessen
SE EXOCYTOSE

Endokrine Kirtler

Knoglevæv

Makroskopisk

- Substantia compacta
 - Kompakt masse, uden hulrum (kun makroskopisk)
- Substantia spongiosa
 - Fine bjælker, svampeagtigt netværk
 - Hulrum udfyldt af knoglemarv
- Periost/Endost (ydre/indre benhinde)
- Lange rørknogler
 - Diafyse
 - Skaft, mellem epifyseskiverne
 - Epifyse
 - Cartilago articularis
 - Metafyse (epifyseskiven)
 - Epifyselini

Knoglevæv generelt

- Opbygning
 - Knogleceller
 - Knoglematrix
- Embryogisk oprindelse
 - Desmal osteogenese (=intramembranøs)
 - Bindevævspræformeret knogle (direkte i mesenchym)
 - Chondral osteogenese (perichondral + endochondral)
 - Bruskpræformeret knogle
- Vækst
 - Forekommer kun appositionel vækst
- Vedligeholdelse & Ernæring
 - Remodellering
 - Ernæres via Haverske kanaler / canaliculi / Volkmannske kanaler
- Vaskularisering
 - a. nutricia
 - > centrale longitudinale arterier
 - v. nutricia
 - epifyse-arterierne
 - metafyse-arterierne
- Mekaniske egenskaber som støttevæv
 - Forener stor hårdhed & styrke med mindst mulig vægt
 - Besidder vis elasticitet

Histologiske opbygning

- Knoglematrix** (intercellulær substans)
 - BSU (Bone Structural Unit)
 - Strukturelle enhed i knoglevæv
 - Cortikale osteon
 - Trabekulært knoglevæv
 - Substantia compacta
 - Haverske systemer (cortikale osteoner)

- Haverske kanaler
 - Ca. 50 μm i diameter
 - 1 el. 2 kapillærer
 - Lymfekar
 - Nervetråde
 - bindevæv
- Lameller
 - Ca. 3 μm tyk
 - Ca. 15 lameller/osteon
 - Arrangeret koncentrisk (set på tværsnit)
 - Opbygget af parallelle kollagene fibre
 - Skifter retning fra lamel til lamel
- Lacunae
 - Mandelformede hulrum
 - Osteocytter
- Canaliculi
 - Afgår vinkelret på lacunae
 - Indeholder udløbere fra osteocytter
 - Anastomoserer med nabolakuners canaliculi
 - Og karholdige kanaler i knoglevævet
- Længdeforløbende system
 - Diameter \cong 150 μm
 - Længde \cong 3000 μm
- Interstitielle lameller
 - Rester af nedbrudte osteoner
- Ydre / Indre grundlameller
 - Relativt tynde lag af lameller
 - Løber parallelt med knogleskiftets ydre/indre overflade
- Cementlinier
 - Dannes af lamelsystemer, grænsende op mod hinanden
 - Indeholder få kollagene fibre
 - Uforkalkede (osteoid)
- Volkmannske kanaler
 - Forbinder haverske kanaler med hinanden
 - Forbinder disse med knoglens ydre / indre overflade
 - Gennemløber knoglevævet transverselt
- Substantia spongiosa (trabekulært knoglevæv)
 - Trabekler
 - Tykkelsen varierer fra 50-400 μm
 - Opbygget af lameller
 - Forskellige former (grene, rør, etc)
 - Tykkeste kan bestå af osteoner (?! små kanaler)
 - Samme arrangement af celler/matrix som osteon
 - Kan indeholde calcificeret brusk (barndommen)
 - Tykket i belastningens retning
 - Tværgående afstivere (vandrette)
- Knoglematrix
 - Organisk matrix
 - Grundsubstans
 - Proteoglykaner (især chondroitinsulfat)

Mindre molekyler

Osteocalcin (BGP, bone Gla protein)

Osteonectin (adhæsivt glycoprotein)

Osteopontin

Kollagene fibre

Overvejende type-I-kollagen

Uorganiske salte

75% af tørvægt = calciumfosfat i krystallinsk form

nær identiske m. hydroxyapatit $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

krystaller i nær relation til kollagene fibre

krystaller i stave

3nm tykke

60nm lange

forekommer også mindre mængde amorf Ca-fosfat

talrige andre ioner (Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , CO_3^{2-} -ioner, citrat)

Periost

Ydre lag

Tæt bindevæv

Færrer, større blodkar

Leverer grene til Volkmannske kanaler

Sharpey'ske fibre

Bundter af kollagene fibre ->

Ydre del af knoglen

Forankrer periost i underliggende knogle

Indre lag

Løst, vaskulariseret bindevæv

I vækstperiode

Forekommer osteoblaster + osteoprogenitor celler

-> har osteogenetisk potens

Efter vækstperiode

Osteoblaster → knoglebeklædende celler

Osteoprogenitor celler stadig aktive ved brud

->osteoblaster

Endost

Meget tyndere end periost

Enkelt lag affladede knoglebeklædende celler

Spongiosa trabekler

Marvhulen

Haverske kanaler

Volkmannske kanaler

Osteoprogenitor celler

-> aktive ved knoglebrud

->osteoblaster

Knogleceller

Osteoprogenitor celler

Udvikling

Pluripotente mesenchymale stamcelle (CFU-F)

-> Osteoprogenitor celler

& -> (fibroblaster)

& -> (chondrocytter)

& -> (fedtceller)

& -> (muskelceller)

& -> (endothel)

Ved knogledannelse

-> deling

-> osteoblaster

Forekomst

Endost

Dybe lag af periost

Fosterets mesenchym nær ossifikationscentre

LM udseende

Lys, oval kerne

Uregelmæssigt afgrænset lyst cytoplasma

Minder om fibroblaster

Osteoblaster

Udvikling

Osteoprogenitor celler

-> osteoblaster

Under knogledannelse

Ca. 10% indlejres i nydannet knoglevæv

->osteocytter

Resten

-> knoglebeklædende celler
efter knogledannelse

Bevares kontakt ml. Osteocytter &
knoglebeklædende celler via udløbere i
canaliculi. (ved nexus'er)

Forekomst

Områder med knogledannelse

Danner ofte epithellignende lag af kubiske celler

Kontakt med hinanden via spinkle udløbere

LM udseende

Kernen i del, vendende væk fra nydannet knogle

Cytoplasma – kraftigt basofilt

EM udseende

Veludviklet rER

Prominent Golgi-apparat

Indhold

Secernerer

Store mængder basisk fosfatase (histokemisk
påviseligt)

Også i matrix-vesikler

Her også små krystaller

Cytokiner (IL-1, IL-6, IL-11)

Vækstfaktorer (IGF-1, PGE₂, TGF-beta)

- Funktion
 - Knogledannende celler
 - Syntetiserer /secernerer organiske knoglematrix (osteoid)
 - Basisk fosfatase (secernering)
 - Betydning for knoglemineralisering
 - Interleukiner (1,6,11)
 - Stimulerer dannelse af osteoklaster
 - Andre vækstfaktorer
 - Indvirkning på knogledannelse / -resorption
- Osteocytter (egentlige knogleceller)
 - Udvikling
 - Osteoblaster (indfanges i nydannet knoglematrix)
 - > osteocytter
 - Forekomst
 - Ligger i lakuner i haverske systemer /mellem lameller
 - Spinkle udløbere i canaliculi
 - Kommunikerer via nexus'er
 - EM udseende
 - Gradvis tilbagedannelse af
 - rER
 - Golgi-apparat
 - Funktion
 - Muligvis vigtige for info. Om knogletilstand
 - > knoglebeklædende celler /osteoklaster kan registrere piezo-elektriske felter opståede potentialforskelle i forb. med mek. deform.
 - Af knoglen
 - >betydning for remodellering
- Knoglebeklædende celler (Overfladeosteocytter)
 - Udvikling
 - Osteoblaster (efter knogledannelse)
 - > overfladeosteocytter
 - Forekomst
 - Beklæder alle udvendige/indvendige knogleoverflader (uden osteoblast/klast aktivitet)
 - epithellignende lag
 - hviler på et ganske tyndt lag osteoid
 - Funktion
 - Ved knogleresorption secernerer kollagenase
 - >nedbryder kollagen/osteoid
 - >plads til osteoklast
 - kan ikke nedbryde osteoid
- Osteoclaster
 - Udvikling
 - CFU-GM (Granulocyt/makrofag stamcellen)
 - > osteoklast-progenitorceller (->kredsløb)
 - > præ-osteoklaster (når knoglevæv)
 - mononukleære
 - >smelter sammen

->osteoklaster(multinuk.)

Forekomst

Ofte i Howshipske lakuner (danner dem selv)
Indsænkninger på knoglens overflade

LM udseende

Variende form / størrelse
Op til 100µm i diameter
Normalt 5-10 kerner (op til 50)
Cytoplasma typisk acidofilt
Let basofilt i unge osteoklaster
Radiær stribning mod resorptions-flade

EM udseende

Bølgekant
Ses på resorptions-flade
Dybe indfoldninger/udposninger af plasmalemma
Herimellem krystaller af knoglemineral
Flere Golgi-komplekser
Mange mitochondrier
Mange vakuoler
= primære lysosomer
sur fosfatase

Funktion

Knogleresorption
Osteoklast kan fagocyttere
Osteocytter
Kollagen
Mineral
Resorption lukkes af cementlinie
Secernerer lysosomale enzymer
Tømmes i subosteoklastisk rum
Aflukket rum
Forsegles af forseglingszonen
Ringformet zone
Celle bundet fast til knogle
Celle-adhæsions molek.
ATPase sænker pH ->4 (H⁺ pumpe)
Aktiverer lysosomale enzymer
Kulsyreanhydrase (H₂O+CO₂ ->H₂CO₃)
Er aktivt bevægelig

Rekruttering

Rekruttering/aktivitet stimuleres af osteoblaster
IL-1, IL-6, IL-11
& hormoner (parathyroidea / thyroidea)

Knoglernes Osteogenese

Ossifikation (= forbening)

Aflejring af osteoidt væv

Se osteoblast - FUNKTION

Calcifikation

ca. 20 dage efter dannelse af osteoid

- >udfældning af amorft calciumfosfat
- Betydning for udfældning
 - basisk fosfatase fremmer udfældning
 - danner fri fosfat
 - osteocalcin
 - kollagene fibre
 - krystaller lejres herpå (40nm ml. Tropokollagen)
 - Matrixvesikler (se osteoblast)
- Primær mineralisering
 - 80% aflejres indenfor 3-4 dage
- Sekundær mineralisering
 - Fuldstændig mineralisering
 - Følgende 3-4 måneder
- Resorption
 - Se under Osteoklast
 - Osteoklaster danner kegleformet borehoved (cutting cone)
 - > udborer cylinder i knoglen (ca. 150 μ m*3000 μ m)
 - Sidste del foretages af mononukleære osteoklaster
 - >Efterfølges af indvækst af nye kar
- Desmal osteogenese
 - Eksempler
 - De flade kranieknogler
 - Clavicula
 - Dele af mandibula
 - Forløb
 - Begynder i membranagtig fortættet flade af mesenchym
 - Opstår ved livlig proliferation / kondensation af mesenchymale celler
 - sker i rigt vaskulariseret bindevæv
 - Visse steder differentieres mesenchymceller direkte
 - > osteoblaster
 - >secernerer organisk knoglematrix
 - =dannelse af ossifikationscentrum
 - tæt, lille eosinofil homogen masse
 - omgivet af osteoblaster
 - =osteoid (ingen mineralsalte)
 - > meget hurtig mineralisering
 - >celler indlejres i knoglevævet (->osteocytter)
 - Øer/trabekler opstår i lige lang afstand fra omg. Blodkar
 - Danner forbindelser til hinanden
 - = **primitiv spongiosa**
 - Hvor senere kompakt knogle
 - >yderligere aflejring / hulrum om blodkar indsnævres
 - = **primitiv compacta**
 - Non-lamellær knogle (=Woven bone)
 - Kaldes begge typer primitivt knoglevæv
 - Kollagene fibre løber tilfældigt mellem hinanden
 - Vaskulariseret, primitivt knoglevæv
 - Omgivet af kond. membran af mesenchym
 - >omdannes senere til periost

Chondral osteogenese

Eksempler

Alle andre knogler

Forløb (Eks. Lang rørknogle)

Model af embryonal hyalin brusk

Omgivet af perichondrium

Primære ossifikationscentrum (diafysale)

Ses ved midten af skaftet

Optræder fra 7-8 fosteruge i store rørknogler

(5-6 uge for clavicula)

-> resten af fosterlivet

-> chondrocytter hypertrofierer

-> lakunerne vokser i størrelse

reducerer bruskmatrix til tynde septa

-> disse undergår calcifikation

matrix -> mere basofilt

-> chondrocytter degenerer og dør

p.g.a. ingen diffusion

Celler i perichondriet får osteogene egenskaber

-> kaldes nu periost

-> osteoprogenitorceller (osteogene)

-> osteoblaster

-> danner tyndt lag knoglevæv omkring

skaftets midterdel

= **Periostale manch**

Indvoksning af vaskulært, primitivt bindevæv

-> igennem machetten via osteoklastaktivitet

= **indvæksttap** (sker typisk kun 1 sted)

-> invaderer hulrum i matrix

-> forgrener sig

-> medbringer mesenchymceller

-> primitiv knoglemarv

-> osteoblaster

Osteoblaster aflejrer knoglevæv

På forkalkede brusktrabekler (stillads)

Forekommer tyndt lag osteoid inden

-> Karak. Udseende

stærk basofil midte (calc. brusk)

omgivet af eosinofilt knoglevæv

Primitiv marvhule

Dannes ved sammensmeltning af brusklakuner

Sekundære ossifikationscentre (epifyseale)

Forekommer i hver ende af rørknoglen

Optræder fra omkring fødselstidspunktet

(kort før fødslen - Beclards benkerne)

-> sidst i clavicula (18-20 år)

Samme forandringer i brusk som før

DOG Bruskvækst sker i alle retninger

Indre kavitet bliver af spongiøs karakter

Tyndt lag compacta

Ingen manchete

Ledbrusk

Længdevækst

Udvidelse af primitiv marvhule

-> retning af kommende epifyser

-> først dannede trabekler resorberes

Epifyse-skiven

Står for længdevækst

Virker til omkring 18-20 år (generelt)

Herefter INGEN længdevækst

Chondrocytter ordnes i longitudinelle søjler

Zone 1

Reservebrusk

Langsom vækst i alle retninger

Zone 2

Proliferation af brusk

Lakuner affladede i længderetn.

Forøgelse af længde

Zone 3

Hypertrofi af brusk

Celler modnes / vokser i størrelse

Bidraget til længdeforøgningen

Kan påvises basisk fosfatase

Zone 4

Bruskforkalkning (snæver zone)

Bruskcellesøjler mod naboerne

Næsten ingen matrix

Aflejres mineralsalte

Zone 5

Bruskfjernelse og knogledeponering

Chondrocytter degenererer og dør

-> kapillærslynger

-> osteoprogenitor celler

-> osteoblaster

Knoglematrix på brusktrabekler

(primære trabekler(sefør))

Epifyse går over i diafyse

=**metafyse**

Epifyseskiven har ca. konstant tykkelse

Bortresorption / brusk prolif. afvægtes

Epifyselinie

Ses ved lukning af epifysen

-> uregelmæssighed i spongiosa struktur

Tykkelsesvækst

Resorption indvendig

Knogledeponering udvendig

Modellering (kun i vækstperiode)

Ved vækst holder knoglen samme form

Resorption indvendig (osteoklast aktivitet)

Deponering udvendig (osteoblast aktivitet)
Processen er **ukoblet** (osteoklast/blast)
Overvægt af knogledannelse
->opnåelse af peak-bone mass i 20-25års alderen
->flytning af knogleflader (=drift)

Remodellering

Begynder tidligt i postnatal tilværelse
= udskiftning af dannet knoglevæv med nyt
foregår sideløbende med modellering
Først remodelleret er Woven-bone, siden lamellær knogle
Activation -> Resorption -> Deponering
Koblet proces (osteoblast /klast)
BRU (Bone-Remodelling-Unit)
Inden 30-40 års alder
Absorberes-deponeres det samme
Efter 30-40 års alder (perioden efter opnåelse af peak-bone mass)
Gradvist irreversibelt tab af knoglemasse resten af livet
→ Osteoporose (især hos kvinder)
bl.a. hormonelt betinget
Efter resorption (se osteoklast)
-> indvækst af nydannede kar
->osteoblaster uddifferentieres
->aflejring af knoglevæv lag på lag (osteon)
begynder ved cementlinie
->osteoblast ->knoglebeklædende celler til sidst
Closing-cone (ses i længdesnit)
Langstrakt kegleform ses
I spongiosa
Samme faser
Osteoklast udborer dog fure (ikke cylinder)

Kromatin

Nukleær DNA

Dobbelt helix
Watson-Crick basepar (A-T ; G-C)
2-β-D deoxyribose / phosphat-rygrad (negativt ladet)
Arvematerialet, koder for proteiner
2nm i diameter

Histoner

Højt indhold af positivt-ladete aminosyrer
Lysin & Arginin
->Bindes til negativt ladet DNA
Nucleosomale histoner (102-135 aminosyrer)
H2A }
H2B } 2 * dimer
H3 }
H4] 1 tetramer (i midten)
Binder DNA op i nukleosomer
146 nukleotid par
= $1 \frac{3}{4}$ gang rundt
Oktamer (2 af hver)
Danner 10nm fiberen (perler på en snor = nukleosomer)
Linker-DNA imellem (ca. 0-80 nukleotidpar)
Nukleosom-repeat på ca. 200 nukleotidpar
DNA binding kræver betydelig kompression af minor groove
A-T lettere at komprimere end G-C
->oktamer binder for at maximere A-T rige sekvenser på
indsiden af DNA-coil
H1 histoner (ca. 220 aminosyrer)
Trækker nukleosomer sammen til 30nm fiberen
Globulær del + 2 arme
Ved Kromosom-fortætning
-> vil 5(6) Serin sidekæder phosphoryleres

Non-Histoner

Alle andre proteiner i kernen
Fx
DNA-polymeraser
RNA-polymeraser
Evt. DNA-bindende proteiner
-> forhindrer dannelse af nukleosomer
Store områder mangler dem!

2 Typer Kromatin

Heterokromatin
Inaktivt, kraftigt kondenseret (30nm fiber)
Eukromatin

Aktivt

Mindst kondenseret (ca. 10%.....10nm fiber)

Inaktivt

Mellem kondenseret

Udseende af kromatins grundstruktur og komponenter

Isolation af Nukleosom "perler"

-> Evt. Dekondensering af 30nm struktur -> 10nm struktur

-> Nedbrydning af linker-DNA

v.h.a. Micrococcus nuclease

146 nukleotidpar beskyttes

166 hvis H1 er tilstede – 30nm fiber

-> Evt. Røntgen diffraktion af nukleosom-perler (-> strukturen vist)

-> Adskillelse af DNA og histoner

ved Høj salt koncentration

-> Adskillelse af oktamer

-> Histoner (Struktur analyse røntgen-diffrak.)

Mikrotubuli

Opbygning

Tubulin

Heterodimer bestående af

α -tubulin

β -tubulin

globulære polypeptider

GTP-bundet i hvert

Dog kun hydrolyserbart i β -tubulin
disse findes i mange forskellige former

Mikrotubuli

Lange hule rør

13 protofilamenter i hver
kæder af tubulin

Polariserede strukturer

Plus ende (hurtigt voksende ende)

Minus ende (langsomt voksende ende)

Mange i hver celle

Centrosom (MTOC – MicroTubule Organizing Center)

Her udgår mikrotubuli fra

Bestanddele

2 Centrioler (150nm I diameter)

Rette vinkler mod hinanden, L-form

Centrosom matrix

Netværk af små fibre

Centrosom-specifikke proteiner

Fx. γ -tubulin

25S kompleks = γ -TuRC = γ -tubulin ring
pericentrin

Polymerisering / Depolymerisering

Nucleation

Start af ny mikrotubuli

Langsom i starten

Elongation

Forlængelse af eksisterende mikrotubuli

Sket hurtigt

Ligevægt mellem polymerisering / depolymerisering

Kæde-reaktion agtigt

Dynamisk ustabilitet

Energi-input kræves for at ændre balancen ml. Polym. /depolym.

GTP-hydrolyseres på β -tubulin (forsinket proces)

-> konformationsændring

-> ustabil

GTP-cap

Tubulin sættes på, hurtigere end GTP kan hydrolyseres

Forstærker væksten

Polymerisation-rate sænkes
-> GTP-cap hydrolyseres væk
-> depolymerisation

Modifikationer

α -tubulin

Acetylering (på specifik lysin)
Detyronisation (specifik tyrosin fjernes)
Begge langsomme reaktioner
-> indikerer stabilitet af mikrotubulus

MAPs (Mikrotubulus Associeret Proteins)

Mange slags

HMWs (High Molecular Weight)

Fra hjernen

Fx MAP-1, MAP-2

Tau proteiner (fra hjernen)

Stabiliserer mikrotubuli

Medierer interaktioner ml. Mikrotubuli og andre celle dele

Antimitotiske stoffer

Colchicin

Fra plante (Meadow Saffron)

Binder TÆT til 1 tubulin molekyle

-> forhindrer polymerisation

kan ikke binde til polymeriseret form

mitotiske spindel (tentrådsapparatet)

->forsvinder p.g.a. subunit udskiftning

Colcemid

Nært beslægtet med colchicin

Vinblastin/Vincristine

Lignende effekt

Stabiliserer ved lav koncentration

Høj koncentration

-> depolymerisering

-> samling af tubulin dimerer

-> vinblastin parakrystaller

Bruges til kræft-behandling

Taxol

Udvundet fra barken fra "Yew" træer

Binder tæt til mikrotubuli og stabiliserer dem

Tilsat får det frit tubulin -> mikrotubuli i celler

Stopper celler i mitose

Udbredt som anti-cancer middel

Mitochondrier

Struktur

- Ydermembran
 - Permeabel for alt mindre end 10kDa
 - Poriner (β -barrel)
 - For phospholipider i membran – SE RAPPORT
- Intermembranøse rum
 - 10-20nm tværmål
- Indermembran
 - Meget impermeabel
 - Højt indhold af Cardiolipin (diphosphatidylglycerol)
 - F₀F₁-komplekset (ATP Synthase)
 - SE BIOKEMI – OXIDATIV PHOSPHORYLERING
- Cristae
 - Talrige folder, som strækker sig ind i matrix
 - Førøger membranens overfladeareal
 - Normalt tværførløbende
 - Stort antal i meget energi-krævende celler
- Matrix
 - Indeholder enzymer/komplekser til stofskifte
 - TCA cyklus
 - Puruvat dehydrogenase (30nm)
 - Enzymer til β -oxidation
 - Cirkulært mtDNA
 - 20-flere 100 DNA molekyler
 - ca. 6 μ m langt
 - Indeholder 37 gener
- Granula

Formvariationer

- Korn
 - Granulær form op til 1 μ m i diamet
- Stave
- Filamenter
 - Op til ca. 10 μ m
- Form af cristae
 - Antal varierer
 - Kan være længdeførløbende
 - fx nerveceller
- Tubulære
 - Fx Steroid-hormon secernerende celler

Forekomst (Lokalisation i cellen)

- Hjertemusculatur
 - Rækker mellem myofibril
- Nerveceller
 - I hele cellen, inklusiv axonet
- Generelt
 - Spredt i cellen

Mitose (M-fase)

Profase

- Chromatin kondenserer til chromosomer
 - Disse består af 2 søster chromatider
 - Bundet sammen af centromer'et på hver
 - Sidder et kinetochor på hver
 - Foldes sammen til tykkere fibre (fra 30nm
 - >300nm ->700nm
- Sker muligvis pg.a. fosforylering af H1 (5-6 steder)
- Centromer
 - Stærkt kondenseret region, der indeholder en speciel sekvens(er), der genkendes af kinetochor
- Kinetochor
 - Bindeled mellem centromer & mikrotubuli
 - Flere mikrotubuli/kinetochor (30-40)
 - Multiprotein kompleks
 - Pladeagtig multilaminær i EM
 - Indeholder bl.a. dynein
- Ved slutning af fasen
 - Interfase cytoskelet spaltes
 - Mitose tenen (tentrådsapparatet) begynder at samle sig
 - Dette sker uden for nucleus
 - Nucleolus forsvinder

Prometafase

- Opbrydning af nucleus membran -> små vesikler (synlige i mitose)
 - Dette sker p.g.a. fosforylering af nucleær lamina
- Mitose-tenene går ind i nucleus-område
 - Opfanger kinetochor'er (chromosomer)
 - Disse køres til enden
 - Kinetochor mikrotubuli
 - Polymeriseres/depolymeriseres konstant
 - Chromosomer holdes i spænding af disse
 - Begynder at line chromosomerne op
 - Opfanger modstående
 - Polære mikrotubuli
 - Polymeriseres/depolymeriseres konstant
 - Dette selvom de er sammenhængende
 - Uden for spindet
 - Astrale mikrotubuli
 - Disse danner stjerneformet netværk (aster)

Metafase

- Chromosomerne linet op på ækvatorial(metafase)-pladen
 - Holdes i ligevægt af bipolar kraft (skub/træk)
 - Dette gøres af mikrotubuli/kinetochorer
- Her pauses mitose indtil alle chromosomer er linet op

Anafase (tager typisk et par minutter)

- Begynder ved adskilning af parrede kinetochorer/chromatider
- Anafase A

Kinetochor-mikrotubuli afkortes
Chromatiderne bevæger sig mod polerne

Anafase B

Adskillelse af polerne selv

Dette sker ved forlængelse af polære mikrotubuli

Og afkortning af astrale mikrotubuli

Cytokinese starter

Telofase (gr. "telos" = slutning)

Chromosomer ankommer ved poler

Kinetochor mikrotubuli forsvinder

Polære mikrotubuli forlænges endnu mere

Kerne-membran gendannes om hver gruppe af chromosomer

Kondenseret kromatin udvider sig

Nucleolus kommer tilbage

Cytokinese (af Alberts betragtet som en adskilt del)

Kløvning

Kløvningsfuren dannes af kontraktile ring

Består af actin & myosin II

Meget stærk sammentrækningskraft

Dannes ved metafase-pladen

Midt-legeme

Indeholder de polære mikrotubuli

Tentrådsapparatet

Centrosomet

Centrosom matrix

Indeholder specielle proteiner (bl.a. γ -tubulin)

2 centrioler

består hver af 9*3 mikrotubuli i ring

A (13)

B & C (10)

gennemgår centrosom-cyclus for at fordobles

Disse 2 centrosomer er udgangspunkt for tentrådsapparatet

Mikrotubuli

Se tidligere.....

Se under Mikrotubuli

Neuronet (nervevæv)

Centralnervesystemet (CNS)

Def.: Alt indenfor meninges
Omfattende hjerne, rygmarv

Periferie nervesystem (PNS)

Def.: alt andet nervevæv
Omfattende ganglier, nerver og nerveender (-endeorganer)

Opdeling af nervevæv

Neuroner (nerveceller)

Støtteceller

CNS

Neuroglia

Astrocytter

Oligodendrocytter

Mikroglia

PNS

Satellitceller (kapselceller) i ganglier

Schwann'ske celler i nerveskeder

Karakterisation af Nervevæv

Regeneration af differentieret nervevæv forekommer stort set aldrig
Man starter med stor mængde neuroner -> falder hele livet

Neuronet

Inddeling

Uni-polære

Bi-polære

Pseudouni-polære

Multi-polære

Soma (nervecellelegeme)

Karyon (kerne)

LM

Oval -> rund

Stor i forhold til cellestørrelse

Som regel centralt placeret

Store nerveceller

Lys kerne

Ensartet fordeling af fine kromatinkorn

Som regel 1 stor nucleolus

Små nerveceller

Kerne mere mørk

Grovere kromatinkorn

EM

Ingen specielle træk

Perikaryon (cytoplasma)

LM

Varierer meget i størrelse

ca. 4 μ m -> ca. 135 μ m

Form oftest polygonal/angulær (tilspidsede hjørner)

Udløbere afgående fra hjørner

Spinalganglier er de mere afrundede (1 udløber)

Nissl-substans (ergastoplasma)

Kraftigt basofile klumper i perikaryon

Skyldes indhold af RNA

Generelt grovere, rigeligere i store neuroner

Findes IKKE i axonhøj / axon

Neurofibriller (ved sølvimpregnering)

Spinkle tråde

Løber gennem cytoplasma her + udløbere

EM

Nissl-substans (legemer)

Består af ru ER

Forekommer frie ribosomer

Glat ER

Betydelig mængde

Oplagrer Calciumioner

Neurofibriller

Består af bundter af filamenter

Ca. 10nm i diameter

Svarer til intermediære filamenter

Del af cytoskelettet (mekanisk støtte)

Neurotubuli (mikrotubuli i nerve)

Arrangeret i parallelle bundter

Afstivende/stabiliserer cellens facon (især axon)

Aktin-filamenter

Golgi-apparat

Kun i perikaryon

Trådet netværk

Ring omkring kernen

Mitochondrier

Betydeligt antal

Små (under 1 μ m)

Hyppigt filamentøst langstrakte

Cristae nogle gange længdeforløbende

Centrosom

1 centriole

Inklusioner

Lipiddråber

Glykogen

Pigmentgranula

Fx melanin i substantia nigra

Jernholdige granula (bl.a. i substantia nigra)

Lipofuscin

Akkumuleres ved ældning

Ikke-omsætteligt prod. af lysos. aktivitet

Udløbere

Dendrit(ter)

Mange (ofte)

Mange forgreninger

Forøger neuronets overflade

Større flade at modtage impulser på

Kortere end axoner (generelt)

Spinae (kan forekomme)

Dendrit-træets udformning er karakteristisk for hver neurontype

Summation af alle input

Axon

KUN 1 axon / neuron

Axonhøj (udspringskonus , axon hillock)

Initialsegment

Hvor Aktionspotential starter (hyperexcitabelt)

Første stykke axon -> evt. Myelinskede starter

Kollateraler (kan)

Afgår vinkelret fra axon

Afgår ved Ranvierske indsnøringer

Særlig i CNS

Præterminale forgreninger

Ender i terminal (endeknop)

Boutons terminaux (en passage langs axonet)

Axoplasma

Sammenhængende med cytoplasma

Indhold

Mitochondrier

Længdeforløbende tubuli af sER

Mikrotubuli (- ende placeret i Soma)

Stort antal neurofilamenter

INGEN NISSL-LEGEMER

Axolemma

Ofte omgivet af myelinskede (20nm imellem)

Altid omgivet af schwannsk-celle / oligodendrocyt

Cytoplasmatisk syntese

Ru Endoplasmatisk Reticulum

Protein-syntese

Producerer bl.a. neuropeptider

->transport til axon via

Golgi-apparat

->axon-transport

Axontransport

Langsomme axontransport

Massestrømning af axoplasma

Anterograd retning

3mm/døgn

fx

tubulin

underenheder af neurofilamenter

opløselige proteiner

Hurtige axontransport

Transport af membranbegrænsede organeller

1-400mm/døgn

Anterograd

Kinesin

Går mod + ende af mikrotubuli

Retrograd

Dynein

Går mod – ende af mikrotubuli

Dendrit

Samme princip

Impulsledning & Transmission

Se BIOFYSIK

Anordning af neuroner med Udløbere

CNS

Grå substans

Nevercelle-legemer

+ dendritter

Korte myeliniserede udløbere (og myelinerede)

Protoplasmatiske astrocytter

Oligodendrocytter

Mikroglia

Hvid substans (stort myelin-indhold)

Myeliniserede udløbere

Oligodendrocytter

Fibrøse astrocytter

Mikroglia

PNS

Ganglier (perikarya)

Definition

Samling af nervecellelegemer uden for CNS

Spinalnervegangler / Hjernenervegangler

Omgivet af bindevævs-kapsel

Sender trabekler ind i gangliet

Danner rigt vaskulariseret stroma

Enkelte gangliacelle

Omgivet af satellitceller

Ekstern lamina adskiller disse fra bindevæv

Pseudounipolære

15-100µm i diameter (variende størrelse)

Kerne

Stor, rund

Centralt placeret

Autonome ganglier

Generelt

Multipolære neuroner

15-60µm i diameter

Kerne

- Stor, rund
- Lys
- Excentrisk placeret
- Sympatiske
- Parasympatiske
 - Intramurale ganglier
 - Lok. I væggene af innerverede organer
 - Ingen egen bindevævskapsel
- Nerver (udløbere)
- Nerveender
 - Sensoriske
 - Frie nerveender
 - Meissner's følelegemer
 - Ellipseformede legemer
 - Tyk, lamellær kapsel
 - Affladede bindevævsceller
 - I midten flere axonterminaler
 - Forekomst
 - Hudens stratum papillare (spec. Ubehåret hud)
 - Funktion
 - Mekano-receptorer (tryk og berøring)
 - Hurtigt-adapterende
 - Vater Pacini's følelegemer
 - Veludviklet bindevævskapsel
 - Talrige lag affladede bindevævsceller
 - Adskilt af
 - kollagene fibre
 - grundsubstans
 - Flere mm lange
 - Ægformede
 - Omgiver centralt hulrum
 - Enkelt tyk myelineret nervefiber
 - Mister myelinisering til sidst
 - Forekomst
 - Hudens subcutane bindevæv (især hånd/fod)
 - Periost, interossøse membraner
 - Led, muskler, mesenteriet (tarmkrøs)
 - Funktion
 - Mekano-receptorer
 - Meget hurtig adapterende (fasisk – on/off)
 - Specifikt – vibrationer
 - Muskeltene
 - Se Tværstribet Skeletmuskulatur
 - Motoriske
 - Motoriske endeplader (skeletmuskulatur)
 - Se Tværstribet Skeletmuskulatur
 - Varicøse axoner (hjerne-, glat- muskulatur, kirtler)
 - Se Glat Muskulatur

Støtteceller

- <->Nervecellelegeme
 - Satellitceller (omgiver dem)
- Perifere Umyelinerede Nervefibre
 - Axoner (udløbere)
 - Schwannske celler
 - Lang, afladet kerne
 - Plasmalemma laver invagination
 - Danner fuldstændig skede omkring axon
 - Undtaget svarende til terminalerne
 - Mesaxon
 - Dobbeltfold
 - Kommunikerer med extra cellulær-rum
 - Kan omskede flere hundrede μm af axon
 - Kan omgive op til 30 individuelle axoner
 - Lednings-hastighed: op til 1 m/s
- Perifere Myelinerede Nervefibre
 - Mesaxon forlænges
 - > danner membranspiral omkring axon
 - > presses sammen i lameller
 - = myelinskede
 - Variende antal lag
 - Intraperiodiske linie
 - ydre membranoverflader mod hinanden(Schwannsk-c's)
 - Major-dense-linie (Større-tætte-linie)
 - Cytoplasmatiske overflader smelter sammen
 - Myelinsegment
 - Kerne placeret ca. midtvejs
 - Ranviersk indsnøring** (nodus)
 - Midtvejs mellem 2 segmenter
 - Udstrækning af schwannsk celle
 - 1 μm i bredde
 - kan blive over 500 μm lange
 - Udvidelse af axon (nodus)
 - Internodal-segment (mellem 2 nodi)
 - Schmidt-Lantermanske incisurer
 - Defekter i myelinet
 - Skråtløbende kløfter
 - Biokemisk opbygning
 - 75% lipid
 - 25% protein

Peroxisomer (Microbodies)

Struktur

Membranbegrænsede, afrundede cytoplasmatiske organeller
0,5µm i diameter (gennemsnitligt)

Forekomst

Næsten alle celletyper
Flest i lever- og nyreceller

Indhold af enzymer

Oxydaser
Katalase (eneste fællestræk for alle peroxisomer)

Funktion

Afgiftning af en række toksiske substanser
Involveret i β -oxidation af fedtsyrer

Proteinsyntese og Sekretion, exocytose (Histologi)

Ribosomer, mRNA og tRNA

SE BIOKEMI

Ru (granulært) Endoplasmatisk Reticulum

Struktur

Kraftigt basofilt

Højt indhold af rRNA (Ribosomer)

= Nissl-substans i nerveceller

Ultrastruktur

System af membranbegrænsede hulrum

Anastomoserer

-> danner forgrenede tubuli / cisterner

Cisterner

Hyppigst parallelt arrangeret

Stort antal ribosomer hæfter på ydersiden

Ca. 25nm hver

Se BIOKEMI

Funktion

Protein-syntese (secernerede prot./lysosomale enzymer/integral prot.)

Foldning af proteiner

N-glykosylering (påsatning en bloc)

Microsomer

Ved sprænging af membranen

->dannelse af vesikler af RER

Golgi Apparatet

Struktur

Kan påvises med fx Osmium & sølv

Kan evt. Ses ved negativt Golgi-billede (fx plasmaceller)

Ultrastruktur

Talrige cisterner

Organiseret som stak / stabel

3-10 cisterner

:::

Cis Golgi netværk

Transportvesikler

Ses før dette netværk

Brefeldin A hæmmer ER -> Golgi

→ opløsning af Golgi

Kommer fra rER og går til rER

Indeholder afsnørede proteiner

Cis del (konveks mod kernen)

Intermediære del

Trans del (konkav mod overfladen)

Trans Golgi netværk

Sekretvesikler

Små

Konstitutiv sekr.
Kondenseringsvakuoler
->modne sekretgranula
Reguleret sekr.
Koncentreret prot.

Cellulær lokalisation

Ofte nær kernen
Sekretoriske celler
Mellem kernen og apex
Celler uden polariseret sekretorisk aktivitet
Kan danne netlignende struktur omkring kernen
Fx nerveceller

Funktion

Sortering af secernerede proteiner / lysosomale enzymer
Afslutning af N-glykosylering
Modifikation af *bloc* fra før
O - glykosylering

Dannel af sekr. /integral/lysosomale proteiner

Betydning af RER og Golgi
SE BIOKEMI for yderligere information

Exocytose

SE GOLGI's rolle ved Protein sekretion

Post-syntese ændringer af nogle proteiner

Nogle proteiner ændres ofte ved proteolyse
Pro-form -> moden form
Fx Insulin

Skeletmuskulatur

Inddeling

- Muskel
 - Fascikler
 - Fibre (=muskelcellen)
- Epimysiet
 - Omgivende bindevævslag (hele musklen)
- Perimysiet
 - Strække sig ind og omgiver fasciklerne
- Endomysiet
 - Går over i en skede af retikulære fibre (hver enkelt muskelfiber)
- Ekstern lamina (omskeder hver muskelfiber) (basallamina)
 - Retikulære fibre
 - Glykosaminglykaner

Muskelfibrenes Lysmikroskopisk Opbygning

- Cylinderformede
- Lange celler- variende længde
 - 1mm - m. Stapedius
 - 30cm+ - m. Sartoriusfiberen er ofte kortere end hele musklen
- 10-100 μ m i Diameter (variende)
 - Forøgelse - hypertrofi
 - Svind - atrofi
- Sarcolemma (plasmalemma i muskler)
- Myofibriller (mange i hver fiber)
 - 1-2 μ m tykke
 - parallelle
 - tværstribede
 - lyse - I bånd
 - mørke - A bånd
 - Cohnheimske felter (ses ved tværskåret muskulatur)
 - Inddeling af myofibriller i fiberen
 - Artefakt
 - Samme segmenter i myofibriller ligger ud for hinanden
 - >fiberens tværstriber
- Kerner
 - Ofte flere 100
 - Ligger helt perifert
 - Affladede og ovale (fiberens længderetning)
 - Spredt på langs igennem fiberen
- Satellit-celler
 - Lidt mindre
 - Mørkere kerner
 - Tæt relation til overfladen
 - Aflange/affladede mod fiber

Indesluttet af ekstern lamina
Persisterende myoblaster
Betydning for regeneration/måske hypertrofi

Sarcoplasma

Myofibriller
Almindelige organeller
Inklusioner
Glykogen
Lipiddråber
Små golgi-apparater
Nær polerne
Mitochondrier (ses ikke normalt LM)
Nær polerne
I rækker imellem myofibriller
Sarcoplasmatisk reticulum (ses ikke normalt LM)
Svarer til sER
Veludviklet
Omgiver myofibriller som net

Fibertype:

Twitch-type

Alt-eller-intet loven
= maksimal kontraktion hver gang
slow twitch / fast twitch

Type-I fibre

Røde fibre
Tynde
Mørkt røde (indhold af myoglobin)
Slow twitch
Små motoriske enheder
Højt indhold af mitochondrier (i forhold til myofibril)
Modstanddygtige mod udtrætning

Type-IIa fibre

Undergruppe af Fast twitch
Mange mitochondrier (færre end Type-I)
Modstandsdygtige mod udtrætning
Kraftige, korte kontraktioner

Type II-b fibre

Hvide fibre
Tykkere
Lyse (lavere indhold af myoglobin)
Fast twitch
Få mitochondrier (i forhold til myofibriller)
Udtrættes hurtigt

Type II-c fibre

Formentlig forstadie til de andre Type-II fibre

Muskler består af en blanding af disse 3 fibertyper (variende forhold)

Genetisk
Enkelte muskel (fx Soleus – især Type-I)

Muskelfibrenes EM Opbygning (ultrastruktur)

Sarcolemma

Trilaminær type

Dystrofin

Knyttet til indvendige overflade

Bundet til transmembrane glykoproteiner

Forankrer sarcolemma ->extracellulær matrix

Mekanisk stabiliserende effekt på sarcolemma (jvf spectrin)

Sarcoplasmatisk Reticulum

Svarer til sER

Sarcotubuli

Tætmasket net

Ligger omkring enkelte myofibriller

Ud for A-bånd

Længdeforløbende

Anastomoserer med hinanden

Kontaktretiklet

Større rør (ved sammensmeltning)

T-tubulus

Tubulære invaginationer af sarcolemma

-> kommunikerer med extracellulærrummet

snor sig om hver myofibril

aktionspotential kan hurtigt forplante sig -> indre

->frigivelse af calcium-ioner

->kontraktion

Triaden

2 kontaktretikler (terminal-cisterner)

T-tubulus

Overgangen mellem A- og I-båndet

2 triader / sarcomer

Myofibriller

Tværstribning skyldes overlappning mellem Myosin/aktin filamenter

Myosin-filamenter (tykke filamenter)

14nm i diameter

1,6 μ m lange

Myosin-II ...mange

2 tunge kæder

hoved på hver

ATPaser

Aktin-bindende sted

4 lette kæder

2 essentielle

2 regulatoriske

Aktin-filamenter (tynde filamenter)

7nm i diameter

1 μ m lange hver (1,05)

=F-aktin (mange G-aktin polym.)

plus ende / minus ende

Hver ende har en cap

CapZ (Z-skive ende) (+)

- Tropomodulin (M-linie ende) (-)
- Tropomyosin
 - 40nm stavformet molekyle
 - 7 bindingssites for aktin
 - sidder i forlængelse af hinanden på hele aktin-filamentet
 - ligger hen over myosin-binding site (relaxeret)
- Troponin (3-delt)
 - C – Calcium Binding (4 Ca²⁺)
 - I - Inhibitory
 - T – Tropomyosin binding
 - Kompleks sidder på tropomyosin via T-del
 - Uden Ca²⁺ binding (Troponin/Tropomyosin kompleks)
 - Inhibition af myosin->aktin binding (bl.a. I-del)
 - Ved Ca²⁺ binding
 - C-del medfører konform. Ændringer
 - > I-del frigives fra aktin
 - Tropomyosin glider væk fra myosin-binding site
 - >myosin-hoveder binder til aktin
- Sarcomer (kontraktile enhed i muskler)
 - 2,5µm lange
 - Strækker sig fra Z-skive til Z-skive
 - I-bånd (isotropt – enkeltbrydende i pol. Lys)
 - Lyst bånd
 - 2*0,5µm lange
 - Bliver kortere under kontraktion
 - Består udelukkende af aktin-filamenterne
 - Z-skive (Zwischenscheibe)
 - Sidder midt i I-båndet
 - Adskiller 2 sarcomerer
 - Struktur ikke helt klarlagt
 - Z-filamenter
 - Alfa-aktinin (aktin Binding prot.)
 - Forbinder aktin-filamenter med modstående
 - Via CapZ?
 - Costamerer
 - Perifere Z-skiver forbundet til sarcolemma
 - Vinculin-holdig struktur (via desmin)
 - Ribbe-/ribbenslignende fortætninger
 - Fastholdelse af myofibriller
 - Filamenter rundt om Z-skiverne
 - Tværgående filamenter til hver Z-skive
 - Intermediært filament - Desmin
- A-bånd (Anisotropt – dobbeltbrydende i pol- lys)
 - Mørkt-farvet bånd
 - 1,6µm langt
 - Konstant størrelse ved kontraktion
 - Indeholder myosin og aktin (1:6) (i overlappningen)
 - Tykkere myosin-filamenter ligger 45nm fra hinanden
 - 3-400 tvær-broer (i de 2 ydersektioner tilsammen)
 - hovederne af myosin-filamentet

H-bånd

Midterste del af A-båndet
Indeholder myosin-filamenterne (ingen overlap)
Formindskes ved kontraktion

Pseudo-H-bånd

Midt i H-bånd
Huxley's "bare zone"
Ingen myosin-hoveder

M-linie

Snæver linie midt i H-bånd
=Tværbindende struktur
Myomesin
C-protein

Titin (2.700.000MW)

Titin filament(1 polypeptid – største kendte)
4nm i diameter (ses ikke normalt i EM)
ca. 1,25µm lange
Går fra M-linie til Z-skive
Bestanddele
Del bundet til myosin i hele længden
Elastisk "fri" del i I-båndet
Holder myosin-filamenter fast i midten
Giver elasticitet til myofibriller (modvirker overstræk)
Væsentligt bidrag til fiberens hvilespænding

Nebulin (700.000MW)

Udgør "lineal" for aktin-filamenter
Aktin-bindende
1,05µm lange

Desmin-filamenter

Omgiver Z-skiverne
Forbinder Z-skiver til hinanden (forsk. Myofibriller)
Forbinder perifere myofibriller
-> sarcolemma (costomer)

Neuromuskulær kontakt (Motorisk Endeplade)

Lille pladelignende fortykkelse (hvor nerven – muskel)

1 motorisk endeplade / muskelfiber
sidder tæt på fibrens lineære midte

Primære synaptiske kløfter

Fordybninger i musklen
Axonterminalerne er lejrede heri

Sekundære synaptiske kløfter

Snævre forsænkninger

Schwannske celler strækker sig ikke ned i synaptiske kløfter

Axolemma – Sarcolemma ligger op ad hinanden

50nm spalte

Ekstern lamina

Beklæder både primære & sekundære synaptiske kløfter

Postsynaptisk membran

Tæt beklædt med acetylcholinreceptorer ($10^7 - 10^8$)

Axoplasma

Mitochondrier

Vesikler i axoplasma

Svarer til synaptiske vesikler

50nm i diameter vesikler

indeholder acetylcholin (neurotransmitter)

synteseres her

Funktion

Ved aktionspotential frigives acetylcholin til spalten

Acetylcholinreceptorer åbner Natrium-kanaler (sarcolemma)

-> postsynaptiske membran depolariseres

-> aktionspotential opstår uden for den motoriske endeplade

-> breder sig til hele cellen

-> frigivelse af Calcium ioner

-> kontraktion af muskelfiberen

Acetylcholin nedbrydes på msek af acetylcholinesterase

Lokaliseret i ekstern lamina (postsynaptiske membran)

Kan påvises histokemisk

Muskelten

Proprioceptive receptorer i skeletmuskulatur

Bestanddele

Intrafusale fibre

Modificerede skeletmuskelfibre

Tyndere

Kortere

Hæfter til sene/perimysium i hver ende

Midterst kun perifert myofibriller

Midterste inderste del større samling kerner

Kernesæk-fibre

Når kerner ligger i klump/sæk

Tykkere og længere end kernekæde-fibre

Kernekæde-fibre

Når de ligger i enkelt række

+strækker sig gennem længere del af fiber

Omgivende bindevævskapsel

Gennemborende nervetråde

Innervation

Gamma-efferenter

Tynde

kernesæk-fibre

Ender i motoriske endeplader

kernekæde-fibre

danner længdeforløbende ukarakteristiske nerveender

Primære afferenter (type-Ia-afferente fibre)

Tykke afferente fibre

Slynger sig i spiral omkring især midterpartiet af muskelfibre

Sekundære afferenter (type-II-afferente fibre)

Forsyner overvejende kernekæde-fibre

Funktion

Strækkerefleks

Gamma-efferent regulerer følsomhed

Afferent sender signal om stræk

-> motorisk forhornscelle

-> kontraktion