

INDHOLDSFORTEGNELSE

| | |
|--------------------------------------------------|----|
| Kapitel 1 - Anatomi og fysiologi..... | 2 |
| Kapitel 3 - Celler | 3 |
| Kapitel 5 - Væv | 9 |
| Kapitel 6 - Hud | 11 |
| Kapitel 7 - Knogler | 13 |
| Kapitel 8 - Muskler | 16 |
| Kapitel 9 - Nervesystemet..... | 21 |
| Kapitel 11 - Det Endokrine System | 34 |
| Kapitel 12 - Blod | 39 |
| Kapitel 13 - Cardiovasculært system | 43 |
| Kapitel 14 - Lymfesystemet og immunitet | 48 |
| Kapitel 15 - Fordøjelse og næring | 52 |
| Kapitel 16 - Respiration..... | 62 |
| Kapitel 17 - Urinsystemet | 65 |
| Kapitel 19 - Reproduktions systemer..... | 69 |
| Kapitel 18 - Graviditet, vækst og udvikling..... | 76 |

Kapitel 1 - Anatomi og fysiologi

Anatomi: struktur af kropsdele – deres form og organisering.

Fysiologi: funktion af kropsdele – hvad de gør og hvordan.

Metabolisme/stofskifte: Fra det der kommer ind, dettes forbrug, til det der kommer ud.

Homeostasis/stabilitet: stabil tilstand af kroppens indre miljø.

Kroppen holdes i homeostasis vha. **homeostiske mekanismer** = selvregulerende kontrolsystemer som hver har nedenstående 3 faktorer tilfælles:

1. receptorer: (nerveceller, protein på cellemembran) opfanger info om specifikke tilstande (stimuli) i kroppen som sendes til kontrolcenter.
2. Set point/kontrolcenter: (hjernen) fortæller hvad en specifik værdi skal være i kroppen (fx kropstemp. – 37). Denne besked går til effektorer.
3. Effektorer: (muskler, kirtler) retter ændringen ud fra ordre fra kontrolcenter. Respons på receptorers opfangning.

Ovenstående system foregår vha. **negativ feedback:** (modsatte sig ændring – Le Chatelier's princip) afvigelsen fra kontrolcenteret formindskes. Korrektionen formindsker effektors aktivitet.

Kapitel 3 – Celler

Anabolisme:

Opbygning af større molekyler ud fra mindre molekyler.

Catabolisme:

Spaltning af større molekyler til mindre molekyler.

Dehydrat syntesen:

Når en reaktion danner vand, H₂O. OH-gruppen og H⁺-ionen fra fx 2 aminosyrer går sammen og danner H₂O. Anabolsk proces.

Hydrolyse:

Når en spaltning af et molekyle bruger vand, H₂O.

Enzymer:

Katalysatorer. Oftest proteiner. Mindsker aktiveringenergien, således at reaktionen kan forløbe hurtigere.

Hvert enzym virker kun på et bestemt stof/substrat/reaktant => Molekyleopbygningen af enzymet er specielt formet således at det passer til et bestemt stof/substrat/reaktant.

Enzymer kan denaturere/nedbrydes ved 45-55 grader. Ændre form så de ikke længere passer til substratet.

Nogle enzymer skal bruge nedenstående for at fungere:

Cofaktor: ikke-protein-ion som bindes til enzymet for at aktivere dette.

Coenzym: ikke-protein-molekyle som bindes til enzymet for at aktivere dette.

Oxidation:

Forbrænding af glukose, hvoraf 50% går til energi til cellen, mens de resterende 50% udskilles som varmeenergi til at opretholde kropstemp.

Respiration: foregår i 3 trin:

- 1. Glykolyse:** Nedbryding af glukose:
Glukose → mælkesyre + ATP + elektroner med høj energi (uden ilt-forbrug)
- 2. Citronsyre-cyklus:** 2 led. Aerobisk respiration. Foregår i mitokondrier. Nedbrydning af mælkesyre:
Mælkesyre + Coenzym → AcetylCoA + CO₂ + e⁻ med høj energi (under ilt-forbrug)
Acetyl CoA + "syre" → citronsyre
Citronsyre → CO₂ + ATP + "Syre" + e⁻ med høj energi.
Da der dannes "Syre" igen giver det en cyklisk egenskab, da denne "syre" igen indgår i citronsyre-dannelsen.
- 3. Elektron-transport-kæden:**
Alle elektroner med høj energi (dannet ved ovenstående reaktioner) omdannes ved brug af enzym til ATP. Største delen af energi-udskillelsen ved denne proces kommer fra disse elektroner (under ilt-forbrug).

Metabolisk/stofskifte vej:

En sekvens som er kontrolleret af enzym-er/et.

DNA (deoxyribonucleic acid):

Genetisk kode som instruerer i produktionen af proteiner. Alt DNA i en celle kaldes genom. Kun en lille del koder for proteiner. Resten vides ikke!

Geners DNA består af to komplementære (kæder). En af disse kæder indeholder codon (genet og dermed de koder) som skal bruges til dannelse af protein.

DNA-opbygning:

Dobbelt-helix formet som en vindel/brandtrappe, hvoraf stolpen udgør sukker (=deoxyribose) og trinene udgør organiske baser, adenin (A), thymin (T), cytosin (C), guanin (G). AT bindes sammen og CG bindes sammen.

RNA-opbygningen:

Halv helix, dvs brandtrappen klippet over midt over i trinene. Stolpen udgør igen sukker, men her er sukkeret ribose. RNA indeholder også adenin (A), cytosin (C), guanin (G), mens thymin (T) er erstattet af urasil (U).

Protein:

Protein består af 20 typer forskellige aminosyrer og her fortæller DNA hvilken rækkefølge aminosyrerne skal være i, i et bestemt protein. Rækkefølgen af 3 basepar (Codon) bestemmer én aminosyre-type.

Protein-syntesen foregår i 2 trin:

1. **Transkription:** En transskription er når enzymet RNA-polymerase går ind og kopiere den aktive kæde af Dna'et. Kopieringen af den aktive kæde af Dna'et kaldes m-rna. RNA-polymerase arbejder indenfor et interval, fra promoter til stopkoden. Efter RNA-polymerasen har været inde og kopiere Dna'et trækker den sig tilbage og DNA'et gendannes.
2. **Translation:** M-rna'et bevæger sig herefter ud af kromosomet og cellekernen og går sammen med t-rna og ribosomerne og danner proteiner. Ved kombinationen af transskription og translation opstår en proteinsyntese.

t-rna:

Findes i cytoplasmaet af cellen og bærer på en aminosyre og aminosyrens dna-kode (anti-kodon). Dna-koden (anti-kodonen) på t-rna er komplementær (passer til) til koden (kodonen) på m-rna.

Ribosomer:

Består af 40-60% r-rna og 40-60% proteiner.

Replikation:

Med en DNA replikation menes, at en DNA-molekyle er i stand til at kopiere sig selv.

Det der sker, er at enzymet DNA-polymerase går ind og splitter DNA molekylet i to kæder. Det nu opdeltede Dna's kæder virker som skabeloner til to nye kæder som er identiske med de oprindelige kæder. Den ene nye kæde går herefter sammen med den gamle komplementære kæde, mens den anden nye kæde går sammen med den anden gamle komplementære kæde.

Cellemembran:

Vedligeholder cellen og den selektive membran kontrollerer passagen af substanser ind og ud af cellen.

membranen består af receptorer og et upolært dobbelt lipid/fedt-lag. Dvs. vandopløselige substanser (polære) kan ikke passere lipidmembranen, men receptorerne hvis de passer hertil. Fedtopløselige substanser (upolære) passere dog let gennem lipidmembranen.

Nogle af proteinerne spredt ud på membranen kaldes receptorer og fungerer som kanal for bestemte ioner/molekyler/substanser alt efter om disse passer i receptorerne.

Andre proteiner spredt ud på membranen er bundet til carbonhydrider, som sammen fungerer som cellens ansigt, således at de forskellige celler kan kende hinanden.

Cytoplasma:

1. indeholder organeller, membraner, og væske kaldet cytosol.
2. **Endoplasmisk reticulum (ER):** Kommunikationssystem som transporterer lipider og proteiner inden i cellen. Ribosomer sidder på det rug ER.
3. **Ribosomer:** Medvirker i proteinsyntesen.
4. **Golgi-apparatet:** Pakker protein molekyler til transport og sekretion via vesikler.
5. **Mitokondrier:** Heri foregår citronsyre-cyklus og dermed ATP-dannelsen. Indeholder desuden enzymer som katalysere energidskillelsen fra næringstoffer.
6. **Lysosomer:** Cellens skraldemand. Nedbryder ubrugelige cellematerialer og ud fra kommende unødvendig substans vha. enzymer.
7. **Peroxisomer:** indeholder enzymer til fx afgiftning af alkohol.
8. **Cytoskelet:** Består af Mikrofilamenter (opbygget af aktin) og Mikrotubuli (opbygget af tubulin) som tilsammen støtter og stabilisere cellen og dets organeller. Desuden sørger de for tingene kan bevæge sig i cellen.
9. **Cilier:** Sidder på basalmembranen og består af Mikrotubuli (opbygget af tubulin). Cilier sørger for at væsken uden for cellen (ekstracellulær væske) bevæger sig.
10. **Flagella:** Sidder på basalmembranen af nogle celler og består af Mikrotubuli (opbygget af tubulin). Sørger for bevægelse af cellen, fx spermceller.
11. **Centrioler:** Ligger i cytoplasmaet (2stk.) og medvirker i celledeling. Består ligeledes af mikrotubuli (opbygget af tubulin).
12. **centrosomer:** 2 centrioler udgør 1 centrosom.
13. **Vesikler:** Poser som indeholder forskellige stoffer.

Cellekernen:

1. **Nucleus:** Cellekernen. Består af et dobbelt lipidlag, som bestemmer passagen af substanser ind og ud af kernen. Indeholder Nucleolus og kromatin.
2. **Nucleolus:** Medvirker i proteinsyntesen ved at forme ribosomer (RNA + protein)
3. **Kromatin:** Indeholder info til proteinsyntesen via dets indhold af DNA og protein.

Transport ud og ind af membraner

1. Passiv transport. Ingen ATP forbrug.

- **Diffusion:** Molekyler eller ioner bevæger sig fra et område med høj koncentration til et område med lav koncentration uden brug af ATP. Fx ånding.
- **Faciliteret diffusion:** transport molekyler på membranen transportere molekyler/ioner fra område med høj koncentration til område med lav koncentration uden brug af ATP. Fx glukose ud fra cellen og ind.
- **Osmose:** område(x) med høj vandkoncentration diffunderer gennem en selektiv permeabel membran (kun vand) til et område(y) med lav vandkoncentration. Det specielle ved osmose transport er at det kun er vandkoncentrationsforskellen i x og y som bestemmer diffusionen.
Osmotisk tryk: Det tryk som vandet pga diffusion udøver. Endvidere gælder det at jo flere nonpermeable molekyler (y) indeholder jo større osmotisk tryk, idet der skal diffunderes mere vand fra (x) til (y).
Isotonisk: samme osmotisk tryk i intracellulær væske og ekstracellulær væske.
Hypertonisk: Større osmotisk tryk i intracellulær væske end ekstracellulær væske.
Hypotonisk: Mindre osmotisk tryk i intracellulær væske end ekstracellulær væske.
- **Filtration:** Molekyler presses fra regioner med højere tryk til lavere tryk; fx hjertesammentrækning.

2. Aktiv transport. Under forbrug af ATP.

- **Aktiv transport:** Transport af stoffer fra lavere koncentration til højere koncentration. Dette gøres vha. bestemte transportmolekyler i membranen, fx Na-Ka-pumpe.
- **Exocytose:** Vesikel i cellen fusionerer med membranen og tømmer sit indhold uden for cellen.
- **Endocytose:** 3 typer endocytose. Når partikler er for store til diffusion, faciliteret diffusion eller aktiv transport, tages de ind på denne måde.
 1. **Pinocytose:** Cellemembran omgiver indkommen væske og udstøder dette til cellen indre.
 2. **Phagocytose:** Cellemembran omgiver indkommen partikel og udstøder dette til cellen indre.
 3. **Receptor medieret endocytose:** Bestemte receptorer på cellemembranen bindes til bestemte stoffer hvorefter membranen omgiver bindingen og indeslutter denne i en vesikel som udstødes til cellens indre.

MEIOSE: Reduktionsdeling: halvering af kromosomtallet.

- PROFASEN:** 6 forskellige kromosomer i cellekernen.
De 6 kromosomer går sammen til 3 homologe kromosompar.
Ved hjælp af replikation fordobles de homologe kromosompar til 6.
Nogle kromosomer foretager overkrydsning, andre forbliver intakt.
- METAFASEN:** Kernemembran forsvinder og pollegmerne udvikler tråde til centromerne, men tiltrækker ikke endnu. Kromosomparrene ligger i pænt orden på ækvatorplan.
- ANAFASEN:** trådene trækker kromosomerne fra hinanden og ud til polerne. Kromosomerne indeholder gener fra både far og mor. Disse tiltrækkes tilfældigt til polerne.
- TELOFASEN:** Der dannes kernemembran omkring kromosomerne ved hver pol, polen indgår dog ikke i denne kerne. Dvs. to adskillige kerner i en celle. Hver af disse kerner indeholder halvt så mange kromosomer som modercellen.
2. **PROFASE:** Modercellen deller sig i to datterceller, med de omtalte kromosomer i hver. Polerne fordeles således at der er en pol i hver dattercelle. Kernemembranerne forsvinder, så kromosomerne flyder frit i cytoplasmaet.
2. **METAFASE:** Polerne deler sig så der igen er to poler i hver dattercelle. Polerne sender atter tråde ud til centromerne på de homologe kromosompar.
2. **ANAFASE:** Polerne adskiller de homologe kromosompar fra hinanden og trækker dem til hver sin ende af cellen.
2. **TELOFASE:** De to datterceller deles nu yderligere til 4 kønsceller med 3 kromosomer. Det halve antal af stamcellen.
Alle kønsceller er forskellige pga overkrydsning og den tilfældige arrangement af homologe kromosompar i 1. metafase. Denne variation er årsagen til variationen i naturens udvikling.

Når to kønsceller sammensmeltes bliver kromosomtallet fordoblet til 46 som et alm. indeholder. Denne celle som dannes ved sammensmeltning kaldes en **zygot**. Når denne celle deles til flere tusinder af celler, dannes grundlaget for et barn. Disse celledelinger kaldes mitoser og sikre at dattercellerne får samme antal kromosomer og dermed genetiske egenskaber som i zygoten.

INTERFASEN: Cellens forberedelsesfase som kan inddeles i tre underfaser:
G₁: Vækst og fordobling af noget indhold.
Nu vælger cellen om den skal specialiseres, dø (apoptose) eller dele sig.
S: Der foregår en transskription (DNA kopieres til m-rna) med en efterfølgende translation (t-rna, m-rna og ribosomer) og dermed en proteinsyntese (proteindannelse). Kromosomer er ikke dannet i denne fase, men kromatinkornene er til stede.
G₂: Vækst og fordobling af det resterende indhold. Sidst i denne fase kopieres centriolerne (pollegemerne). Herefter begynder mitose:

MITOSE: Alm. celledeling:

- PROFASE:** Kromosomer dannes ved at DNA spiraliseres. Kernemembran forsvinder og pollegemerne udsender tråde (mikrotubuli) til centromerne (område på kromatider som holder disse sammen) uden at trække dem til sig endnu.
- METAFASEN:** Kromosomerne holdes i orden i ækvatorplan af trådene fra polerne.
- ANAFASEN:** Centromerne og dermed kromosomerne splittes og trækkes til hver sin pol ved at mikrotubuli forkortes. De genetiske egenskaber i kromosomerne ved hver pol er identiske.
- TELOFASEN:** Det modsatte af profasen forekommer. Der dannes en ny kernemembran omkring de to portioner kromatider og disse udspiraliseres (bliver til kromatin).
- CYTOKINESE:** Cytoplasmisk deling og to datterceller dannes som gennemgår vækst og udvikling i G₁-fasen i interfase hvorefter de skal vælge (restriction checkpoint) om de skal fortsætte celledeling, dø eller specialiseres. Dette starter i anafasen.

Cyklus:

Disse datterceller kan igen og igen gennemgå en mitose. Når de to nydannede mitoser (datterceller) udvikler sig uafhængigt af hinanden fås enæggede tvillinger.

Kapitel 5 – Væv

Der er 4 typer væv: Epitel-, muskel-, binde-, nervevæv.

1. Epitelvæv

Def.: Dækker alle indre og ydre overflader.

Funkt.: Beskyttelse, transport, udskillelse, absorption, sammenholding.

Opbygn.: Avasculær (uden blodkar)
Hviler/sidder fast på basalmembranen ("dødt" lag som består af collagen)
Tætsiddende celler
Intet intercellulær (mellem cellerne) substans

Underind.: Enlaget, flerlaget, pseudolagdelte. For disse gælder at de kan være kubisk, cylindrisk eller pladeformet.
Epitelvæv kan være i forhorning/ keratinization (proteinet keratin fylder cellen som derved hærdes og dør)

Pseudol.: Alle celler står på basalmembran men ikke alle når overfladen.

Flerlag.: Overgangsepitel: Kubiske celler oven i hinanden som kan strækkes ud fx urinrørets udvidelse.

Kirtlepi.: **Merokrin:** Udskiller vandig, proteinrig væske vha. exocytose.
Apokrin: Cellen mister noget af deres cellekrop (uden kerne) ved sekretion.
Holokrin: Hele cellen flyder ud ved sekretion.

2. Bindevæv

Def.: Sammenholdende væv. Det som ligger imellem andre typer væv og holder dem sammen.

Funkt.: Sammenholdende, bindende, styrkende, støttedende, fedtdepot, bloddannelse. Oftest meget vasculær (rig på blodkar), næringsrig, således ernærer den epitelvæv.

Opbygn.: Celler og extracellulær substans.

Celle typer: Fedtceller
Mastceller
Fibroblaster: Arkitekten bag bindevæv. Flest fibroblastceller i bindevæv.
Immunceller: Monocyttter, makrofager, neutrofile, granulocytter, eosinofile, B- og T-celler

Extracell.: Fibre og grundsubstanser.
3 typer fibre, dannet af fibroblaster:
Collagen (meget slidstærkt)
elastisk (meget flexibelt),
retikulær (i familie med collagen, dog ikke så slidstærkt)

Underind.: *Løst bindevæv:* Mange celler, få fibre, rigt vasculært
Tæt bindevæv: Få celler mange fibre. 2 slags opbygning: Regelmæssig (fibre ligger i orden), Uregelmæssigt (fibre er ustrukturerede)
Specielle typer bindevæv: fedtvæv, knoglevæv, bruskvæv, blod

3. Muskelvæv

Def.: Celler der kan trække sig sammen ved stimulus.

Funkt.: Varetager organismen behov for indre og ydre bevægelse.

Opbygn./

Inddeling: 3 typer:

Skelemuskulatur: Store aflange celler, mange kerner, perifert placeret, tværstribet.

Innervation (Nervesyst.): Somatisk nervesystem, voluntært (bevidshedsstyret)

Glatmuskulatur: En kerne, mindre kortere celler, uden tværstribning (fordi myosin og aktin ligger ustruktureret), tenformet.

Innervation: Autonomt nervesystem, involuntært (selvstyret)

Hjertemuskulatur: Forgrenede celler danner netværk med andre celler (hvilket gør at ved stimulering påvirker cellerne hinanden, bølgevirkning)

En kerne centralt placeret i den forgrenede celle, tværstribet (fordi aktin og myosin ligger struktureret)

Innervation: Autonomt nervesystem, involuntært.

4. Nervevæv

Nervevæv findes i CNS og PNS.

Def.: Rummer evnen til irretabilitet (reagere på stimuli) og konduktivitet

Funkt.: Integrere, koordinere stimuli og respons

Opbygn.: Neuroner og glia (stroma – støttende komponent)

Kapitel 6 – Hud

4 typer membraner:

1. **Serous membran:** Findes i hulrum hvor der ikke er åbninger til omgivelser, består af et enlaget kubisk epitel og et tyndt løst lag bindevæv. Epitelceller her kan udskille serous væske som smører membranoverfladen.
2. **Mucous membran:** Findes i hulrum med åbninger fx mund/næse. Består af enlaget epitel samt løst bindevæv.
3. **Synovial membran:** Indre hulrum i led. Består af tre lag: tæt bindevæv, fedtvæv og løst bindevæv
4. **Cutaneous mem.:** Kan indeles i flg. Rækkefølge som går fra yderste hud og indad.

1. Epidermis:

Flerlaget kubisk epitel. Består af meget lidt blodkar. Den nederste del af epidermis (stratum basale) er tæt på blodkar fra dermis og får således nødvendig næringsstofftilførsel. Jo tættere cellerne kommer på overfladen dør de og bliver keratiniseret (fyldt med hornstof/keratin) og bliver hårde. Stratum corneum er yderste del af epidermis og består af tætsiddende hår og døde celler. Celledeling er størst i områder hvor der er stort slid fx stratum lucidum (håndflader). Epidermis sørger desuden for at de underliggende væv ikke mister vand og forbliver fugtige. Epidermis indeholder desuden melanocytter, som producerer melanin. Alle mennesker har lige mange melanocytter.

Melanin: Pigment som bestemmer hud/hår-farve, jo mere melanin jo mørkere hud.

Modsætter mutationer i cellernes DNA.

Absorberer ultraviolet stråling som bevirker øget melanin produktion.

2. **Basalmembran** ml. dermis og epidermis er ujævn hvilket kommer til udtryk i form af fingeraftryk.

3. Dermis:

Tykkere end epidermis. Indeholder bindevæv (elastisk), epitelvæv, glat muskulatur, nerver, blod.

Har dermale blodkar som sørger for næring til alle hudceller, desuden regulerer disse kar kropstemp.

Håruskler (arrector pilli- gåsehud), svedkirtler og hår udspringer fra dermis.

4. Subcutaneous/Hypodermis:

Løst bindevæv, adipose (fedt).

Fedtvævet heri hjælper med regulation af kropstemp.

Her befinder de store blodkar som spreder sig op til dermis og til basalmembranen under epidermis.

Hår:

Sidder i hårfollikler som består af epidermale celler, som synker ned i dermis og danner en follikel hvori håret som er døde/keratiniserede epidermale celler.

Sebaceous kirtler:

Disse kirtler er forbundet til hårfolliklen. Epidermaleceller som prod. sebum (fedtet olie) som gør håret blødt og olieret.

Kropstemp. regulering:

Meget arbejde medfører højere kropstemp. Ved for høj kropstemp vil hypothalamus (kontrolcenter for kropstemp) stimulere blodkar til at udvide sig, hvorved varmeafgivelsen øges. Derudover aktivere hypothalamus svedkirtler så sved forekommer som giver en afkølede effekt.

Kulde/Fryse: Hypothalamus stimulere blodkar til at trække sig sammen hvorved mindre varmebærende blod passere og dermed mindre varmeafgivelse. Derudover deaktiveres svedkirtler og glatte muskler styret af det autonome system stimuleres til sammentrækning, idet celleaktiviteten ved muskel-sammentrækning medfører varmedannelse.

Sårhealing:

Blodkar udvides omkring såret hvorved større mængder næring og oxygen tilføres området. Celledeling-aktiviteten øges også på dette område hvorved såret (hulrum) udfyldes af de ny-dannede celler.

Kapitel 7 - Knogler

Knogledannelse og vækst

Intramembraniøs knogle:

Membranlignende lag af væv dannes. Celler på indersiden af dette væv forstørres og omformes til **osteoblaster** (knogledannende celler). Disse osteoblaster er aktive inden for membranen hvor de udskiller matriks omkring dem selv, og omdannes således til **osteocytter**. Således er spongy knogle dannet.

Celler i ydersiden af vævet danner periosteum. Osteoblaster fra periosteum danner kompakt knogle mellem spongy-knogle og periosteum.

Altså: Yderst: periosteum

Mellem: kompakt knogle

Inderst: Spongy knogle

Denne proces foregår imod hinanden fra begge sider.

Altså: 1. (periosteum, kompakt knogle, spongy knogle) >< 2. (spongy knogle, kompakt knogle, periosteum). Fx kraniet.

Endochondrale knogle:

Klump brusk (bindevæv) som vokser ved celledeling.

Brusken nedbrydes langsomt i diafysen ved at bruskcellerne calciferes og der er dannes periosteum omkring diafysen (ikke epifysen). Således adskilles brusken i to dele af diafysen.

Blodkar og osteoblaster fra periosteum bevirker, at der i stedet for det nedbrudte brusk i diafysen, dannes spongy knogle.

Periosteum i væggen af diafysen danner kompakt knogle. Dette sker ved at osteoblaster fra periosteum omringes af selv-dannet matriks og bliver til osteocytter (knogle). Området hvor disse processer i diafysen forløber kaldes det primære ossifikations center.

Epifyserne forbliver på nuværende tidspunkt som brusk og vokser stadig ved celledeling. Herefter dannes der spongy knogle rundt om denne og en plade af brusk (epifyseale plader) adskiller epifysen og diafysen. Området fra de epifyseale plader og ud af kaldes de sekundære ossifikations centre.

Calcificering:

Når calcium blandes med matriks dannet af osteoblast. Når matriks omkring bruskceller er calcificeret dør bruskcellen.

Ossification:

Når brusk vha osteoblaster bliver til osteocytter (knogle).

Knogle bliver ved med at vokse i længden indtil de epifyseale plader bliver ossificerede, altså til knogle.

Knogle vokser i tykkelse ved at periosteum fra diafysen danner kompakt knogle. Knogletykkelsen øges altså ved intermembraniøs ossifikation.

Osteoclast-celler:

Dannes i knoglemarven.

Nedbryder calcificerede celler og matriks.

Afgiver et syresekret som ætser/opløser de uorganiske substanser i det forkalkede matriks, hvorefter dets lysosomer nedbryder de organiske dele.

Homeostase af knoglen:

Steder hvor osteoclaster har været aktive og nedbrudt knoglen overtages af osteoblaster som danner ny knogle på stedet. Dvs osteoclast- og osteoblast aktiviteten regulerer knoglens stabilitet.

Knoglefunktion:

Knogler fungerer som støtte, beskyttelse og bevægelse.

Knogle og muskel fungerer sammen som en **lever**: består af en stang (knoglen), et omdrejningspunkt, en modstand og en kraft som sørger for energi.

Blodcelledannelse/Hemopoiesis:

Blodcelledannelse i fostertilstand foregår i yolk sac.

Blodcelledannelse i et individuelt menneske foregår i leveren og nyren.

2 slags marv:

Rød marv: Danner røde (erythrocytter) og hvide blodceller (leukocytter).

Gul marv: Oplager fedt og er inaktive i bloddannelse.

Calciumregulering:

Intracellulær matriks i knoglevæv er rigt på calcium.

$Ca^{2+}\downarrow$: Hypothalamus stimulerer biskjoldbruskkirtlen (parathyroid) til at afgive parathyroid hormon (PTH) som aktivere osteoclaster til at nedbryde knogle med Ca^{2+} -udskillelse til følge.

$Ca^{2+}\uparrow$: Hypothalamus stimulerer skjoldbruskkirtlen til at afgive hormonet calcitonin som aktivere osteoblaster til at danne knogle ved brug af Ca^{2+} .

Joints:

230 joints i kroppen.

Funktionel forbindelse mellem knogler.

Binder knogler til hinanden.

Gør knoglevækst muligt.

Forskellige typer: ubevægelige, lidt bevægelige og fritbevægelige.

Fibrøse joints/led: Tæt og lidt bindevæv, mellem knogler som er i tæt kontakt. Den tætte kontakt mellem knoglen gør dem meget lidt bevægelige.
Binder kraniets plader sammen. Findes desuden i enderne af tibia og fibula.

Led med brusk: Findes mellem vertebraer/hvirvler i rygsøjlen.
Stødabsorberende.
Lidt bevægelige.

Menisci: Stødabsorberende plader af fibrøst brusk, fx i knæ.

Bursae: Sække med slimhindevæske med egen senehinde/membran. Findes ml. hud og patella.

Synovial led: Mest bevægelig og mest udbredt i kroppen.
Findes mellem to knogler: i enderne af disse knogler findes artikulær brusk.
Rundt om hele ledet findes senen hvorunder senehinden ligger. Senehindens indre består af slimhindevæske/ledvæske (synovialvæske).

6 typer synovial led:

1. **Ball-and-socket led:** kugleformet hoved i indhulning: findes i hoften, skulder.
Bevægelig i alle planer.
+ rotation.
2. **Condylod led:** Findes i knoene.
Oval-formet kondyl som passer ind i en elliptisk hulrum.
Ingen rotation.
Bevægelig i alle planer.
3. **Glidende led:** Næsten flade overflader af begge knogler.
Findes i håndled, ankel, mellem ribben og sternum.
4. **Hinge led:** Konveks overflade af knogle som artikulerer med konkav overflade af knogle. Findes i albue og fingre.
Bevægelig i en retning: fleksion og ekstension.
5. **Omdrej.punkt:** Mellem radius og ulna. Radius's cylindrisk proximale del sidder i ulnas indhulning. Sørger for rotation omkring central akse.
6. **Saddel led:** Konkav og konveks knogle mod konveks og konkav knogle med modsætninger mod hinanden. Findes i tommelfingeren.

Uægte led:

Uden hulrum med væske.

Ægte led:

Led med hulrum og væske.

Muskler er ofte bundet til knoglen således at den ene ende er bævægelig (insertion) mens den anden ende er ubevægelig (origin).

Kapitel 8 – Muskler

Opbygning af muskelen (fra størst til mindst del):

Hel muskel: Fascia: Bindevæv der dækker overflade af muskel, samt adskiller denne fra andre muskler. Dennes ender danner også sener som binder musklen til knoglen.

Epimysium: Består af tætsiddende celler som findes under fascia og dækker ligeledes hele muskelen.

Fasikler: fasikler er adskilt fra hinanden af perimysium. Hvert fasikel består af bundter af muskelfibre.

Muskelfibre: Muskelfibre er adskilt fra hinanden af endomysium. Hvert muskelfiber består af bundter af myofibriler.

Myofibriler: myofibriler er adskilt fra hinanden af det sarcoplasmatiske reiculum. Myofibriler består af bundter af filamenterne aktin (tynd) og myosin (tyk).

Aktin: Består af proteinerne tropomyosin og troponin samt aktinmonomer.

Myosin: Består af proteiner som udgør en tværbroopbygning.

Skeletmuskelfiber (muskel celle):

Sarcolemma: Muskelfiberens membran.

Sarcoplasma: Cytoplasma: Kerner.

Mitokondrier.

Sarcoplasmatiske reticulum: Netværk af membraner som omringer myofibrilen. Tæt knyttet til transverse tubules.

Transverse tubules: Går gennem hele muskel-fiberen og løber ud i sarcolemma som små lufthuller. Indeholder ekstracellulær væske. Ligger mellem cisternae som er en del af det sarcoplasmatiske reticulum. Alle tre (triad) ligger således at de ligger ovenpå myosin og aktin overlapningen i A-band.

I-band: aktin (tynd) filamenter. Z-linjen går midt igennem.

A-band: myosin (tyk) filamenter. I H-zonen er området hvor myosin ikke overlapper aktin. M-linjen går midt igennem H-zonen og dermed A-band. Til hver side af H-zonen i A-band findes overlapningen mellem aktin og myosin.

Sacromer: Afdelinger i myofibrilen opdelt af z-linjerne fra I-band.

Hvert enkelt muskelfiber er knyttet til en motorneuron fra axonen på en nervecelle.
Muskelsammentrækningen foregår når muskelfiberen bliver stimuleret af motorneuronen.

Neuromuskulær forbindelse:

Forbindelsen mellem motorneuronen og muskelfiberen.

Motor end plate:

Motorisk endeplade. Der hvor neuronens sætter sig på sarcolemma af muskelfiberen.

Området omkring den motoriske endeplade er rigt på mitokondrier (ATP-kilde) og kerner.

Enden af motorneuronen som sidder i den motoriske endeplade er ligeledes rigt på mitokondrier og vesikler med neurotransmitter.

Et motorisk neuron kan vha sin axons udløbere knyttes til flere muskelfibre via neuromuskulær forbindelse.

Motorisk enhed:

Motoriske neuron som deler sig (axonen deler sig i flere udløb forskellige steder på muskelfiberen) og danner flere neuromuskulær forbindelser til forskellige muskefibre.

Muskel kontraktion:

1. Motorneuron stimuleres og udløser vesikler som indeholder neurotransmitterstoffer (acetylcholine) til den motoriske plade.
2. Acetylcholine binder sig til proteiner i sarcolemma.
3. Muskel impuls igangsættes som bevæger sig i alle retninger på sarcolemmaet. Impulsen går gennem transverse tubulus' kanalerne og diffunderer ind til det sarcoplasmatiske reticulum via cisternae (som er en stor del af det sarcoplasmatiske reticulum).
4. Sarcoplasmatiske reticulum indeholder høj koncentration af Ca^{2+} -ioner som udløses ved at dennes membran bliver mere permeabel/gennemtrængelig for Ca^{2+} . Ca^{2+} diffunderer herved ud i sarcoplasmaet.
5. Den høje Ca^{2+} koncentration i sarcoplasma bevirker at Ca^{2+} bindes til troponin på aktin-filamenterne.
6. Tropomyosin "trækkes ud" så den bindende side af aktinfilamentet udfoldes.
7. Myosinfilamentets tværbro bindes til aktinen.
8. Tværbrobindingen gør at musklen trækkes sammen under forbrug af ATP.
9. Sammentrækning foregår så længe der er adgang til acetylcholine.

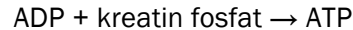
Muskel afslapning efter kontraktion:

Acetylcholineesterase: Enzym som modstår nerveimpuls.

1. Der frigives acetylcholineesterase fra motorneuron som nedbryder acetylcholine. Herved er muskelfibermembranen ikke længere stimuleret.
2. Calcium-ioner transporteres aktivt tilbage til det sarcoplasmatiske reticulum.
3. ATP bevirker at aktin-myosin-binding brydes.
4. Troponin og tropomyosin samarbejder og blokerer således aktinens bindende sider.
5. Muskelfiber slapper af.

Energikilder til kontraktion

ATP forsyner muskler til fysisk arbejde. ATP findes i celler i små mængder, så der lige akkurat er nok til muskelsammentrækning i en kort periode. ATP bliver ved fysisk arbejde (muskelkontraktion) nedbrudt til ADP. Den nedbrudte ADP bliver regenereret til ATP af kreatine fosfat:



Der er ca. 4-6 gange så meget kreatin fosfat som ATP, hvilket har den betydning at når ATP-lagret forbruges og er nedbrudt til ADP, kan kreatin fosfat reagere med ADP og danne ATP.

Kreatin fosfat bliver syntiseret af kreatin fosfokinase som dannes i mitokondrier.

Når kreatin fosfat mængden i muskelfibre opbruges benytter muskelfibren cellulær respiration af glukose til dannelsen af ATP under ilttilførsel. Myoglobin i muskelfibre binder ilt fra hæmoglobin til sig og oplagre dette til aerob respiration, hvilket mindsker behovet for ilt-tilførsel vha. blodet.

Men hvis muskelfibrene ikke får nok ilt-tilførsel foregår anaerob respiration (glykolyse SE CELLER) i muskelfibrenes mitokondrier.

Under anerobisk respiration dannes mælkesyre som med blodet transporteres til leveren hvor det omdannes til glukose igen ved forbrug af ilt. Den iltmængde der kræves for at genetablere ATP, creatinphosphat og glukosemængden i muskelceller og lever kaldes iltgæld.

Ved hård træning hvor der dannes energi ud fra glykolysen øges mængden af glykolytiske enzymer i muskelcellerne og dermed kapaciteten for glykolysen.

Ved træning med aerob respiration øges antallet af kapillærer og mitokondrier i muskelfibre og dermed kapaciteten for aerob respirationen.

Muskeltræthed

Finder sted hvis

- Lav blodtilførsel (lav ilttilførsel) som fører til anaerob respiration og dermed ophobning af mælkesyre i muskler. Dette fører til lav pH hvorved muskelfibre ikke reagerer på stimuli.
- Lav acetylcholine i motorneuron hvorved muskelsammentrækning ikke foregår.

Hurtige fibre/ hård styrketræning:

De fibre der trænes ved styrketræning når de belastes med mere end 75 % af deres max ydeevne.

Ved den hårde træning dannes flere aktin og myosin filamenter som gør musklen større (styrke).

Der dannes ikke flere muskelfibre.

Langsomme fibre/ rolig træning:

Ved denne træning er målet at danne flere mitokondrier og kapillærer i muskler hvorved ilttilførslen øges. Dette gør musklerne mere udholdende. Her forstørres muskelmassen ikke.

Hypertrophy: Større og stærkere muskler.

Atrophy: Utrænede, små og mindre stærke muskler.

Twitch: Når musklen trækker sig helt sammen og derefter slapper helt af.

Latent periode: Tid fra impulsstimulering til sammentrækning, denne er ekstremt lav.

Summation:

Når kontraktion startes og endnu en impuls medfører kontraktion inden den forrige kontraktion er færdig.

Tetanisk kontraktion (spænding): Konstant impulsudsendelser som medfører konstant kontraktion.

Tærskelværdi for muskelfibre i muskel:

Inden for den samme muskel har de forskellige muskelfibre forskellige tærskelværdier for at begynde kontraktion.

Recruitment:

Ved høj stimuli aktivere fleres motorenheder og dermed mere kontraktion.

Tonus:

Når muskelfibre kontraherer langvarig og konstant, dvs. at nogle fibre i en afslappet muskel er under konstant kontraktion. Dette bruges til at opretholde kroppens position.

Kollaps af kroppen: Når tonus ophører.

Glat-muskulatur

Lange og tappe-formet ender.

Har ingen striber, da aktin og myosin filamenterne ligger tilfældigt og uorganiseret.

Det sarcoplasmatiske reticulum er mindre udviklet i glat muskulatur.

Der findes 2 typer for glatmuskulatur:

- **Multiunit:** Separate fibre som ikke er organiseret i lag.
Findes i iris i øjet og omkring blodkar.
Reagere kun på stimulation fra motoriske nerveimpulser eller bestemte hormoner.
- **Viceral:** organiseret i lag af tenformet celler i tæt kontakt til hinanden.
Findes i hule organer, fx maven, tarmen, urinblære m
(1) Fibre heri kan stimulere hinanden: transmission af impuls fra en celle til en anden.
(2) En selvstartet rytmisk kontraktion i en muskelfiber starter kontraktion i nærliggende muskelfibre.
Peristaltisk bevægelse: 1+2. Disse to danner sammen bølgeagtig bevægelse. Fx i mave-tarm-systemet.

Glatmuskel kontraktion (forskellig fra skeletmuskler):

- Kan stimuleres af både acetylcholine og norepinephrine → i nogle muskler kan de hæmme og i andre kan de fremme kontraktion (i skeletmuskler er det kun acetylcholine som styrer kontraktion).
- Hormoner kan også stimulere kontraktion eller hæmme neurotransmitternes virkning (dette gælder ikke for skeletmuskler).
- Kontrahere og slapper af langsommere end skeletmuskler.
- I forhold til skeletmuskler kan disse kontrahere i længere tid.
- Kan forlænges uden at blive belastet. De er altså fleksible.

Hjerte-muskulatur

Findes kun i hjertet.

Tykkere transverse tubuli → større mængde calciumafgivelse til cisternae (disse er tykkere i skelet muskler) i det sarcoplasmatiske reticulum → myosin og aktin filamenter får tilført mere calcium → længerevarende kontraktion alt afhængig af ATP.

Muskelfibre er sribet fordi aktin og myosin ligger organiseret og struktureret.

Disse muskelfibre er forbundet til hinanden af tværbundet plader kaldet interconnected discs.

Muskelfibre kan stimulere hinanden.

Muskelfibre i hjertet kan endvidere selv-starte en kontraktion som smitter andre muskelfibre hvorved der dannes en fælles og rytmisk kontraktion.

Skeletmuskulatur

Prime mover: agonist som udfører det meste af bevægelsen.

Synergist: hjælper agonist til bevægelse.

Antagonist: den muskel som udfører modsat funktion af agonist.

Kapitel 9 - Nervesystemet

Nervsystemet består af neuroglia-celler og neuroner.

Nervsystemet har en **sensorisk funktion**. Dette vedligeholder den vha. **sensoriske receptorer** på nerveenderne. Disse kan reagere på forskellige ændringer i miljøet bl.a. lys, lyd, temp, oxygenkoncentration. Herefter kan disse receptorer omdanne denne information til en nerveimpuls som føres videre til andre neuroner. Herefter kan der på baggrund af de modtagne impulser ske nogle ændringer i CNS (central nerve systemet) fx noget kan lægges i hukommelsen, der kan produceres tanker, følelser. Dette kaldes NS' **integrativ funktion**. På baggrund af disse tanker, følelser osv. kan der fortages noget bevidst eller ubevidst, fx bevæges en arm, reguleres hjertefrekvens. Dette gøres ved NS' **motoriske funktion**. De motoriske funktioner fungerer ved at **motoriske neuroner** videregiver impulser til **effektorer** (fx kirtler, muskler) som udfører en bestemt ændring. NS kan inddeles i **centralnervsystemet**, CNS (hjernen og rygmarven) samt det **perifere nervesystem** (PNS). Endvidere kan det inddeles i en **somatisk del** (viljestyret) og en **autonom del** (ufrivillig).

Neuroglia-celler findes i meget større mængder end neuroner. Disse har en række forskellige funktioner. Heriblandt udfylde mellemrum, give struktur, producere myelin, fagocyttere. Der findes følgende neuroglia-celler:

1. **Mikroglia-celler** som yder støtte til neuroner i CNS, og phagocytterer bakterier og døde celler oa.
2. **Oligodendrocytter** som findes langs med nervefibre i CNS, og som isolerer neuroners udløbere, sådan at signaler kan løbe hurtigere. Isolationen kaldes en "myelinskede". Disse celler kan danne myelinskeder på flere forskellige axoner samtidig.
3. **Astrocytter** som findes mellem blodkar/kapillærer, og neuroner i CNS, og sørger for næring og ioner til nervevæv. Disse er også med til at udforme arvæv efter skader på nervsystemet.
4. **Ependymalceller** der er en slags epithelvævslign. celler, der omkranser bl.a. cerebrospinalvæske dvs. kun i CNS.
5. **Schwannske celler** lægger sig som en myelinskede omkring axoner i PNS. Schwannske cellers yderste lag udgør neurilemma som indeholder schwannske cellers kerne. Dette lag giver schwannske celler den egenskab at de kan regenerere skader på det axon den dækker modsat oligodendrocytter som ikke har den egenskab. Alt i alt vil det sige at axoner i PNS kan regenereres i modsætning til CNS' axoner omkringet af oligodendrocytter.

Neuroner:

- Nervsystemets vigtigste bestanddel er signalførende celler "neuroner". Disse er nervsystemets funktionelle og strukturelle del.
- Neuroner kan være meget lange, og modtager impulser fra den udløber der kaldes "dendrit", og via cellekroppen løber til den anden ende, kaldt axonet, som er den del der udsender impuls.
- Axonet udspringer fra cellekroppen i området kaldet axonal hillock.
- Axonets cytoplasma er rigt på mitokondrier, neurofibriller og mikrotubuli.
- Cellekroppen i neuroner har den sædvanlige sammensætning. Dog er der den forskel, at det rå endoplasmatiske reticulum kaldes chromatophilisk substans (Nissl kroppen), som giver cytoplasmaet et kornet udseende. Ribosomer er bundet hertil, hvor proteinsyntesen foregår.
- Nerveudløbere er som nævnt myeliniserede, og i centralnervsystemet (CNS) kaldes grupper af myeliniserede axoner for "hvid substans", og grupper af cellekropper og myel. axoner for "grå substans". Myelin er et lipoprotein (lipid og protein).
- Imellem myelinskeder på axonerne er der frie områder kaldet **nodes of ranvier**.
- Endvidere foretager neuroner ikke celledeling.

Neuroner kan inddeles i forskellige grupper:

1. **Bipolære:** Cellekroppen har i disse celler to udspring en dendrit og en axon. Disse celler findes bl.a. i øjne, næse og ører.
2. **Unipolære/pseudounipolær neuroner:** Cellekroppen har et udspring som straks efter deler sig i to, axon og dendrit. Disse celler findes med i ganglier som findes uden for CNS.
3. **Multipolære neuroner:** Fra deres cellekrop udgår mange udløb hvoraf kun et er axon og resten dendritter. Disse celler findes oftest i CNS.

Neuroner kan også indeles ud fra deres funktion:

1. **Sensoriske/afferente neuroner:** Sender impulser fra perifere kropsdele til CNS. Disse cellers dendritter har enten receptorer eller er forbundet til receptorceller i huden eller sensoriske organer. Heraf er de fleste unipolære og nogle bipolære.
2. **Interneuroner/ association/internunciale neuroner:** Findes kun i CNS og er multipolære. Disse transporterer information rundt i CNS og leder impulser ud af CNS gennem kontakt med motorneuroner.
3. **Motoriske/efferente neuroner:** Leder impulser væk fra CNS til effektorer (muskler og kirtler). Disse neuroner er multipolære.

Signalføring, nerveimpulser og hvilepotentiale:

Overfladen af en celle, er elektrisk ladet, hvilket skyldes en koncentrations-forskel mellem negative og positive ioner, intra- i forhold til extracellulært. **Uden for cellen er der høj koncentration af Natriumioner** (ca. 140 mM) og **lav kalium koncentration** (15 mM). **Inde i cellen er der høj kaliumkoncentration** (ca.140 mM) og **lav natriumkoncentration** (12 mM). Endvidere findes der negativt ladede phosphat- og sulfationer inden for cellen som medvirker til ladningsforskellen. Kaliumioner kan lettere end Na^+ diffundere gennem cellemembranen, og er derfor årsagen til denne ladningsforskel, dvs. der passerer flere ud end der kommer ind. Denne koncentrations-forskel opretholdes af aktive Na/Ka-pumper der pumper ioner, *modsat* diffusionsretningen, og siden der er forskel på hastighederne hvormed ionerne diffunderer tilbage, opstår der en ladningsforskel (**polarisering**) på -90 mV intracell., når nervecellen er i hvile. Dette **hvilepotentiale** kan dog ændres ved stimuli, og hvis der forekommer stimuli i tilstrækkelig stor grad (*summation*), kan ændringen i hvilepotentialet (**depolariseringen**) nå en tærskelværdi, hvormed et **aktionspotentiale** finder sted:

Aktionspotentiale

1. Tærskelværdien opnås,
2. selektive Na^+ -kanaler åbner
3. Na^+ vandrer frit igennem kanaler i membranen, og ind i cellen. Dette forløber pga. forskel i konc. (diffusion) OG pga. ladningsforskellen, som trækker positivt ladede partikler ind i den negative celle. Dermed ændres potentialforskellen, og man siger at membranen *depolariserer*.
4. Næsten samtidigt, åbner Kaliumkanaler
5. K^+ diffunderer ud (pga. forskel i konc.), og dermed udlignes depolariseringen, og man siger at membranen *repolariserer*.
6. Denne depolarisering efterfulgt af en repol., løber henover nervecellemembranen, og kaldes en **nerveimpuls**. Nerveimpulsen går hurtigere jo tykkere axonet er og når det er myeliniseret.

Synapsen

Presynaptisk neuron: Det neuron som sender impuls. Dennes axon har en knop som indeholder vesikler med neurotransmitterstoffer.

Postsynaptisk neuron: Det neuron som modtager impulsen.

Synapsen: Forbindelsen mellem axon fra presynaptisk neuron til dendrit eller cellekrop på postsynaptisk neuron. Disse er ikke i direkte kontakt men er adskilt af en synaptisk kløft.

Neurotransmitterstof udskillelse:

1. Når aktionspotentialet når enden af axonet åbnes Calcium-kanaler.
2. Calciumioner diffunderer ind i axonen.
3. Vesikler indeholdende neurotransmitter fusionerer med membranen ved den synaptiske kløft (exocytose), og neurotransmitterstoffet spredes i kløften.
4. Neurotransmitter depolariserer membranen i den postsynaptiske del af synapsen, og starter (hvis tærskelværdien altså nås), et nyt aktionspotential (som enten er en fortsættende impuls, eller muskelcellekontraktion, fx).
5. Når vesiklerne (dannet af mitokondrier) afgiver neurotransmitterstofferne til kløften, bliver de hurtigt nedbrudt af fx Acetylcholinesterase (hvis der er tale om acetylcholin som er det stof der bl.a. stimulerer skeletmuskelkontraktion), eller også løber de tilbage til i den presynaptiske neuron og danner nye vesikler med neurotransmitterstoffer (endocytose).

Neurotransmitterstoffer

- **Excitatoriske** neurotransmitterstoffer fra vesikler i presynaptisk neuron øger Na^+ permeabiliteten i den postsynaptiske neuron og udløser således en eventuel nerveimpuls. Fx acetylcholine og norepinephrine.
- **Hæmmende** neurotransmitterstoffer fra vesikler i presynaptisk neuron hæmmer Na^+ permeabiliteten i den postsynaptiske neuron og hæmmer således en eventuel nerveimpuls. Fx dopamin, GABA, glycin.
- En enkelt postsynaptisk neuron kan danne synapser med op til flere tusind presynaptiske neuroner. Nogle af disse kan afgive hæmmende neurotransmitterstof, mens andre kan afgive excitatoriske neurotransmitterstoffer. Hvis der er flest hæmmende neurotransmitterstoffer hæmmes en nerveimpuls i den postsynaptiske neuron og vice versa.

Impulsgrupper:

Neuroner i CNS er organiseret i grupper som arbejder sammen for, at udføre en fælles handling. Hver gruppe kan kommunikere med andre grupper ved enten at være hæmmende eller fremmende.

Facilitation

Et neuron siges at være faciliteret hvis den er blevet påvirket af et excitatorisk stimuli, men dens tærskelværdi ikke er blevet nået. Dette medfører at dette neuron vil have nemmere ved, at overskride tærskelværdien ved en anden stimuli, da den i forvejen er stimuleret lidt.

Convergens/samling:

Når information fra flere neuroner (fra fx PNS) samles på et enkelt neuron i fx CNS. Dette medfører at CNS kan reagere ud fra flere informationer.

Divergens/spredning: Modsat convergens at et neuron kan stimulere flere neuroner på samme tid.

Nervers opbygning:

Nerve → fascicle omringet af epineurium og blodkar → bunker af nervefibre adskilt af perineurium → nervefibre (axoner) adskilt af endoneurium.

Nervebaner (indeholder nerver)

- **Sensoriske/afferente nervebaner:** opfanger fra PNS og sender til CNS.
- **Motoriske/efferente nervebaner:** Sender fra CNS til PNS.
- **Blandede nervebaner:** Indeholder begge typer.
- Nervebaner er de ruter impulser følger igennem nervesystemet. De simpleste af disse indeholder kun få neuroner og kaldes **refleks buer** (ubevidst styret).

Refleks buer:

Begynder med en sensoriske neuroner fra fx PNS som fører til interneuroner i CNS (refleks center) hvor informationen behandles og sender "svar" tilbage til effektorer vha. motorneuroner.

Refleks

En refleks er autonome og ubevidste responser på ændringer i eller uden for kroppen. Fx hjerterytme, blodtryk, knærefleks (medvirker til at man kan stå i oprejst position), tilbagetrækningsrefleks (beskyttende).

Meninges/hjerne-rygmarvshinde: Ligger under knogler i kraniet og rygsøjlen og beskytter CNS.

Består af 3 lag:

1. **Dura mater/senehinde:** Er det yderste lag og består af et lag tykt bindevæv. Dette lag indeholder mange blodkar og nerver. Denne hinde går også ind imellem de cerebrale hemisfærer samt større hjernefuger.
2. **Aracnoidea/ spindelvævshinde:** Tyndt mellemliggende lag, som indeholder få blodkar. Under denne ligger cerebrospinal væske altså subaracnoidalt.
3. **Pia mater/ årehinden:** Meget tyndt lag som følger irregulære konturer. Dette lag indeholder mange blodkar og nerver som forsyner celler i CNS.

Anatomi

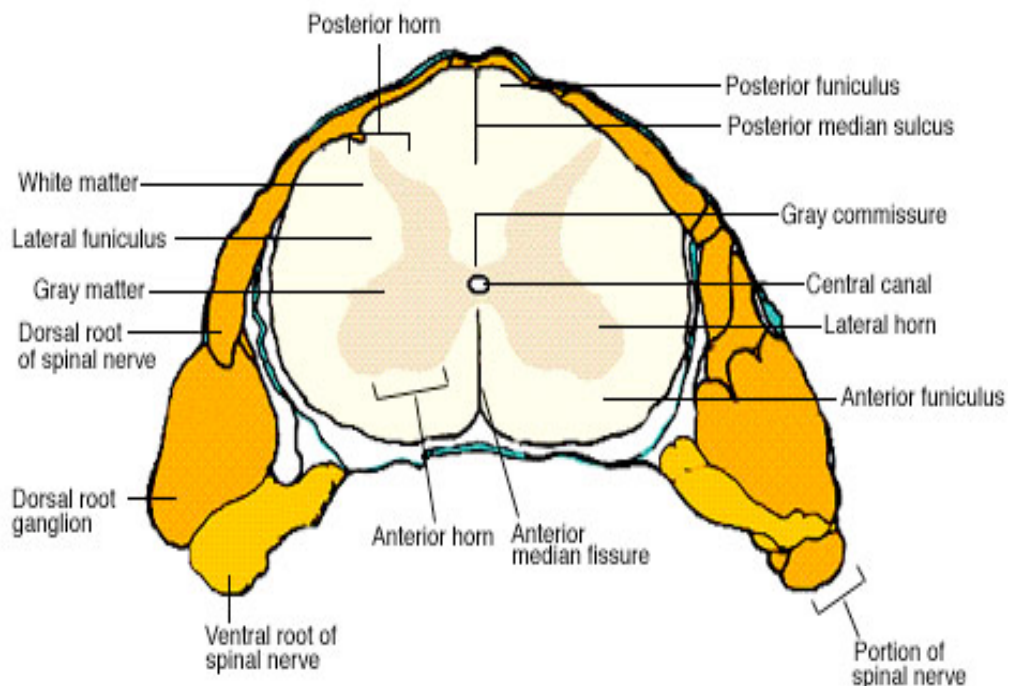
Nervesystemet opdeles først og fremmest i **centralnervesystemet (CNS)** og det **perifere nervesystem (PNS)**. CNS består af hjernen og medulla spinalis. CNS afgrænses rent anatomisk omtrængt af den yderste hjernehinde dura mater.

Spinalis (medulla spinalis)

- Er en del af CNS, som begynder ved foramen magnum, og fortsætter nedad (caudalt) gennem columna.
- Columna består af vertebrae (ryghvirvler), og ved hver vertebra udgår et par spinalnerver (31 par). Disse spinalnerver udgør PNS og forbinder PNS med CNS.
- Cervicalforstørrelse på spinalis forsyner øvre lemmer med nerver.
- Lumbalforstørrelse på spinalis som forsyner nedre lemmer med nerver.
- Som det ses på fig. 9.21 s. 225 (billedet forneden), inddeles rygmarven i en **hvid og en grå substans**, der ligesom i hjernen udgør myelinisering (hvid) eller ej (grå).
- Spinalis har to primære funktioner – den **leder nerveimpulser**, og den tjener som **center for reflekser**.

Rygmarven kan inddeles på følgende måde:

- **Anterior horn (forhorn):** Motoriske fibre som løber til skeletmuskler.
- **Grå masse:** Består af mange interneuroner. Nerverne er umyeliniserede. Den grå masse består af de forskellige "horn".
- **Hvid masse:** Myeliniserede nervefibre som er samlet til store nervebaner. Den hvide masse består af de forskellige **funiculi**.
- **Grå commissure** forbinder de to vinger.
- **Centralkanal** indeholder cerebrospinalvæske.
- De **store nervebaner** dækker et tovejskommunikationssystem mellem hjerne og andre kropsdele.
- **Ascenderende** nervebaner leder sensoriske impulser fra PNS til hjernen.
- **Descenderende** nervebaner leder motoriske impulser fra hjernen til PNS (muskler og kirtler). Disse nervebaners neuroner ligger i samme område og deres axoner ender i samme område. Disse områder angiver oftest disse nervebaners navne fx spinothalamic (fra spinalis til thalamus).



Hjernen (encephalon)

Hjernen kan inddeles i 3 dele

1. Cerebrum (størhjernen)
2. Cerebellum (lillehjernen)
3. Hjernestammen (midthjernen, pons, medulla oblongata)

1. Cerebrum (størhjernen), den største del:

Opbyg: Cerebrum består af to cerebrale hemisfærer (opdelt af dura mater kaldet falx cerebri) som bindes til hinanden vha. "broen" corpus callosum. Cerebrum har mange folder som kaldes gyri. Overfladiske folder kaldes sulcus hvorimod dybe folder benævnes fissurer. Cerebrum kan inddeles i forskellige lapper som navngives efter den knogle de ligger under; frontal (pande), parietal (isse), temporal(tinding), occipitallap (baghoved) og insula.

Fkt.: Indeholder nervecentre associeret med sensoriske og motoriske funktioner samt højere mentale funktioner inkl. fornuft og hukommelse. Endvidere "ligger" personlighed og intelligens her.

Cerebrum er generelt "oversættelses"-område og spiller en stor rolle i komplekse tankeprocesser.

Højre og venstre hemisfære:

Hos 90 % mennesker er den venstre hemisfære den dominerende. Den dominerende del styrer evnen til at tale, skrive, læse mm. Den udominerende hemisfære bruges som regel til nonverbale funktioner heriblandt; bevægelse af krop til balance, forståelse, samt oversættelse af musikalske indtryk, synsindtryk, emotionel og intuitiv tænkning. I hver hemisfære findes desuden grå områder kaldet basal nuclei/ganglier(caudat nucleus, putamen, globus pallidus). Disse områder er relæstationer for motorimpulser fra cortex til rygmarven.

Cerebrum kan inddeles i følgende funktionelle områder:

1. **Primære motor områder:** Frontallapper som indeholder pyramidale celler (pga. neuroners pyramidformede cellekroppe). Disse nervefibre går ind til rygmarven hvor de krydser over således at venstre side af hjernen styrer højre side af skeletmuskulaturen.
2. **Andre områder i frontallappen** styrer andre motoriske "ting" heriblandt et område til bevægelse af hænder og fingre.
3. **Motor tale område (Brocas område):** Styrer komplekse muskulære bevægelser i munden, tungen, larynx som alle bruges til talen.
4. **Frontale øje område:** Viljestyrede muskler til øjne og øjenlåg.
5. **Sensoriske områder:** I mange lapper som modtager sensationer fra sensoriske receptorer og derved producerer følelser eller sensationer. Fx cutane sanser (fra huden) når parietallapper.
6. **Syns områder** modtages bagerste del af occipitallapper.
7. **Auditative** (fra hørelse) områder i temporal lapperne.
8. **Associations områder:** I frontal-, parietal-, temporal- og occipitallapper. Disse områder analyserer, oversætter sensoriske oplevelser. Dette inkluderer hukommelse, fornuft, tale, vurdering, og følelser.

Cerebrum indeholder desuden **diencephalon (mellemhjernen)** som indeholder thalamus og hypothalamus:

1. **Thalamus** er central stopsted for alle sensoriske impulser (undtaget lugtesansen) fra andre dele af CNS til cerebrum. Endvidere producerer thalamus en generel opmærksomhed omkring temp, smerte, berøring.
2. **Hypothalamus** regulerer:
 - hjertefrekvens og blodtryk,
 - kropstemp,
 - vand og elektrolyt balance,
 - Sult og kropsvægt.
 - Kontrol af bevægelser og kirtel sekretioner af maven og tarmene.
 - Produktion af neurosekretoriske substanser som stimulerer hypofysen til at sekretere hormoner.
 - Søvn og vågenhed

Hypothalamus, thalamus og basale nuclei (fra hjernestammen) udgør tilsammen det limbiske system som styrer emotionel oplevelse (fx behageligt, truende), samt udtryk (fx frygt, sorg).

2. Cerebellum (lillehjernen)

- Cerebellum indeholder centre som koordinerer viljestyrede muskulære bevægelser
- Er ligesom cerebrum opdelt i to hemisfære af dura matter (falx cerebrelli).
- De to hemisfære er forbundet af vermis.
- Mest hvid masse og lidt grå masse (cerebellær cortex)
- Cerebellum arbejder vha. 3 par nervebaner (cerebellær pendukler):
 1. Interior pendukel: bringer sensoriske impulser til cerebellum om placeringen af arme, ben, joints og andre kropsdele.
 2. Midt pendukel: Impulser fra cortex i cerebrum til cerebellum om ønsket placering af de nævnte kropsdele (se foroven). Cerebellum bearbejder disse impulser og sender med,
 3. superior pendukel de bearbejdede impulser til hjernestammens midthjern → pons → medulla oblongata → medulla spinalis (rygmarven) → med PNS til kropsdeles muskler (effektorer).
- Cerebellum er refleks center for bearbejdning og koordineringen af kropsdelenes skeletmuskulatur. Opretholder således vores kropstilling.
- Fejl i cerebellum → fejl i vores bevidste muskelbevægelser.

3. Hjernestammen

- Hjernestammen binder forskellige dele af NS samt regulerer forskellige processer.

Hjernestammen består af 3 dele:

- **Midthjernen:** Bundter af myeliniserede axoner.
Refleks center for bl.a. øjet (se noget mens man drejer hovedet) og øret (dreje hovedet for at høre bedre).
- **Pons:** Består 2 dele:
 1. Dorsal del: Aflange nervefibre: impuls til og fra medulla oblangata og cerebrum.
 2. Ventral del: Store transverse bundter af nervefibre: impulser fra cerebrum til cerebellum.
Centre i pons regulerer frekvens og dybde af vejrtrækninger (respiration).
- **Medulla oblangata:** Kaldes også for den forlængede marv. Alle nerver fra og til hjernen løber herigennem.
Medulla oblangata kan inddeles i 3 områder med centre:
 1. **cardiac center:** Impulser herfra løber gennem PNS til hjertet og hjerterytme.
 2. **Vasomotorisk center:** Celler her laver impulser til glatte muskler i blodkarvægge til enten at trække sig sammen (=vasokontraktion → blodtryk ↑) eller udvide sig (=vasodilation → blodtryk ↓).
 3. **Respirationscenter:** Sammenarbejder med centre i pons og regulerer vejrtrækningsrytme, -frekvens og -dybde.
Andre centre i medulla oblangata er centre for reflekser med hensyn til hoste, nyse, synke og opkast.

Den retikulære formation:

- Ligger spredt ud i hjernestammens 3 dele (Midthjernen, pons, medulla oblangata).
- Dets nervefibre er forbundet til centre i hypothalamus, basal kerner, cerebellum og cerebrum.
- Når impulser når det retikulære formation giver dette en vækkende/opvågende effekt på cortex af encephalon, således at cortex er "vågen" til at modtage sensoriske impulser og oversætte disse. Uden det retikulære formations stimulering af cortex kan cortex ikke bearbejde impulser.
- Når den retikulære aktivitet ↓ → søvn.
- Når det retikulære formation overhovedet ikke fungerer → bevidstløshed/koma.

Ventrikler

Findes i cerebrum og hjernestammen indeholder cerebrospinalvæske. De største, laterale ventrikler (1. og 2.) findes i frontale, temporal og occipital lapper. Under corpus callosum findes 3. ventrikel som er forbundet til 1. og 2. igennem interventrikulært foramina. Den 4. ventrikel findes foran cerebellum som forbindes til 3. ventrikel igennem cerebral aquadukt. Cerebral aquadukt går hele vejen ned igennem rygmarven.

Cerebrospinalvæske sekres af celler i pia mater kaldet choroid plexuser. Meget af væsken produceres fra plexusser i 1. og 2. ventrikel hvorefter den flyder ud subaracnoidalt (4. ventrikel) og ind i rygmarven (central kanalen) til slut reabsorberes den i blodet.

Væsken gør at CNS flyder hvilket virker beskyttende mod slag. Endvidere giver væsken CNS et stabilt ionkoncentration.

PNS (perifere nervesystem)

- PNS består af de nerver som udløber fra hjernen (hjerne-nerver) og rygmarven (spinal-nerver).
- PNS kan inddeles i to undergrupper:
 1. **Somatiske NS:** hjerne- og spinalnerver (PNS) som forbinder CNS til hud og skeletmuskler → bevidst styret.
 2. **Autonome NS:** hjerne- og spinalnerver (PNS) som forbinder CNS til indre organer som fx hjertet, maven mm. → ubevidst styret.
- **Ganglia** (flertal: ganglioner): En masse bestående af flere sensoriske pseudounipolære neuroners cellekroppe.
- Motoriske neuroners cellelegeme ligger i den grå matter i CNS.
- **Spinalnerver:** Der findes 31 par spinalnerver som udløber fra medulla spinalis.
 1. Cervicale nerver (C1-C8)
 2. thoracice nerver (T1-T12)
 3. lumbare nerver (L1-L2). Rygmarven slutter mellem L1 og L2, og 4. og 5. punkt udgør cauda equina (hestehalen).
 4. Sacrale nerver (S1-S5)
 5. coccygeale nerver (Co)

Dorsal rod (se udsnit af rygmarv): Passage for unipolære sensoriske neuroners axoner.

Dennes axoner løber ind i medulla spinalis og danner synapser med andre neuroners cellekrop eller dendritter, mens den unipolære sensoriske neurons dendrit modtager info fra vicera mm.

Ventral rod (se udsnit af rygmarv): Passage for motoriske axoner (fra medulla spinalis), hvis neuroner ligger i den grå masse i medulla spinalis.

Dorsal- og ventral udspringer hver især fra medulla spinalis og samles kort efter i en spinal nerve (31 par) som udspringer fra intervertebral foramen til mindre nerver.

- Alle spinalnerver undtagen dem som udspringer fra thorax området (T2-T11) kombinerer og danner tilsammen komplekse netværker, kaldet **plexuser**. I disse plexuser bliver neuronerne organiseret således at de når forskellige dele af kroppen vha. en enkelt nerve (flere axoner, med evt. forskellige info), i selvom axonerne udløber fra forskellige spinalnerver.
 - **Cervical plexusser:** Herfra udspringer neuroner til muskler samt hud i nakken. Endvidere giver disse plexusser udspring til phreniske nerver som bl.a. sender motoriske impulser til diaphragma.
 - **Brachiale plexusser:** forsyner begge arme med neuroner til muskler og hud. Dette gøres igennem nerver kaldet musculocutaneous, ulnar, median, radial og axillaris.
 - **Lumbosacrale plexusser:** forsyner muskler og hud i nedre abdominale væg, eksterne kønsorganer, baller, lår, skinneben og fødder. Disse plexusser giver udspring til obturator, femorale og sciatiske nerver.
 - **Thorax spinalnerver** danner som sagt ikke plexusser men udspringer derimod til intercostal nerver igennem ribbenene. Disse sender motoriske impulser til intercostal og øvre abdominale muskler. De tilbage sender sensoriske impulser fra huden i thorax og abdomen.
- **Hjernenerver:** Der findes 12 par nerver som udløber fra hjernen:
 - I. **Olfactorius:** **lugtesansen**. Sensoriske bipolære neuroner fra næsen til cerebrum cortex i frontallappen.
 - II. **Opticus:** Synssansen. Sensoriske pseudounipolære neuroner fra øjet til cerebrum cortex i occipitallappen
 - III. **Oculomotorius:** Motoriske neuroner fra midthjernen som styrer muskler som bevæger
 - Øjelåget (somatisk/bevidst styret).
 - 4 ud af 6 muskler der bevæger øjet (somatisk/bevidst styret).
 - Justere lysmængden som kommer ind i øjet (autonomt/ubevidst)
 - Forkusere linsen (autonomt/ubevidst)
 - IV. **Trochlear:** **Øjebevægelse**. Motoriske neuroner fra midthjernen som somatisk (bevidst) styrer muskel som bevæger 1 ud af de 6 muskler i øjet.

- V. **Trigeminus:** Den største af nerverne og udspringer fra Pons og deler sig i 3 dele:
1. deling – ophthalmicus: sensoriske neuroner fra nedenstående til hjernen:
 - overflade af øjet
 - tårekirtler
 - pande
 - øvre øjelåg
 - forreste del af hovedbunden
 - panden
 2. deling – maxillaris: sensoriske neuroner fra nedenstående til hjernen:
 - øvre tænder og tandkød
 - overlæben
 - ansigtshuden
 - mucous overfladen på den bløde gane
 3. deling – mandibularis: sensoriske neuroner fra nedenstående til hjernen og motoriske neuroner fra hjernen til nedenstående:
 - hovedbunden bag ørene (sensoriske)
 - huden på kæben (sensoriske)
 - i nedre tænder og tandkød (sensoriske)
 - underlæben (sensoriske)
 - muskler til tygning og gulvet af munden (motoriske)
- VI. **Abducens:** **Øjebbevægelse.** Motoriske neuroner fra Pons som somatisk (bevidst) styrer den sidste muskel ud af de 6 muskler i øjet.
- VII. **Facialis:** **Flere funktioner.** motoriske neuroner fra nedre Pons til siden af ansigtet som styrer
- Muskler til ansigtsudtryk
 - Udskillelse af tåre og spyt fra henholdsvis tårekirtlen og spytkirtlen
- Sensoriske neuroner fra 2/3 af tungens smagsreceptorer til Pons.
- VIII. **Vestibulocochlearis:** Indflydelse på **øret**. Denne nerves funktion kan inddeles i to, hvilket dets navn angiver:
- **Vestibulær:** Sender sensoriske impulser fra øret til medulla oblongata, som balancerer kropsstillingen.
 - **Cochlear:** Sender sensoriske impulser fra modtaget lydbølger på cochlear (øret) til medulla oblongata.
- IX. **Glossopharyngeus:** Indflydelse på **tungen** og **pharynx**. Sensoriske neuroner fra nedenstående til Medulla Oblongata
- Smagsreceptorer i 1/3 af tungen (bagerst).
 - Overfladereceptorer på mandler.
 - Receptorer i pharynx (svælget) stimuleres af madtilførsel og aktivere,
- motoriske impulser fra medulla oblongata til muskler i pharynxvæggen som medvirker synkning.
- X. **Vagus:** En af de væsentligste nerver som med motoriske impulser styrer
- Tale (somatisk)
 - Synkning (somatisk)

- Hjerte (autonomt)
- Glatmuskulatur (autonomt)
- Kirtler i thorax og abdomen (autonomt)

Vagus nerven forsyner hals, thorax og abdominal med sensoriske og motoriske impulser/nerver.

XI. **Accessorius:** De to par deles yderligere i to udspring:

- **Kranieudspring:** motoriske impulser til muskler i pharynx, larynx og den bløde gane fra medulla oblangata.
- **Spinaludspring:** motoriske impulser fra øvre rygmarv til trapezius-musklen (nakke+skulderbladmusklen) og sternocleidomastoidmusklen fra sidehovedet (temporal) til clavicle og sternum.

XII. **Hypoglossus:** **Tungebevægelsesmuskler.** Motoriske impulser fra medulla oblangata til muskel i tungen.

Autonomicus

- Det **Autonome Nervesystem (ANS)** er en del af nervesystemet (PNS).
- Fungerer automatisk/uden bevidsthedens kontrol.
- Dette system regulerer funktioner såsom puls, blodtryk, respirationsfrekvens, og diverse kirtler, som er med til at opretholde homeostase. Dele af ANS reagerer desuden på emotionel stress, og gør kroppen klar til at møde kravene ved fysisk aktivitet.
- Reflekser regulerer de autonome aktiviteter, ud fra sensoriske signaler fra receptorceller i viscera (indre organer) og huden. Disse signaler transmitteres til nervecentre i hjernen eller udenfor CNS, og er integreret i ganglier, og netop disse ganglier giver ANS den egenskab at det delvist er uafhængigt af hjernen og rygmarven.
- Nervefibre i ANS er motoriske nervefibre.
- ANS kan deles op i to funktionelle grupper: Det **parasymptatiske** og det **sympatiske**.

Den sympatiske del: Tager sig af at klargøre kroppen til ekstreme/stress situationer, der fx er meget energikrævende, er stressede, eller kræver stor opmærksomhed (ulykker, fx).

Den parasymptatiske del: Er i modsætning til den sympatiske del mest aktiv under normale/hvilende omstændigheder. Den afbalancerer desuden tilstande forårsaget af den sympatiske del efter fx stressede situationer, og medvirker til en tilbagevenden til hviletilstand. De to dele virker altså agonistisk på hinanden.

Ex.: Under en ulykke hæver den sympatiske del hjerterytmen mv., men den paras. nedsætter denne igen efterfølgende.

Autonome nervefibre:

Motoriske signalveje:

De autonome består af to neuroner mellem CNS og en effektor, hvor de somatiske kun består af en. Den ene af ANS-cellerne har sin cellekrop i hjernen el. i rygmarven, og axonet, **den pregangliane** udgår fra CNS og synapser med en eller flere neuroner, hvis cellekroppe findes i en autonom ganglion. Axonet af en sådan celle kaldes **postgangliane fibre**, og den er udstrakt til en viscerel effektor.

Den sympatiske del:

I denne del udgår den pregangliane fiber fra den 1. neuroncellekrop i den grå substans i rygmarven og danner synapse med 2. neuroncellekroppen i ganglier enten i en af de vertebrale kolonner eller i ganglier halvvejs mod den viscerale effektor (se side 242). Den postgangliane fiber udløber herfra og til viscera.

Den parasympatiske del:

For denne del gælder det, at de pregangliane fibre først synapser med det postgang. i selve viscera, eller i ganglier lige før (se side 243).

Neurotransmittere og synapser:

Indenfor både sympatiske og parasympatiske dele af NS sekres **acetylcholine**, og kaldes derfor **cholinergiske** fibre.

Der er imidlertid en forskel ang. de postgangliane fibre, som gør, at de har forskellig effekt på de muskler mv. de har effekt på. De postgangliane fibre i den parasympatiske del er nemlig **cholinergiske**, mens fibrene i den sympatiske del sekreterer **norepinephrin** (eller **noradrenalin**), og kaldes **adrenergiske fibre**.

Selvom ANS kan aktivere nogle effektorer og begrænse andre, så er det ikke alle visceraer der nødvendigvis er styret antagonistisk af både sympaticus og parasympaticus, men ofte er kun et af disse forbundet til en bestemt muskelgruppe, og et af systemerne kan så skrue op eller ned.

Postgangliane fibre i den sympatiske del:

Generelt har adrenalin en funktion på diverse kirtler, muskler og blodkar/bronchioler, således at kroppen bliver klar til at yde i en kort tid, dvs.:

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|-------------------------|
| pupiller udvides | Pulsens øges | Energiltilførsel flyttes fra homeostaseopretholdende funktioner til at yde noget "ydre" | Blodsukker op | Ingen tårer | Ingen/mindre tissetrang |
| Generelt ved adrenergisk påvirkning: Alt i kroppen indstilles på at skulle reagere ift. ydre påvirkning, såvel emotionelt som fysisk. Stress-situationer. | | | | | |

Omvendt ved cholinergisk påvirkning:

Homeostaseopretholdende funktioner opprioriteres, fx fordøjelsesprocesser, makroekskretion (urin, ekstremiteter) osv. Afslapning.

Kontrol af den autonome aktivitet

Hjernen og rygmærven er den dominante kontrollør af den autonome aktivitet, men ganglia uden for CNS kan også have en delvis kontrol af aktiviteten.

Reflekscentre i hjernens medulla oblongata regulerer vha. autonome aktiviteter:

- Hjerteraktivitet
- Vasomotoriske aktiviteter
- Respiratoriske aktiviteter

Disse reflekscentre modtager sensoriske impulser gennem vagus nerven fra vicera. Modsat sender disse reflekscentre motoriske impulser gennem vagus nerven til muskler og kirtler.

Reflekscentre i hypothalamus regulerer, ligeledes vha. den autonome aktivitet,

- Kropstemperatur
- Sult
- Tørst
- Vand og elektrolyt balancen

Komplekse reflekscentre i hjernen, herunder det limbiske system og cerebrale cortex kontrollerer vha. ANS følelsesmæssig stress. Disse regulerer følelsesmæssige udtryk og opførsel.

Kapitel 11 - Det Endokrine System

Det endokrine system består af **endokrine kirtler** (celler, væv og organer) som sekreter hormoner. Disse hormoner diffunderer over **interstitial væske** (=intracellulær væske) til blodbanen. Herefter virker disse på forskellige **target celler**.

Lokale hormoner udskilles ved:**Parakrin** sekretion: Sekretion som kun påvirker nærliggende celler.

Autokrin sekretion: Sekretion som kun påvirker den sekreterende celle.

Exokrine kirtler sekreter stoffer ud af kroppen. Fx sved fra svedkirtler (som er exokrine kirtler)

Ligesom nervesystemet er det endokrine system involveret i kommunikation imellem celler. Forskellen ligger i at det endokrine system (e.s.) udsender hormoner (besked stoffer) ud i blodbanen hvor de kan virke overalt, derimod sekreter nervesystem kun transmitterstoffer (besked stoffer) i synapsespalterne. Derudover er det e.s. mere præcist idet, det kun påvirker celler som har receptor proteiner for det pågældende hormon.

E.s. hjælper med at vedligeholde en del stofskifte reaktioner; hast. af forskellige reaktioner, transport af molekyler, vedligeholdelse af vand og elektrolyt balancer.

Steroid hormoner: (Steroider og steroid lignende stoffer)

- Er syntetiseret ud fra kolesterol.
- Er uopløselige i vand dvs. upolære.
- Transporteres i blodet, svagt bundet til plasmaproteiner => nem frigørelse.
- Lipid-opbygning => nem diffusion over cellemembran.

Virker således:

1. Diffusion over **cellemembran** og ind i target cellen.
2. Steroid bindes til **receptor protein** i nukleus.
3. Receptor-hormon-kompleks bindes på bestemte steder i DNA. => **transskription** af specifikke gener til messenger RNA (**mRNA**).
4. mRNA molekyler kommer ud til **cytoplasmaet**.
5. mRNA og ribosomer kombinerer og syntetiserer **proteiner**. Disse proteiner kan så udføre en bestemt opgave.

Ikke steroid hormoner (Aminer, peptider, proteiner, glykoproteiner):

- **Aminer, peptider, proteiner, glykoproteiner:**
- Er syntetiseret ud fra aminosyrer.
- Er vandopløselige dvs. polære
- Kan på pga. polaritet ikke diffundere over cellemembraner.

Virker således:

1. Bindes til receptorer på cellemembran. Disse receptorer har **bindings-** og **aktivitets-**side.
2. Hormon-receptor-kompleks aktiverer et **G-protein**.
3. G-protein aktiverer enzymet **adenylat cyclase** (Som er bundet til inderside af cellemembran).
4. Det aktiverede enzym igangsætter reaktion som gør at ATP-molekyler udgør en cirkulær form; **cAMP**.
5. cAMP aktiverer andre enzymer (**protein kinaser**) => protein kinaser overfører fosfat gruppe fra ATP til deres **substratmolekyler**, så de derved bliver aktiverede. => nye enzymkatalyserede processer kan foregå.
6. Enzymet phosphodiesterase, inaktiverer hurtigt cAMP så dennes virkning er kortvarig.

Første messenger:

Hormon som udløser ovenstående reaktioner.

Anden messengers:

Biokemikalier i cellen som laver ændringer som følge af hormonets binding med receptoren.

Prostaglandin:

En gruppe biokemikalier som også regulerer forskellige celleprocesser. Disse er lipider syntetiseret ud fra fedtsyren, **arachidonic syre**. Disse besked-stoffer bliver produceret forskellige steder bl.a. lever, nyre, hjerte.

Virker mere lokalt end hormoner, som regel kun på de organer som producerer dem. De er desuden syntetiseret lige før afgivelse og er hurtigt inaktiveret. Kan have modstridende effekter, fx sammentrængning nogle steder og afslapning andre.

Kontrol af hormon udskillelse:

Hormon-udskillelsen er kontrolleret af 3 forskellige mekanismer som er styret af negativ feedback:

1. **Hypothalamus** stimulerer forreste **hypofyselaps** hormonudskillelse.
2. **Nervesystemet** stimulerer nogle endokrine kirtler direkte til hormon-udskillelse.
3. Nogle endokrine kirtler udskiller hormon alt efter **ændringer i plasma**.

Hvis hormon-udskillelsen overstiger behovs-grænsen hæmmes de faktorer (fremhævet) som er årsag til udskillelsen. Denne hæmning fortsætter indtil hormon-koncentrationen falder under behovs-grænsen, hvorved den negative feedback mekanisme gøres inaktiv og de faktorer som er årsag til hormon-udskillelsen genoptager deres funktion (en form for cyklus).

Hypofysen:

Findes i bunden af hjernen og er bundet til hypothalamus vha. **infundibulum** (hypofysestilken). Denne kirtel består af to lapper den forreste og bagerste. Hypothalamus styrer hypofysens sekretion på to måder:

1. Neurosekretoriske cellekroppe i hypothalamus har axoner som løber ned i bagerste hypofyselap og udskiller hormoner til kapillær-netværk i dette område som spredes ud til målceller med blodcirkulationen.
2. Modsat bagerste hypofyselap udskiller hypothalamus hormoner i **hypophyseale portal vener**. Disse vener bringer hormonerne til hormonudskillende celler i forreste hypofyselap. De hormonudskillende celler svarer ved at sekreere et andet hormon som spredes ud til målceller med blodcirkulationen.

Forreste hypofyselap:

Denne lap er indkapslet i tæt, collagen bindevæv og indeholder meget epitelvæv (sekretoriske celler) organiseret i blokke omkring blodkarrene.

Væksthormon (GH):

- Stimulerer celler til vækst og deling.
 - Øger aminosyrernes bevægelse igennem cellemembraner.
 - Øger cellers hastighed ved forbrænding af kulhydrater og fedt.
- GH sekretion styres af GH-udløsende-hormon og GH-hæmmende-hormon fra hypothalamus.
↓ blodsukker- og nærringskoncentration → ↑ GH-udskillelse. Og vice versa.

Prolactin (PRL):

- Stimulerer modermælksproduktion og vedligeholder dette
- Hos mænd kan dette føre til fald i mandligt sex hormon.

Thyroid/skjoldbruskkirtel-stimulerende hormon (TSH):

- Kontrollerer skjoldbruskkirtel sekretioner

Hypothalamus kontrollerer TSH-udskillelsen ved at udskille hormonet thyrotropin-udløsende-hormon (TRH). TSH og TRH-udskillelsen kontrolleres negativfeedback mekanismen:

↑TRH → ↑TSH → ↑hormonudskillelse fra skjoldbruskkirtel → hvis behovsgrænsen overskrides → negativfeedback → ↓TRH → ↓TSH → ↓hormonudskillelse fra skjoldbruskkirtel → hvis behovsgrænsen underskrides → tilbage til start

Adrenocorticotropisk hormon (ACTH):

- Stimulerer sekretion fra binyrebarken

Hypothalamus kontrollerer ACTH-udskillelsen ved at udskille hormonet corticotropinudløsende hormon (CRH). Dette sekreseres ved lav koncentration af binyrebarkhormoner samt ved stress.

↓ binyrebarkhormon eller stress → ↑CRH → ↑ACTH → ↑binyrebarkhormoner

Follikelstimulerende hormon (FSH) og luteiniserende (kønnskirtelpåvirkende) hormon (LH):

- Begge disse hormoner påvirker reproduktionsorganerne mere specifikt gonaderne (æggestokke og testikler)

Bagerste hypofyselap:

Denne lap består hovedsageligt af nervefibre (fra hypothalamus) som støttes af neuroglia celler.

Antidiuretisk hormon (ADH):

- Formindske urinproduktion ved at formindske væskeudskillelse fra nyre ved at reabsorbere natrium og udskille kaliumioner og regulerer således kropsvæsken.

ADH-udskillelsen reguleres af osmoreceptorer i hypothalamus som opfanger ændringer i kropsvæskers osmotiske tryk.

↓ vand → ↑ ionkoncentration → ↑ osmotisktryk → stimulerer osmoreceptorer → ↑ ADH → reabsorption af Na⁺ i nyren → ↓ urin → ↑ vand → negativfeedback

Oxytocin (OT):

- Sammentrækker glatmuskulatur i livmoder- og vaginavæg som respons på udstrækning af disses vægge (vigtig ved fødsel).
- Væsentlig rolle i mælkenvej fra mælkekirtler til mælkekanaler og udskillelsen fra brystvorten.
- Virker også antidiuretisk men meget svagere en ADH.

Skjoldbruskkirtel:

Findes i bunden af hjernen og er bundet til hypothalamus vha. infundibulum (hypofysestilken).

Denne kirtel består af to lapper som er indkapslet i tæt bindevæv. Den består af en masse follikler som er fyldt med colloidsubstans. Folliklerne er omringet af kubiske epitelceller som sekreter hormoner som enten ophobes i colloid eller udskilles til blodet vha. nærliggende kapillærer:

Thyroxin/ tetraiodthyronine (T₄) og triiodothyronine (T₃):

Disse hormoner har samme funktion men T₄ er blot fem gange så effektiv.

Deres funktioner er at regulere metaboliske reaktioner:

- Øger cellens energiudskillelse ud fra kulhydrater
- Øger proteinsyntesen i cellen
- Stimulerer nedbrydning af lipider
- Regulerer forbrænding af kalorier i hvile,
- Essentielle til nervesystemets modning
- Essentielle til normal vækst og udvikling

Disse hormoner er opbygget af iod som kommer fra maden gennem tarmen.

Hypothalamus kontrollerer skjoldbruskkirtel sekretioner. Disse hormoner transporteres ved at binde sig til plasmaproteiner i blodet.

Endvidere producerer skjoldbruskkirtelen også hormonet calcitonin som produceres af ektrafollikulære celler.

Calcitonin-udskillelsen mindsker blodkoncentrationen af calcium og fosfat. Jo mere calcium og fosfat jo mere calcitonin udskilles.

↑calcium og fosfat → ↑calcitonin → ↓osteoclast aktivitet (knoglenedbrydere) → stimulere nyren udskiller mere fosfat og calcium → ↓calcium og fosfat → ↓ calcitonin

Paratyreoidea:

Findes på bagsiden af skjoldbruskkirtlen. Der er som regel 4 kirtler.

Disse kirtler er omkapslet af bindevæv og er opbygget af små grupper sekretoriske celler tæt forbundet til kapillærer.

Parathyroid hormon, PTH, (øgende faktor) regulere sammen med **calcitonin** (sænkende faktor) calciumkoncentrationen i blodet:

Indflydelse på Knogler:

↓ Ca²⁺ → ↑ PTH → ↓ osteblastaktivitet (knogledannende celler) og ↑ osteoclastaktivitet (knoglenedbrydende celler) → ↓ Ca²⁺-forbruget ved mindre knogledannelse og ↑ Ca²⁺-dannelse ved nedbrydning af knogle → ↑ Ca²⁺

Indflydelse på nyren:

↓ Ca²⁺ → ↑ PTH → ↓ Ca²⁺-udskillelse fra nyren og ↑ fosfat udskillelse til urinen → ↑ Ca²⁺

Indflydelse på tarmen:

↓ Ca²⁺ → ↑ PTH → ↑ Ca²⁺-absorbtion fra mad i tarmen → ↑ Ca²⁺

Binyrekirtel:

Består af to lag; binyrebark (adrenalcortex) og binyremarv (adrenal medulla).

Medulla / binyremarven:

- Celler irregulært formet
- Forbundet til autonome nervesystems sympatiske del.
- Vasculært (rigt på blodkar)

Hormonerne fra binyremarven:

1. Epinephrine (adrenalin)

2. Norepinephrine (noradrenalin)

Disse to har ens struktur og fysiologisk funktion. Noradrenalin er nødvendig for dannelsen af adrenalin. De to hormoner fungerer på samme måde som sympatiske nerveimpulser virker på effektorer (stresssituationer) men ti gange længere tid fordi hormoner nedbrydes langsommere end neurotransmittere.

Noradrenalin og adrenalins effekt: Stresssituationer:

- ↑ hjerteslag pga. ↑ hjertemuskelssammentrækning
- ↑ åndedræt
- ↑ glukose i blodet fordi leveren øger nedbrydning af glykogen til glukose.
- ↑ blodtryk
- ↓ fordøjelsesaktivitet

Når hypothalamus aktiverer sympatiske nerveimpulser aktiveres hormonudskillelsen fra binyremarven. Fight or flight-response/ stresssituationer.

Cortex / binyrebarken:

Tætsiddende epitelceller organiseret i lag.

Disse lag udgør en ydre (**zona glomerulosa**), midt (**zona fasciculata**) og indre (**zona reticularis**)

Vasculært (rigt på blodkar)

Hormoner fra binyrebarken:

Binyrebarken kan producere mere end 30 slags steroider inkl. hormoner, heraf er de vigtigste:

1. Aldosteron

Ved ↓ Na⁺ og ↑ K⁺, samt ↓ blodtryk → ↑ aldosteron udskillelse → ↑ Natrium reabsortion og ↑ kaliumsekretion → natriumreabsorbtion medfører vand reabsorbtion ved osmose → reabsorbtion af vand øger blodvolumen og blodtryk

2. Cortisol/hydrocortison

Cortisols primære rolle er at regulere glukose ved at

- Hæmme proteinsyntesen i væv, og således øges aminosyrekoncentrationen i blodet.

- Øge fedtsyre-udløsning fra fedtvæv som øger forbruget af fedtsyrer som energikilde, i stedet for glukose.
- Stimulerer leverceller til at syntetisere glukose fra nonkulhydrater (aminozyrer og glycerol), som øger glukose koncentrationen.

Cortisol-udskillelsen reguleres ved følgende procedure

1. Hypothalamus
↓ (CRH via blod)
2. Forreste hypofyse
↓ (ACTH)
3. Blodbanen
↓
4. Binyrebarken
↓
5. Cortisol-udskillelse:
↓ proteinsyntese → ↑ aminosyrer
↑ fedtsyreforbrug som energikilde → ↓ glukoseforbrug
↓
6. Når cortisol-udskillelsen overstiger behovsgrænsen → % CRH, % ACTH

Den negative feedback mekanismes regulering af cortisoludskillelse afhænger af tilstande (høj temp, stress, skade, sygdom, følelsesmæssig stress). Ved fx stress situationer øges CRH og dermed cortisol udskillelsen gevaldigt indtil stresssituationen er overstået.

Binyrebarken udskiller også sex hormonerne androgen (mandlig kønshormon) og østrogen (kvindelig kønshormon). Væsentlige for reproduktionsorganerne.

Bugspytkirtlen (Pancreas)

Dobbelt funktion:

1. Exokrin: **fordøjelsesvæske** til tarmen.
2. Endokrin: **hormoner** (altid ind i blodet).

Struktur:

- Aflang foran i maven.
- Ligger opad tyndtarmen, hvortil den overfører fordøjende væske (exokrin).
- Den endokrine del er opdelt i Langerhans øer som består af to typer cellegrupper som er forsynet med tætsiddende blodkar. De to cellegrupper er flg.:
 1. Alfaceller: udskiller hormonet glykagon når blodsukkeret er faldet
↓ blodsukker → ↑ glykagon-udskillelse → stimulerer leveren til at nedbryde glykogen + uorganiske stoffer, som aminosyrer, til glykose → ↑ glykose → ↑ blodsukker
Glykagon er bedre end adrenalin (epinephrine) til at øge blodsukkeret.
 2. Betaceller: udskiller hormonet insulin som virker agonistisk på glykagon.
↑ insulin-udskillelse → ↑ proteinsyntesen, hvorved aminosyrene bliver forbrugt og dermed ikke omdannes til glykose.
↑ insulin-udskillelse → ↑ aminosyre transport ind i celler således at proteinsyntesen kan foregå.
↑ insulin-udskillelse → ↑ fedtoplagring i fedtvæv således at dette ikke omdannes til glykose.
- Fald i blodsukker nedsætter nervesystemets aktivitet.

Kapitel 12 - Blod

Blod består af plasma og blodceller.

Plasma:

Vand, fedt, aminosyrer, proteiner, carbonhydrider, vitaminer, hormoner og elektrolytter.

Blodceller:

Hvide, røde blodceller og blodplader. Alle disse specialiseres ud fra stamcellen hemocytoblast.

HTC (hæmatokrit):

Angiver procent celler af samlet blodvolumen.

Blodvolumen afhænger af kropsstørrelse, ændring af kropsvæske, elektrolyt koncentration og mængden af fedtvæv.

Hæmoglobin:

Jern syntetiserer hæmoglobin-dannelse. For lidt jern fører til **anemi** (dårlig evne til at binde oxygen), pga. nedsat hæmoglobin-produktion.

Rødblodcelle / erythrocytter:

En tredje del af en rødblodcelles volumen er proteinet **hæmoglobin** (binder oxygen).

Når der er bundet oxygen til hæmoglobinen (**oxyhæmoglobin**) fås en lys rød farve af blodet, hvorimod en mørk farve ses uden oxygenbinding (**deoxyhæmoglobin**).

Når de røde blodceller modnes frastødes kernen, hvorved mere plads til hæmoglobin skabes.

Afstødning bevirker desuden ingen celledeling samt proteinsyntese.

Røde blodceller lever i ca. 120 dage.

Red blood cell count/ RBCC el. RCC:

Antal erythrocytter/røde blod celler pr. mm³. Normalværdien for mænd ligger mellem 4,6 og 6,2 mill. og 4,2-5,2 mill. hos kvinder.

Dannelse af røde blodceller (hemopoise):

I fostertilstand dannes blodceller i leveren, milten, "gul sæk".

Efter fødsel fortsætter produktionen i den røde knoglemarv.

Hemopoise reguleres af lever og nyren som udskiller hormonet erythropoietin til blodkredsløbet.

Med blodet når dette hormonet den røde knoglemarv og hemopoise reguleres, hvorved oxygenkapaciteten reguleres. Sidstnævnte afhænger dog også af hæmoglobindannelsen.

Vitamin B12 og "**folic acid**" er væsentlig for hemopoisen. Disse stoffer er vigtige for DNA-syntesen således at røde blodceller med kerner kræver disse for udvikling og deling.

Erythrocytters livscyklus:

Næringsstofferne B12 og "folic syre" og jern optages fra tyndtarmen til blodet hvor det transporteres til den røde knoglemarv som bruger disse til hemopoise. Modnede røde blodceller afgives til blodet, hvor de med tiden stivnes og bliver skrøbelige og ødelægges. Ødelagte blodceller nedbrydes primært i leveren og milten af makrofager. Herved fraspaltes hæmoglobinen som viderespaltes til **heme** og **globin** (protein). Heme som indeholder jernet bliver yderligere nedbrudt til jern og den grønne **biliverdin**. Jernet bliver genbrugt i knoglemarven eller lageret i et jern-protein-kompleks i leveren. Biliverdin bliver eventuelt omdannet til **bilirubin**. Bilirubin og biliverdin bliver udskilt til galdeblæren, som galdepigment.

Hvideblodceller/leukocytter:

Leukocytter er en del af immunforsvaret og beskytter kroppen mod fjendtlige stoffer. Fjerner desuden ubrugelige celler.

Dannelse af hvideblodceller:

Hormongrupperne interleukiner og colony-stimulating faktorer (CSFs), stimulerer stamcellerne hemocytoblaster til at specialisere sig til leukocytter i form af granulocytter (kornet cytoplasma) og agranulocytter (ukornet cytoplasma).

Granulocytter: Dobbelt så store som røde celler og har en levetid på 12 timer.

- **Neutrophiller:** Udgør 54-62% af leukocytter. Fagocytiserer/nedbryder små partikler.
- **Eosinophiller:** Udgør 1-3%. Dræber paracitter og hjælper med kontrollering af betændelse og allergiske reaktioner.
- **Basophiller:** Udgør under 1%. Udskiller heparin (forhindrer blod sammenklumpning) og histamin (øger blodtilstrømning til skadet væv). Spiller også stor rolle ved bestemte allergiske reaktioner.

Agranulocytter:

- **Monocyttter:** 3-9%. Levetid: fra uger til måneder. Er størst af alle blodceller. Nedbryder store partikler. Kan omdannes til makrofager som er en slags skraldemand og besidder en vigtig rolle rødeblodcellers livscyklus de foroven.
- **Lymfocytter:** 25-33%. Levetid: Flere år. Vigtige for immunitet ved at de danner antistoffer som angriber fremmede mikroorganismer. "The warriors". Kan inddeles i T og B-lymfocytter, hvor B-lymfocytter omdannes til plasmaceller.

White-blood-cell-count/ WBC: Normalværdier: 5000-10000 pr. mm³.
<5000: Leokopenia, fx ved influenza, aids osv.
>10000: Leokocytose; indikerer akut infection fx blindtarmsbetændelse.

Diapedese: Hvideblodceller kan snige sig ud imellem slits i blodkar.

Amoeboid motion: Måden hvorpå leukocytter bevæger sig uden for blodbanen.

Blodplader/thrombocytter:

Formes ud fra **megakaryocytter** (store celler) i knoglemarven. Blodplader er små dele af disse megakaryocytter.

Hormonet **thrombopoietin** stimulerer stamcellen hemocytoblasten til at specialisere sig til megakaryocytter.

Deres funktion er at danne blodklumper og derved lave en væg ved ødelagte blodkars ender.

Platelet count: 130000-160000 pr. mm³.

Blod plasma:

92% vand, 8% organiske og uorganiske stoffer.

Transporterer næringstoffer, gasser og vitaminer. Regulerer desuden væske/elektrolytbalancer og vedligeholder pH.

Plasmaproteiner:

- **Albuminer:** 60% af alle plasmaproteiner. Syntetiseres i leveren. Kan ikke krydse membranen af blodkar som gør at denne kan regulere osmotisk tryk.
Meget albumin => lav vand konc. i blodkar => vand trænger ind i karrene => højere osmotisk tryk
Lidt albumin => højere vand konc. i blodkar => mindre vand gennemtrængning => lavere osmotisk tryk.
Ud fra dette kan det ses at albuminer regulerer vandbalancen i blodkar og har således indflydelse på størrelse af blodvolumen og dermed blodtryk. Dette osmotiske tryk kaldes **colloid osmotic pressure**.

- **Globuliner:** 36%.
 1. Alfa, Beta: Syntetiseres i leveren. Transporterer fedt og fedtopløselige vitaminer.
 2. Gamma: Syntetiseres i lymfatisk væv. Som en slags antistoffer.
- **Fibronogen:** 4%.
Syntetiseres i leveren. Størst af alle. Medvirker i blodkoagulering.

Plasmamagasser: O₂, CO₂ og N₂.

Plasmanæringstoffer:

Aminosyrer, simple sukker og fedt. Alle absorberet fra fordøjelsestragten.

Absorberede aminosyrer transporteres til leveren vha. plasma hvor det indgår i proteinsyntesen eller bruge som energikilde.

Plasma transporterer glukose til leveren fra tyndtarmen hvor det lagres som glykogen eller omdannes til fedt.

Fedt (upolær) i plasma (92% vand -polært) transporteres med lipoproteiner.

Hemostase (hindring af blødning):

Vasospasm: Kontraktion af glatmuskulatur omkring kar => mindre blodtab.

Blodplader afgiver **serotonin** som bevirker vasospasm.

Plug formation:

Blodplader klæber sig til blodkarrets væg og til hinanden. Herved dannes en væg ved overskæring og blødning hindres eller mindskes.

Koagulation/ størkning af blod:

Blodkoagulation afhænger af hæmmende og fremmende biokemikalier såkaldte **clotting factors**.

Ødelagt væv udskiller vævs **thromboplastin** => Aktivering af **prothrombin-aktivator** => prothrombin-aktivator og **Ca²⁺** spalter **prothrombin** til **thrombin** => thrombin og **Ca²⁺** spalter **fibronogen** => kæder af spaltet fibronogen bindes og udgør **fibrin** => "edderkopspind" af fibrin som dækker det overskårede område hvorpå blodceller og blodplader fanges. Dette mindsker blødningen. Dog kan gullig væske, **serum**, (plasma minus clotting factors) godt trænge igennem "edderkopspind".

Positiv feedback: Oprindelig handling stimulerer flere af samme slags handlinger. Dette gælder for koagulation. Jo mere vævskade jo mere prothrombinaktivator jo mere størkning.

Blodets strømning forhindrer størkning idet strømning bevirker at thrombin bæres væk og thrombin konc. holdes lav. Størkning sker der hvor blod ligger stille eller bevæger sig langsomt.

Fibroblast angriber størkning/udfyldninger og producerer bindevæv som forstærker og dækker blodkarrevner.

Thrombus: En unormal størkning/klumpning i blodkar/åre.

Embolus: Når en del af thrombus afrives og flyder med blodomløbet. Kan have fatale følger idet denne kan sætte sig i smalle blodveje og således blokere for blodtilførsel til væsentlige organer.

Blodtyper

Baseret på eksisten eller mangel på to antigener på erythrocytters cellemembraner.

Blodtype A: Antigen A + Antistof B => normalt => ingen klumpning.

Blodtype B: Antigen B + Antistof A => normalt => ingen klumpning.

Blodtype AB: Antigen A og B + ingen antistoffer => normalt => ingen klumpning.

Blodtype O: Ingen antigener + Antistof A og B => normalt => ingen klumpning.

Blodtype A: % B og AB, + A og O

Blodtype B: % A og AB, + B og O

Blodtype AB: + Alt, universal modtager

Blodtype O: % Alle undtaget O. Kan afgive til alle, universal donor.

Rh-blodgruppen

Mange Rh-antigener, men **antigen D** er den vigtigste.

Rh-positiv: Når der er Rh-antigener på erythrocytters cellemembraner.

Rh-negativ: Når der ikke er nogen Rh-antigener på erythrocytters cellemembraner.

Rh-positivitet og Rh-negativitet bestemmes af persons forældre. Det er arveligt.

Når en Rh-pos. far *gør* Rh-neg. mor gravid og moren får et Rh-pos. foster vil Rh-antigenerne fra fosteret komme til moderen, som af denne grund vil danne Rh-antistoffer. Disse Rh-antistoffer vil herefter angribe et eventuelt nyt fosters Rh-antigener. Dette har fatale følger.

Kapitel 13 - Cardiovasculært system

Lag i og omkring hjertet:

1. **Fibrøst pericardium:** Fibrøst bindevæv.
2. **Parietal pericardium:** Sammen med visceral pericardium udgør de en membran som er foldet sammen, som giver et dobbelt lag på hjertet.
3. **Visceral pericardium (Epicardium).**
4. **Visceral pericardium hulrum:** Hulrum mellem 2. og 3. indeholder serous væske som mindsker gnidning når hjertet kontraherer.
5. **Myocardium:** Hjertemuskelatur, organiseret i planer/lag som er adskilt af bindevæv. Har mange kapillærer og nervefibre. Hjertemuskelaturen er formet som flere hvirvler omkring hjertet, således at kontraktion giver en "twistende" effekt.
6. **Endocardium:** Epitel- og bindevæv inkl. elastiske- og collagenfibre, samt blodkar og speciel hjertemuskelatur (Purkinje fibre).

Hjertets højre halvdel har en mindre muskulatur sammenlignet med dens venstre del. Dette skyldes at højre del skal forsyne det lille kredsløb, mens den venstre del skal forsyne det store kredsløb.

Hjerte klapper og kamre:

Hjertet er opdelt i fire kamre to **atrier** (forkamre) og to **ventrikler** (hjerterkamre). De to hjerterkamre adskilles af **septum**.

Højre side:

Tricuspid klap (tre cusps): Sidder mellem atrium og ventrikel. Denne sidder fast på **papillary muskler** vha. **chordae tendineae** (bindevæv). Ved kontrahering af ventrikel kontraherer papilær muskler så klappen ikke bliver trukket ud i atrium. Papilær muskler har ikke noget med klappens åbning/lukning at gøre.

Pulmonær klap (tre cusps): Sidder mellem pulmonary trunk (mod lungerne) og ventriklen.

Venstre side:

Bicuspid/mitral klap (to cusps): Sidder imellem atrium og ventrikel har også papilær muskler samt chordae tendineae.

Aorta klappen (tre cusps): Mellem ventrikel og aorta.

Hjerteskelettet:

Ring af sammenhængende tæt bindevæv omkring de fire klapper fortsætter ned i septum som en væg.

Blodets vej:

Blod med lav O₂ og høj CO₂ går fra venoler til vener, som samles til **inferior** (vener fra under hjertet) og **superior** (vener fra over hjertet) **vena cava**. Vena cava og **coronary sinus** (opsamler afiltet blod der forsyner hjertet fra cardiac vener) afgiver blod i højre atrium. Når højre atrium kontraherer (ventrikler slapper af) fortsætter blodet ned igennem tricuspid klappen og ned i højre ventrikel. Når højre ventrikel kontraherer (atrier slapper af) fortsætter blodet igennem pulmonary valve og pulmonary trunk til lungerne. I lungerne iltet blod og CO₂ udskilles. Det iltede blod fortsætter til pulmonary vener og ind til venstre atrium. Når venstre atrium kontraherer (ventrikler slapper af), fortsætter blodet ned igennem bicuspid klappen og ind i venstre ventrikel. Når venstre ventrikel kontraherer presses blodet ud igennem aorta klappen og ud i aorta. Aorta deler sig til arterier, som deles til arterioler, som til sidst deles til kapillærer der er forbundet til venoler.

Højre ventrikels kontraktion bevirker trykket, at blodet passerer coronary arterierne. Men når højre ventrikel slapper af flyder noget af det udpumpede blod tilbage i cuspsene. Dette blod flyder videre ned igennem coronary arterierne og forsyner selve hjertet.

Impulsledning i hjertet vha muskelvæv

1. Stimulering af S-A knuden (**Sinoatrial knuden**). S-A knuden har en selvstændig rytmisk aktivitet som kan reguleres af hjernen.
2. Impulsspredning fra S-A knuden og ud i atrier. Dette medfører atrial kontraktion. Da de impulsledende muskelvæv deles (**junctional fibers**) inden forening med A-V knuden. Den lille diameter på junctional fibers bevirker at impulsen ledes langsomt til A-V knuden hvorved atrier trækkes sammen inden impulsen når A-V knuden.
3. Stimulering af A-V knuden. Herfra fortsætter stimuleringen til,
4. A-V bundtet som udspringer i to dele (**Hisske bundt**) som dækker hvert sin ventrikel.
5. Det Hisske bundt bevæger sig ned mod apex mens de yderligere deles til **purkinje fibre**.
6. Purkinje fibre trænger ind i ventriklerne og papillære muskler.
7. Ventrikulær kontraktion.

Hjerteaktivitet

Systole: sammentræk af ventrikel.

Diastole: afslapning af ventrikel.

Hjertecyklus (se fig. 13.11, side 337)

1. Atrial og ventrikulær diastole: **Semilunar klapper** (Aorta og pulmonary klapperne) lukker i (dupp). Over 70% af blodet flyder af sig selv ned i ventriklerne.
2. Atrial systole og forsat ventrikulær diastole: De sidste ca. 30% blod presses ned i ventriklerne.
3. Atrial diastole og ventrikulær systole: A-V (atrial-ventrikulær) klapperne lukker sammen (lubb). Blodet forlader højre ventrikel og ud i det lille kredsløb og fra venstre ventrikel ud i det store kredsløb.

Trykændring

1. Ventrikulær tryk falder under aorta tryk som medfører at semilunar klapperne lukker. Ventrikulær tryk er herefter faldende indtil den når under atrial tryk, hvorved A-V klapperne åbnes og blod flyder ind i ventrikler fra atrier.
2. Aortas tryk stiger umiddelbart efter at semilunar klapperne lukker i og falder jævnt herefter.
3. Da atrier er ved at fyldes op er trykket stigende indtil A-V klapperne åbnes. Trykket er herefter faldende da blodet afgives til ventrikler.
4. Atrial systole bevirker stigende atrial og ventrikulær tryk. Dette har ingen effekt på aortas tryk.
5. Ved ventrikulær systole overstiger ventrikulær tryk det atriale tryk og medfører at A-V klapperne lukker i. Det stigende ventrikulære tryk overstiger aorta trykket som bevirker at semilunarklapperne åbnes og ventriklerne afgiver deres blod. Det ventrikulære tryk er herefter faldende i takt med aorta trykket, men på et tidspunkt falder det ventrikulære tryk under aorta trykket og punkt 1 indtræder.
6. Når ventriklerne trækker sig sammen presser det ind på atrier indtil ventrikulær tryk overstiger aorta tryk og trykket aftager, hvilket bevirker at trykket på atrier aftager.

Elektrokardiogram – EKG

Et EKG optager elektriske ændringer i myocardium under hjerteaktivitet.

De forskellige spring i EKG:

1. **P-springet** angiver atrial depolarisering. Atrial kontraktion.
2. **QRS-komplekset** angiver ventrikulær depolarisering. Ventrikulær kontraktion. Atrial repolarisering sker samtidig med dette. Atrial afslapning.
3. **T-springet** angiver ventrikulær repolarisering. Ventrikulær afslapning.

Regulering af Hjerteraktivitet

Medulla oblongata (**Cardiac kontrol center**) regulerer hjertefrekvens. **Baroreceptorer** siddende på aorta og carotid arterier registrerer blodtrykkets størrelse vha. deres udvidelse.

- Øget fysisk aktivitet medfører øget hjertefrekvens.
- Høj kropstemperatur medfører øget hjertefrekvens og dermed øget blodtryk. Lav kropstemperatur medfører mindsket hjertefrekvens og dermed mindsket blodtryk.
- Stimulering af de **sympatiske nerver** forbundet til hjertets **S-A knude, A-V knude, Hisske bundt og purkinje fibre** øger hjertets frekvens og kraft. Dette kaldes den **hjerterfremmende-refleks** (cardioaccelerator-reflex), hvis blodtrykket falder under den normale værdi indvirker denne refleks og øger blodtrykket. Stigningen i hjertefrekvensen sker ved at norepinephrine frigives.
- Stimulering af de **parasympatiske nerver** forbundet til S-A knuden og A-V knuden via **vagus nerven** mindsker hjertefrekvens. Dette kaldes den **hjerterhæmmende-refleks** (cardioinhibitor-reflex), hvis blodtrykket stiger over den normale værdi indvirker denne refleks og mindsker blodtrykket. Mindskningen i hjertefrekvensen skyldes frigivelse af acetylcholine.
- For **mange kaliumioner** (hyperkalemi) mindsker hjertefrekvens, mens for **få kaliumioner** (hypokalemi) øger hjertefrekvens.
- For **mange calciumioner** (hypercalcemi) øger hjertefrekvens, mens for **få calciumioner** (hypocalcemi) mindsker hjertefrekvens.

Blodkar

Arterier og arterioler:

Består af 3 lag:

1. **Tunica externa** (yderst): mest bindevæv som binder arterier til omkring liggende væv.
2. **Tunica Media** (mellem): glat muskulatur i ringform. Muskulaturen ligger på et tykt lag elastisk bindevæv som underliggende celler kan klæbes til.
3. **Tunica Interna** (inderst): en-laget epitelvæv som kaldes endothelium. Disse sekreterer væske som glatgører og mindsker friktion med blod. Udskiller gas ud mod tunica media (2) som afslapper den glatte muskulatur.

Autonome sympatiske fibre stimulerer **vasokontraktion** og **vasodilation** i tunica media (2) i arterier og arterioler.

Kapillærer:

- Forbinder arterioler og venoler.
- Kapillærvæggen er en-laget epitelvæv som udgør en semipermeabel membran.
- Kapillærvæggen har små åbninger som ud til vævet som kaldes finistre/slits. Antallet og størrelsen af disse afhænger af hvor de sidder. Der er oftest finistre ve kirtler.
- Prekapillære sphincters sidder ved arteriolens forgrening til kapillærer. Disse regulerer blodtilstrømningen til kapillærene.

Udveksling i kapillærer:

Udveksling af væsker med gasser, næring og metaboliske bi-produkter sker vha. filtration, osmose og diffusion.

- Filtration foregår stort set kun i den arterielle del af kapillærer, da det hydrostatiske tryk i denne ende er størst således at filtrationen kan foregå (udaf).
- Osmose (indad) foregår pga. plasmaproteiner i kapillære ende nærmest venolen. Se "plasmaproteiner".
- Diffusion er den mest anvendt og væsentligste transportform i kapillærer.
- Da der er mere filtration udad end osmose indad genfylder lymfekar kapillærer med væske.

Venoler og vener: Fører blod til hjertet under lavt tryk.

- Venoler er fortsættelsen af kapillærer og sammensluttet til vener.
- Venoler og vener fører afiltet blod (lidt ilt og meget kuldioxid) tilbage til hjertet.
- Deres vægge ligner arteriers vægge, men har en tyndere og har mindre glat muskulatur og elastisk bindevæv. Deres Lumen er større end arterier, hvilket betyder at de har en større volumen.
- Er udrystet med klapper som bevirker at blod ikke løber væk fra hjertet. Blod presses om imod hjertet vha. omkring liggende muskler og organer (venepumpen i ben og arme, skeletmuskler, respiratoriske bevægelser).
- Vener fungerer også som "blodlager". Ved fx blodtab (hemorrhage), som medfører fald i arterielt blodtryk, øges sympatisk nerveimpuls til muskler i venevæggen som kontraherer og presser mere blod til hjertet.

Blodtryk:

Den kraft som blod udøver på arterievæggen. Målt på store arterieforgreninger fra aorta.

Blodtrykket falder jo længere blodet kommer væk fra hjertet (se fig. 13.25, s. 347).

Systolisk blodtryk: maksimalt tryk på arterievæg ved ventrikulær kontraktion.

Diastolisk blodtryk: minimalt tryk på arterievæg ved ventrikulær afslapning.

Faktorer der påvirker arterielt blodtryk

- Hjerter aktivitet: Slagvolumen x hjertefrekvens = minut volumen (cardiac output) Ved øgning i nogle af disse led øges blodtrykket, vice versa.
- Blodvolumen: Ca. 5 liter eller 8% af kropsvægten. Blodtab sænker blodtrykket, dette kan bl.a. genoprettes ved transfusion. Blodvolumen kan ændres ved dehydrering idet der er mindre væske i hele kroppen og eftersom der hele tiden er en osmotisk balance imellem blodbanen og resten af kroppen vil en ændring af denne balance føre til øget eller mindsket blodtryk ved hhv. meget eller lidt væske.
- Perifer modstand: Gnidning mellem blod og blodkarvæggen. Det er arteriolernes dilation/kontraktion som bestemmer blodtrykket i arterierne. Muskelkontraktion i blodkarvæggen øger den perifere modstand og dermed blodtrykket og vice versa. Den perifere modstand bliver reguleret af det vasomotoriske center i medulla oblongata. Dette center sender kontinuert sympatiske impulser til glat muskulatur i arteriolevæg som holder dem i en konstant kontraktions stadie, som stabiliserer den perifere modstand bestemt ud fra det normale blodtryk.
- Blod densitet (viskositet/tæthed): hvor let det er for molekyler at passere hinanden. Jo højere bloddensitet (tæthed) jo højere blodtryk.

Regulering af blodtryk

Blodtrykket kontrolleres af mekanismer som regulerer minut volumen og den perifere modstand. Jo mere blod der kommer ind i hjertet desto mere udvides muskelfibrene i myocardium og desto større kontraktionskraft (Forholdet mellem udvidelse og kontraktion kaldes **Starlings Lov om Hjertet**). Jo større ventrikulær kontraktion, desto større slagvolumen og dermed større minut volumen.

Eksempel:

Minut volumen øges => blodtryk stiger => baroreceptorer stimuleres => sensoriske impulser sendes til hjertets kontrol center => parasympatiske impulser til hjertet => acetylcholine afgives her => S-A-knuden hæmmes => hjertefrekvens falder => blodtryk går mod normal værdi.

lavt blodtryk => stigning i sympatiske impulser til arteriolevæg => kontraktion af arteriolevæg => øget perifer modstand => stigning af blodtryk mod normal værdi og vice versa.

Visse kemikalier som carbondioxid, oxygen og hydrogen-ioner har også indflydelse på den perifere modstand idet disse påvirker prekapillære sphincters og glat muskulatur i arteriolevæggen. Ved arbejde øges CO₂- og mindskes O₂-værdi som tilsammen mindsker pH-værdien i blodet. Den mindskede pH-værdi afslapper glat muskulatur. Blodtilstrømningen til arbejdende områder (væv med høj metaboliske reaktioner) stiger ved at blodkar i mindre arbejdende områder kontraherer ved stimulering med norepinephrine og epinephrine. Den perifere modstand stiger i områderne hvor blodkarene formindskes (der hvor der er mindre arbejde).

Øget CO₂- og mindsket O₂ (arbejde) og mindsket pH =>afslapning i glatmuskulatur i det store kredsløb => øger blod tilstrømning til væv som arbejder => samtidig med dette vasokontraherer mange blodkar i det store kredsløb ved afgivelse af norepinephrine og epinephrine til disse områder => vasokontraktionen øger den perifere modstand.

Kapitel 14 - Lymfesystemet og immunitet

Lymfesystemet har, kar som fjerner overskydende væske og returnerer det til blodbanen.

Lymfens (væske i lymfekar) vej igennem lymfesystemet fra væv til blodbanen starter fra kapillærer (lactealer) igennem lymfekar, lymfeknuder og til sidst i vener:

Lymfekarapillærer -> Lymfekar -> Lymfeknuder -> Lymfekar -> Lymfetrunks -> Samlende ducts -> Subclavian blodvene.

Lymfekarapillærer:

Små rør som ligger i interstitial områder parallelt til blodkapillærer. Disser væg består af enlaget epitelvæv, hvorigennem væsken nemt kan passere.

Lymfekar:

Har klapper som i blodvener så tilbageløb forhindres. Samme væg-opbygning som blodvener men bare tyndere. Større lymfekar går igennem lymfeknuder og ender i lymfetrunks.

Lymfetrunks:

Dræner lymfen og er forbundet til samlende ducts.

2 største ducts/kanal:

Thoracic kanal:

Dræner lymfen fra nedre lemmer, maveregion, venstre arm og venstre side af thorax, hoved og nakken. Den dræner til subclavian vene ved venstre jugularvene.

Højre kanal:

Dræner højre side af hoved, nakke, arm, thorax til subclavian vene ved højre jugularvene.

Mere væske forlader fra blodkapillærer via **hydrostatisk tryk** i deres artiole ende end væske som genoptages i blodkapillærernes venole ende, igen ved hydrostatisk tryk. Det overskydende væske som forbliver i vævet bliver igen vha. hydrostatisk tryk presset ind i lymfekarapillærerne. Jo mere væske der presses ud af blodkapillærer desto mere lymf dannes.

Det hydrostatiske tryk er dog for lavt til at bevæge lymfen i lymfesystemet, så hertil bruges skeletmuskler, glatmuskulatur (i egne vægge) samt vejtræknings-bevægelsen.

Hvis der ikke bliver drænet væske fra væv opstår ødemer/hævelser.

Lymfeknuder:

Disse indeholder mange makrofager og lymfocytter (bekæmper infektioner).

Blodkar og nerver forsyner knuderne ved **hilum** (der hvor lymfen fortsætter ud af knuden som kaldes **efferente lymfekar**). **Afferente lymfekar** er dem som går ind i knuden.

Lymfe knuden er inddelt i mindre afdelinger som indeholder noduler. Noduler er tæt masse af makrofager og lymfocytter. Imellem disse findes **sinuser** (flest makrofager) hvorigennem lymfen passerer.

Knudernes funktion er at filtrere harmfulde partikler, og det er her lymfocytter produceres (**Forkert!**). Lymfocytter angriber parasitter, virusser, bakterier som lymfekar bringer til lymfeknuden. Makrofager opsluger og nedbryder fremmede substanser, ødelagte celler og nedbrudt væv.

Thymus og milten har primært samme funktion som lymfeknuderne.

Thymus:

Tolappet struktur foran aorta og bag øverste del af sternum.

Denne krymper efter puberteten, og hos ældre erstattes den af lymfæv i denne af binde- og fedtvæv.

Den er omringet af bindevæv som løber indad og inddeler den i **lobuler** (indeholder mange lymfocytter). Nogle af disse lymfocytter (**thymocytter**) omdannes til **T-lymfocytter** og forlader thymus og sørger for immunitet. Epitelvævet i thymus sekreterer **hormonet thymosin** som stimulerer modning af T-lymfocytter efter de forlader thymus.

Milt: Største lymfe organ som er en stor lymfeknude som også er inddelt i **lobuler**. Mellemrum imellem lobuler indeholder **vene-sinuser** (indeholder blod). Lobulerne er inddelt i to typer:

Hvid masse: Identisk med lymknudernes noduler, indeholder mange lymfocytter.

Rød masse: Omringer venesinuser (inddeler dem i båse) og indeholder mange røde blodceller, lymfocytter og makrofager (rensere for skadede blodceller).

Alt i alt filtrerer milten blodet for bakterier ligesom lymfeknuder filtrerer lymfen.

Kroppens forsvar

Pathogen: Virus, bakt., fungi og protozoan. Alle disse kan forårsage **infektion**.

Artsmodstand:

En pathogens påvirkning afhænger om den kan overleve i miljøet ved de forskellige arter.

Uspecifikt forsvar

1. Linie af forsvar:

Mekanisk barriere: Hud, hår, sved, mukøs membran (i luftveje, fordøjelses kanal, urin og reproduktivt system).

2. Linie af forsvar:

Kemiske barrierer:

Enzymer i kropsvæske. Fx surt miljø i maven (kombination af pepsin og HCl) dræber pathogener.

Tårer indeholder enzymet lysosyme som er antibakterielt.

Sveds indehold af salt som dræber bakterier.

Interferoner (uspecifikt): Et hormon som lymfocytter og fibroblaster udskiller når de registrerer et virus angreb på en celle. Det dannede hormon bindes til ikke inficerede cellers receptorer og stimulerer dem til at danne proteiner som blokerer pathogenets effekt. Interferoner er uspecifikke så de påvirker også andre processer fx fagocytosen.

Feber:

Den høje temperatur bevirker høj enzym aktivitet dog kan for høj temp virke denaturerende.

Høj temp bevirker desuden at lever og milt oplagrer jern således at jern koncentrationen i plasma reduceres. Da det gælder at bakterier har brug for mere jern ved højere temperatur kan disse ikke vokse og deles og reduceres således. "

Fagocytter angriber også voldsommere.

Betændelse:

Er vævs respons på skade eller infektion. Producerer lokaliseret **rødme** (blodkar dilation og dermed større blodtilførsel), **varme** (blod fra dybere lag kommer hertil), **smerte** (hævelse =>stimulering af smertereceptorer), **hævelse** (ødem dannet da blodvolumen i dette område er steget).

Inflammation fører til at det betændte område "afspærres" så det ikke kan sprede og den høje fagocyt tilførsel dræber mikroorganismene. (Se koagulation) Den lokale temp stigning øger fagocyt aktiviteten.

Inficerede celler udskiller desuden kemikalier der tiltrækker leukocytter (hvide blodceller) som dræber bakt i området (kemotaksi)

Pus(tyk væske)= ødelagt væv, hvideblodceller og bakt.

Fagocytose:

Ødelagt væv tiltrækker fagocytter (neutrofiller og monocytter) vha. **chemotaxis**. Neutrofiller opsluger og nedbryder mindre partikler og monocytter nedbryder større partikler.

Monocytter danner makrofager som binder sig til indervæggen af blod og lymfe kar hvor de kan deles til flere makrofager og giver således lymfeknuder, miltens, lungers og leverens immunitet. Disse celler kaldes **mononukleare fagocytter**.

Specifikt forsvar

3. Linie af forsvar

Antigener:

Proteiner, polysaccharider, glykoproteiner eller glykolipider, som somregl sidder på en cellemembran.

Ved fødsel "stemples" kroppens celler som "egne/selv", så angreb på disse ikke forekommer.

Receptorer på lymfocytters overflade gør dem i stand til at kunne kende ukendte celler.

Hapten: Lille molekyle som skal kombineres med andre molekyler for at fremkalde et immunrespons. Dette kan ikke selv stimulere immunrespons. Fx i penicilin, husholdningsmidler, støvpartikler.

I fostre dannes uspecialiserede lymfocytter fra rød knoglemarv til blodbanen. Halvdelen af disse når thymus og specialiseres til T-celler. 70-80% af disse udgør lymfocytter i blodet. De resterende lymfocytter findes i lymfeorganer (især i milt, lymfeknuder, thoracic duct).

De resterende 50% lymfocytter bliver i rød knoglemarv og specialiseres til B-celler. 20-30% af disse udskilles til blodet, hvor de cirkulerer sammen med 70-80% af T-cellerne. B-celler sætter sig også i lymfeorganer.

Lymfocytters funktioner:

T-celler: Binder sig direkte til fremmede antigener. Hvilket gør at de udgør **cellulær immun respons** (celle-til-celle-kontakt)

Producerer **cytokiner**/lymfokiner (polypeptid): Fremmer cellulær respons. Fx interleukin-1 som gør at T-celler synt. andre cytokiner, andre cytokiner stimulerer leukocyt prod. (i rødknoglemarv) bevirker at B-celler vokser og modnes og aktiverer makrofager. Andre kan udskille giftstoffer som hæmmer målcellers (antigen virus) vækst.

For at T-celler kan fungere skal de aktiveres, hvilket gøres ved at de binder sig til en **antigen-præsenterende-celle** (fx makrofag eller B-celler som har spist bakterien i lysosomer og præsenteret dens antigener på sin overflade ved siden af **Major histocompatibility complex**, MHC (protein-gruppe)). Dette aktiverer **T-hjælpecellen** som aktiverer B-cellerne som laver antigstoffer mod bakteriet.

T-dræbercelle/cytotoxisk T-celle virker således at den genkender ukendte antigener præsenteret på inficerede cellers overflade. T-dræbercellen aktiveres ved at dens receptorer passer til antigenet. Denne aktivering gør at T-dræber cellen formerer sig hurtigt. Disse angriber den inficerede celle ved at binde sine receptorer til dennes antigener og udløser proteiner skærer hul i dem og derved dræber dem.

Nogle T-celler reagerer dog ikke ved første kontakt med antigen men bliver i stedet til T-huskeceller der ved andet angreb hurtigt differentierer til T-dræberceller.

B-celler: Uden direkte kontakt til virusbærende antigener. Denne immunrespons kaldes humeral immun respons (humeral=væske) / antistof-medieret immunrespons. B-celler omdannes til plasmaceller som producerer antistoffer som kropsvæsken fører til virusbærende antigen og bekæmper denne.

B-celler er identiske idet de kommer fra den samme stamcelle og er på den måde en kloning af hinanden og det samme gælder T-celler.

B-cellens receptor bindes til antigenet på den inficerede celle (antigen-præsenterende-celle). Denne sammenkobling aktivere T-hjælpercellen til at udskille cytokiner. Disse cytokiner bevirker at B-cellen klones og makrofager samt leukocytter tiltrækkes til området.

Nogle af disse B-celler bliver efterfølgende til B-huskeceller som ligesom T-huskeceller husker det bekæmpede antigen så bekæmpningen går hurtigere ved en eventuel inficering af samme antigen (pathogen) igen.

Antistoffer: De væsentligste er fremhævet.

Immunoglobulin G (IgG): findes i plasma og vævsvæske. Effektiv mod bakterier, virusser og gifte. Aktivere complement.

Immunoglobulin A (IgA): findes mest i exocrine kirtlers sekret. Fx tårer, snot, mavesaft, vævsvæske.

Immunoglobulin M (IgM): Udvikles i blodplasma som respons mod bestemte antigener i mad og bakterier. Antigen A og antigen B er af denne type. Aktivere også complement.

Immunoglobulin D (IgD): På overfladen af de fleste B-celler. Vigtigt ved aktivering af B-cellen.

Immunoglobulin E (IgE): Findes sammen med IgA i exocrin sekret. Det er associeret til allergisk reaktioner.

Antistoffers effekt:

Angriber antigener direkte. Aktivere komplement til at angribe antigener og stimulerer ændringer lokalt (afspærring) så antigen ikke kan spredes.

Direkte angreb: 3 typer:

1. Aggulation: sammenklumpning af antigener, fx blodtransfusion af forkert type blod.
2. Precipitation: gør antistofferne uopløseligt i plasma så fagocytter kan spise dem.
3. Neutralisation: omringer fremmedstof og derved neutraliserer dens giftig virkning.

Komplement:

Komplement, som er en gruppe proteiner, aktiveres når antistofferne IgM og IgG bindes til antigener. Når komplement aktiveres, startes en række handlinger:

- **Opsonization:** Omslutter antigen+antistof komplekset (bindingen nævnt foroven), som gør det nemmere for fagocytter at spise.
- **Chemotaxis:** tiltrækning af makrofager og neutrofiler.
- **Aggulation:** sammenklumper antigen-bærende molekyler.
- **Lysis:** ødelægger/nedbryder fremmed cells membran.
- **Ændring** (eget udtryk): ændre strukturen på den fremmede celle og gør det harmløst.

Immunrespons

Primær immunrespons: Immunforsvarets respons på første angreb fra bestemt antigen. Antistoffer og derefter hukommelsesceller bliver dannet i løbet af uger.

Sekundær immunrespons: Immunrespons der starter når hukommelsescellerne genkender antigen. Her dannes antistofferne næsten dobbelt så hurtigt som ovenstående.

Naturligt opnået aktiv immunitet: primær immun respons

Kunstig opnået aktiv immunitet: et dødt eller svagt antigen (ufarligt) indsprøjtes (vaccine) i kroppen så primær immunrespons stimuleres, hvorved kroppen danner hukommelsesceller som vil genkende det tidligere antigen hvis det kommer ind i kroppen igen, hvor det denne gang er farligt.

Kunstig opnået passiv immunitet: antistofferne indsprøjtes direkte uden at starte en primær immunrespons (ulempen ved dette er at kroppen ikke ville kunne genkende det samme antigen ved en anden inficering).

Naturligt opnået passiv immunitet: Ved fødsel haves ingen antistoffer eller hukommelsesceller. Derfor får man nogle af disse fra moderen i fostertilstand som beskytter én (i ca. 6-12 mdr.) indtil man danner sine egne efter fødslen.

Kapitel 15 - Fordøjelse og næring

I fordøjelsessystemet: Mekanisk og kemisk nedbrydning, absorption og sekretion.

Systemet består af: Alimentary kanal (9 meter).

Kanalen består af:

1. **Mukøs membran:** Overfladeepitel der nogle steder udspringer ind mod lumen i form af villi (øger overfalden).
Kirtlerne udspringer herigennem fra submucosa.
Dennes funktion er at beskytte, absorbere og sekreere.
2. **Submucosa:** Løst bindevæv, kirtler, blodkar, lymfekar, nerver (organiseret i netværk kaldet plexus).
Funktion: Kar her ernærer omkringliggende væv (mucosa, muskellag osv.) og transporterer optaget materiale.
3. **Muskellag:** 2 lag glat muskulatur heriblandt nerver i plexuser.
Inderste lag (cirkulære muskelfibre): Rundt om røret og kan derved mindske diameter ved kontrahering.
Yderste lag (Muskelfibre langs kanalen): Kan formindske længden af kanalen ved kontrahering og forlænge ved dilatering.
Funktion: Bevægelse af kanalen
4. **Serosa/ serøst lag:** Heriblandt visceral peritoneum. Dette lag sekreerer serøs væske som mindsker friktionen mod andre organer.

Blandings/ mixing bevægelser:

Ritmisk kontraktion i mindre dele, hvilket gør at der sker en blanding, fx i mavesækken hvor mavesaft og vand blandes.

Peristaltiske bevægelser:

Bølge af kontrahering som bevæger sig langs kanalen i den retning substansen skal bevæges.

Munden:

Består af det orale hulrum, inklusive vestibule (pladsen imellem kinder/læber og tandkød), i munden nedbrydes maden til mindre dele og blandes med spyt.

Kinder:

Ydre hudlag, fedtlag, muskellag og et indre flelaget tykt lag epitelvæv som er fugtigt.

Læber:

Består af skeletmuskler og mange sensoriske receptorer til bestemmelse af struktur og temp af maden. Den røde farve skyldes mange blodkar.

Tungen:

Dækket af mukøs membran. Frenulum i bunden af tungen binder den til gulvet i munden.

Består hovedsageligt af skeletmuskulatur (som blander maden med spyttet) og bevæger maden mod svelget.

På denne overflade sidder papillae (forøger gnidningen med maden så bevægelse gøres nemmere). På papillae sidder desuden smagsreceptorer.

"Bunden" af tungen sidder fast på hyoid knoglen. Rundt om bunden sidder lymfæv (linguale mandler).

Ganen:

Fungerer som loftet i munden, består af to dele den bløde og den hårde gane. Posteriort på den blødegane sidder uvula (en lille tap af hud). Ved synkning af maden trækkes uvula og den bløde gane opad således at maden ikke kan trænge op i det nasale hulrum.

Bagerst i munden, på hver side af tungen sidder lymfæv (palatine mandler/tonsils), disse kan bekæmpe eventuel infektion i dette område.

I bagvæggen i munden (pharynx) sidder desuden lymfæv (pharyngeale mandler).

Tænder:

To sæt tænder udvikles igennem livet:

1. Primære/deciduous tænder: 20 tænder som bliver synlige i munden i alderen 0,5-4år.
2. Sekundære/permanente tænder: Disse 32 tænder presser mælketænderne ud af deres plads fra ca. 6 årsalderen.

Forskellige tænder har forskellig funktion som afspejles i deres udformning:

- Incisors (8): forreste af tænderne. Deres funktion er at klippe og skære maden i mindre stykker.
- Cuspid og bicuspid (=premolars) (12): river og flænses.
- Molar (12): stor overflade, som kværner (tygge).

Tanden består af to hoved dele:

1. Kronen: det stykke som ligger over tandkødet og er synligt. Består af ydre emalje, som hovedsageligt udgøres af calcium og er kroppens hårdeste del. Emaljen er ikke reproducerbar.
2. Roden: det stykke som ligger under tandkødet og ikke er synligt. Sidder fast på det alveolær udspring vha. periodontal ligament. Omkring roden ligger cementum som er et knoglelignende materiale.

I både kronen og roden ligger der inden i tanden et tyk lag dentin (knoglelignende, blot hårdere) som omringer tanden kerne, rodkanalen. Igennem rodkanalen løber nerver og blodkar som forsyner tanden.

Spytkirtler

Spytkirtlerne udskiller spyt, som blødgør maden og binder dette så enzymerne kan fortage den kemiske nedbrydning af kulhydraterne. Spyt opløser desuden maden så det kan smages og renses ydermere munden og tænderne.

Når en person ser, dufter, smager eller tænker på dejligt mad medfører parasympatiske impulser høj spyt-sekretion og vice versa.

Spytkirtlen består af to typer celler:

- **Serøse celler:** indeholder enzymet amylase som spalter stivelse og glykogenmolekyler til disaccerider.
- **Mukøse celler:** sekreter tykt mukøst væske som binder mad partiklerne og smøre den så det lettere kan synkes.

De væsentligste spytkirtler:

- **Parotidkirtler:** største af dem alle og ligger anteriort og inferiort til øret mellem huden og masseter musklerne i kæben. Sekreter hovedsageligt serøst væske, som klart og vandigt.
- **Submadibulære kirtler:** Ligger i gulvet af munden og sekreter hovedsageligt serøst væske.
- **Sublinguale kirtler:** den mindste af de væsentligste. Ligger under inferiort (under) til tungen. Hovedsageligt mukøst sekretion, som er tykt.

Pharynx

Fortsættelsen af munden. Har ingen væsentlig funktion udover at transportere (synkning) maden fra munden og ned i spiserøret (Esophagus). Nedbryder, absorbere og behandler ikke maden.

Pharynx kan opdeles i tre dele:

1. **Nasopharynx:** vejtrækning gennem næsen foregår herigennem.
2. **Oropharynx:** Ligger posterioert (bag) til den bløde gane og inferiort (under) til nasopharynx. Gennemgang for mad og luft.
3. **Laryngopharynx:** Inferiort til oropharynx og er gennemgangen til spiserøret (Esophagus).

Synkemekanismen består af 3 trin:

1. Styret frivilligt. Maden tygges, blandes med spyt og samles i en masse (bolus) som tvinges ned i pharynx.
2. Når maden når ned til pharynxåbningen stimuleres sensoriske receptorer, som udløser en synkereflex i følgende rækkefølge:
 - A. Den bløde gane løftes så maden ikke går op i nasopharynx.
 - B. Hyoid knoglen og larynx løftes. Epiglottis som er bundet til larynx lukker over toppen af trachea (luftrøret) så maden ikke kommer heri. Hvis maden kommer heri bliver kvalt.
 - C. Tongen presses op imod ganen og lukker det orale hulrum (mundhulen) af for pharynx.
 - D. De aflange muskelfibre i pharynxvæggen kontraherer og trækker pharynx i madens retning.
 - E. Muskler i den nedre del af pharynx slapper af og lukker op for spiserøret (Esophagus).
 - F. En peristaltisk bevægelse begynder pharynxvæggenes muskler som tvinger maden ned i spiserøret (Esophagus).Synkereflexen medfører at vejtrækningen kortvarigt stoppes, idet luftrøret er blokeret for ikke at blive kvalt.
3. Synkningen fortsætter ved at spiserørets vægmuskler med peristaltiske bevægelser fortsat transportere maden ned i mavesækken (ventriklen).

Esophagus

Har ingen væsentlig funktion udover at transportere (synkning) maden fra pharynx og ned i maven (ventriklen). Nedbryder, absorberer og behandler ikke maden. Løber parallelt med trachea (luftrøret). Gennemborer diaphragma igennem åbningen, esophageal hiatus. Lige før den når mavesækken omringes den af muskelen, nedre esophageal sphincter. Denne muskel er normalt kontraheret og lukker således passagen mellem maven og spiserøret så mad ikke kommer tilbage i spiserøret.

Mavesækken/ventriklen

Opbygning:

J-formet sæk som hænger inferiort til diaphragma i venstre side af abdominal rummet.

Kan rumme omkring 1 liter eller mere.

Væggen af mavesækken er identisk med resten af alimentary kanalen, men adskiller sig fra resten af alimentary kanalen da, det inderste lag (mukøs membran) er foldet i tykke folder kaldet **rugae**. Dette lag glattes ud når maven strækkes ud.

Mavesækken kan indeles i 4 områder: **cardiac**, **fundic**, **body** og **pyloric** området. Pyloric området snævres og bliver til en pyloric kanal i nærheden af tyndtarmen. Enden af denne kanals væg består af en tyk og stærk muskel, **pyloric sphincter (pylorus)**, der lukker af til tyndtarmen og kontrollerer passagen her.

Funktion:

Modtager maden fra spiserøret og blander denne med mavesaft hvorved protein-nedbrydningen foregår. Derudover fortager maven en begrænset reabsorption (af vand, salte, alkohol og fedt-opløselige stoffer) og skubber maden videre ned i tyndtarmens tolvfinger-del.

Mavesaft sekretion:

Mellem mavefolderne (rugae) ligger gastriske kirtler som udspringer til mavesækken via gastriske huller. Gastriske kirtler består af tre typer sekretionsceller som sidder i mavefolderne (rugae):

1. Mukøse celler (**goblet celler**): sidder øverst i nærheden af kirtlens åbning (**gastriske huller**) udskiller basisk væske som beskytter mavevæggen mod det sure miljø.
2. Chef celler: sidder nederst i kirtlen i mavefolderne (rugae) og udskiller pepsinogen (inaktiv) som spaltes til enzymet pepsin (mest aktiv) ved kontakt med HCl. Pepsin nedbryder de indkomne proteiner til polypeptid strenge og fungerer optimalt i det sure miljø.

3. Parietal celler: sidder nederst i kirtlen i mavefolderne (rugae) og udskiller HCl, som giver den sure koncentration i mavesækken (pH = ca 1). Disse celler udskiller desuden intrinsic faktor til mavesaften som hjælper tyndtarmen med at optage B12-vitaminer.

Regulering mavesaft-sekretion:

Mavesaft produceres løbende, men mængden varierer betydeligt og er kontrolleret af både neuroner og hormoner. Når appetitvækkende mad indtages og kommer ned i mavesækken frigiver parasympatiske nerveender (som udløber fra vagus nerven) acetylcholine (Ach) som stimulerer gastriske kirtler til at producere større mængder af mavesaft. Acetylcholine stimulerer andre celler i mavevæggen som udskiller gastrin, hvilket øger udskillelsen af mavesaft fra gastriske kirtler.

Når maden fortsætter videre ned i den øvre tyndtarm stimulerer den sure mavesaft sympatiske nerveimpulser som hæmmer mavesaft udskillelsen. Proteiner og fedtstoffer i dette område stimulerer tarmvæggen til at udskille peptidhormonet cholecystokinin. Dette hormon hæmmer mavesaftens bevægelse når tyndtarmen fyldes med mad.

Blandende og tømmende bevægelser

Efter indtagelse bevirker mavens bevægelser at føden bliver blandet med mavesaft og bliver til **chyme**. Herefter bliver maden presset mod dens pyloriske region og så ud til duodenum. Tømmingstiden for maven afhænger af hvad maden består af. Herunder kan det ses hvilke typer der passerer hurtigst:

1. Væsker (Næsten med det samme)
2. Carbohydrater
3. Proteiner
4. Fedtet mad (op til 3-6 timer)

Pancreas/bugspytkirtlen:

Bugspytkirtlen har ud over at have endokrine sekretioner også exokrine sekretioner. Dette er fordøjelsesvæske/ Bugspytkirtel væske.

Bugspytkirtlen er opbygget af små **pancreatiske acinare celler** som sekreterer deres sekretioner ud i små kanaler som forenes til en stor kanal kaldet **pancreatisk kanal**. Den pancreatiske kanal sekreterer sit indhold ud duodenum (tolvfingerarmen). Bugspytkirtlens sekretion er styret af musklen **hepatopancreatisk sphincter** som sidder på pancreatisk kanal lige inden duodenum.

Bugspytkirtlens sekretion:

Bugspytkirtlens sekretion indeholder en del enzymer heriblandt:

- **2 nukleaser:** Nedbryder nukleinsyrer til nukleotider
- Carbohydrat-nedbrydende enzymer:
- **Pancreatisk amylase:** Nedbryder carbohydrater, dvs. stivelse eller glycogen til disaccharider.
- Fedt-nedbrydende enzymer:
- **Pancreatisk lipase:** Deler triglycerider til fedtsyrer og glycerol
- Protein-delende (proteolytiske) enzymer:
- **trypsin,**
 - **chymotrysin,**
 - **carboxypeptidase**

Der skal bruges flere slag proteolytiske enzymer da der ikke er et enkelt enzym der kan bryde flere forskellige slags aminosyrebindinger i et protein.

Proteolytiske enzymer ligger lagret i små strukturer kaldet **zymogene granuler** og de sekreteres inaktive, hvorefter de bliver aktiveret af andre enzymer. Fx sekreterer bugspytkirtlen **trypsinogen** som ved kontakt med enzymet **enterokinase** (sekreteres fra mukøst lag i duodenum) aktiveres i form af **trypsin**.

Derudover har pancreas sekretioner også en høj koncentration af **bicarbonationer** som neutraliserer den sure chyme fra mavesækken og danner et favorabelt miljø for enzymer.

Regulation af bugspytkirtlens sekretion:

- Bugspytkirtlens sekretion bliver reguleret af **parasymatiske impulser** ligesom mavesækken. Så når mavesækken stimuleres til at sekreere mavesaft så stimuleres bugspytkirtlen samtidig til at sekreere.
- Derudover bevirker den sure chyme i tyndtarmen at den mukøse membran i duodenum sekreerer hormonet secretin til blodbanen. Secretin stimulerer bugspytkirtlen til at sekreere bugspytkirtel væske.
- Endvidere stimulerer proteiner og fedt i chymen det mukøse lag (i duodenum), til at udløse hormonet **cholecystokinin (CCK)**. Dette hormon stimulerer bugspytkirtlen til at producere væske med høj enzymkoncentration.

Leveren:

Leveren er placeret lige under diaphragma. Leveren er desuden godt forsynet med blodkar. Leveren er omkapslet i bindevæv som deler den i en højre og venstre lap. Hver lap er derudover inddelt til små hepatiske lobuler (leverens funktionelle grupper). Hver lobule består af mange hepatiske celler og ligger omkring en central vene. Derudover deler hepatiske sinusoider de hepatiske celler i pladelignende strukturer.

Blodet fra fordøjelseskanaalen (indeholdende næringsstoffer) bliver transporteret i den hepatiske portal vene til sinusoiderne så det derved ernærer de hepatiske celler. Herfra føres blodet ind til den centrale vene derfra til inferior vena cava.

Store makrofager, Kupffer celler, sidder på indersiden af sinusoiderne og fjerner bakterier og andre fremmede partikler.

Endvidere findes der også galde kanaler i leveren som modtager sekretioner fra de hepatiske celler. **Galde kanaler** fra forskellige lobuler forenes til større kanaler som yderligere forenes til **hepatiske kanaler** som til sidst bliver til **common hepatisk kanal**.

Leverens funktioner:

Leveren har en række vitale funktioner heriblandt:

Carbohydrat stofskifte:

- **Regulerer glukose koncentrationen** i blodet ved at polymerisere glukose til glykogen (mindsker blodsukkeret) eller nedbryde glykogen til glukose (øge blodsukker).

Lipid stofskifte:

- **Oxidering af fedtsyrer** meget hurtigt.
- **Syntetisering** af lipoproteiner, Phosphorlipider og kolesterol
- **Omdanne dele af carbohydrater og proteiner** til fedtmolekyler som transporteres til fedtvæv til lagring.

Protein stofskifte:

- **Deamination af aminosyrer** så der dannes urin
- **Syntetisere plasmaproteiner**, bl.a. klumpfaktorer
- **Omdanner aminosyrer** til andre aminosyrer.

Derudover varetager leveren også andre funktioner:

- **Lagring af substanser**; glykogen, jern, vitamin A, D, B₁₂.
- **Filtration ved makrofager** som nedbryder ødelagte røde blodceller og fagocytterer fremmede antigener.
- **Detoxificering**; Fjerner giftige stoffer, bl.a. alkohol fra blodet
- **Sekrerer galde** (vigtigt element i fordøjelsessystemet)

Sammensætning af galde:

Galde er en gul-grøn væske som sekreses af hepatiske celler i leveren. Denne indeholder **galdesalte, galdepigmenter** (bilirubin, biliverdin se rødblod celle nedbrydning), **cholesterol** og **elektrolytter**. Heraf har kun galdesalte fordøjelsesmæssig funktion.

Galdeblæren:

Ligger under og bag leveren og er forbundet til denne vha. **cystisk kanal** som forbindes til common hepatisk kanal. Herfra kaldes kanalen common bile duct. Galdeblærens udløsning er kontrolleret af musklen hepatopancreatisk sphincter som normalt er kontraheret. Dette gør at galde ophobes i common bile duct og cystisk kanal og på den måde lagres galde i galdeblæren. Blærens funktion er at lagre galde imellem måltiderne, og udløse denne til tyndtarmen. Ved specielle omstændigheder kan **cholesterol** i galdeblæren omdannes til **galdesten** som gør galdeblære ubrugelig.

Regulation af galde udløsning:

Galde udskilles fra blæren til duodenum når hormonet **cholecystokinin (CCK)** bevirker at galdeblærevæggen kontraherer. Endvidere bevirker peristaltiske bevægelser i duodenum at hepatopancreatisk sphincter slapper af og derved bliver galde sprøjtet ud i duodenum sammen med bugspytkirtlens sekretioner.

Galdesaltenes funktioner:

Emulsifikation: Galdesalte bevirker at fedt globuler (sammenklumpede fedtmolekyler) nedbrydes til mindre dele og derved øger deres overflade. Dette gør det nemmere for **lipaser** (fedt-nedbrydende enzymer) at nedbryde fedtmolekyler mere effektivt.

Endvidere hjælper galdesalte også til **optagelse af fedtsyrer, kolesterol, samt fedtopløselige vitaminer A, D, E, K.**

Tyndtarmen

Funktioner:

Modtager sekretioner fra bugspytkirtlen og leveren, fuldfører fordøjelse af næringsstoffer i chyme, absorberer produkter fra fordøjelsen samt transport af resterende stoffer til tyktarmen.

Tyndtarmens dele:

Består af tre dele:

1. **Duodenum/tolvfingertarmen:** mest fastsiddende del af tyndtarmen.
2. **Jejunum**
3. **Ileum**

Et dobbeltlaget fold af peritoneal membran kaldet **mesentery** dækker noget af tyndtarmen. Mesentery støtter blodkar, nerver samt lymfekar som forsyner tyndtarmens væg. En anden dobbeltfold af peritoneal membran kaldet **større omentum** hjælper til ved infektioner i den alimentære kanal så infektionen ikke spredes til det peritoneale hulrum.

Tyndtarmenvæggens struktur:

Indersiden af tyndtarmen har folder kaldet interstinale villi som findes mest i duodenum og forreste del af jejunum. Disse øger overfladen af indersiden kraftigt. Hver villi består af et lag enlaget columnært epitelvæv samt en kerne af bindevæv som indeholder blodkapillærer, lymfekapillærer (**lactealer**) samt nervefibre. Imellem villi sidder tubulære intestinale kirtler.

Tyndtarmens sekretioner:

Der er mange mucous sekreterende celler igennem hele tyndtarmens mucosa. Mange specialiserede mucous sekreterende kirtler i submucosa sekreter store mængder af tyk, basisk mucous som respons på bestemte stimuli. Denne væske neutraliserer den sure chyme. Intestinale kirtler sekreter store mængder af vandig væske (uden enzymer) som genoptages og derved føres fordøjet mad med i tyndtarmens væg.

På epitelcellerne i den intestinale mucosaindeholder sidder mange enzymer som hjælper til nedbrydning af maden, heriblandt:

- **Peptidaser:** deler peptider til aminosyrer
- **Sucrase:** Deler dissaccharidet sucrose til monosaccharidet glukose.
- **Maltase:** Deler dissaccharidet maltose til monosaccharidet fruktose
- **Lactase:** Deler dissaccharidet lactose til monosaccharidet galactose
- **Intestinal lipase:** Deler fedt til fedtsyrer og glycerol.

Regulation af tyndtarmens sekretioner:

- Goblet celler og intestinale kirtler sekreterer produkter når chymen giver både kemiske og mekanisk stimulation.
- Forstørrelse af intestinalvæggen aktiverer desuden nerveplexusser som udløser sekretioner fra tyndtarmen.

Absorption i tyndtarmen:

- **Carbohydratnedbrydningen** (polysaccharider) begynder allerede i munden af enzymet **amylase**. Derefter afsluttes fordøjelsen af carbohydrater i tyndtarmen vha. enzymer fra intestinalvæggen samt bugspytkirtlen. De resulterende monosakkarider går igennem villi vha. facilliteret diffusion eller aktiv transport til blodbanen.
- **Proteinnedbrydningen** (kæder af aminosyrer) begynder i maven af pepsin og afsluttes af enzymer i tyndtarmen. Ved denne process bliver store proteinmolekyler nedbrudt til aminosyrer og transporteret vha. aktiv transport over villi til blodbanen.
- **Fedtnedbrydningnen** (triglycerider) sker udelukkende i tyndtarmen vha. enzymer fra intestinalvæggen og bugspytkirtlen. De resulterende fedtsyrer og glycerol diffunderer passivt over epitelcellernes membraner og der kan ske to ting:
 - Her **diffunderer korte fedtsyre-kæder** over i blodbanen.
 - Dem med lange carbonkæder bliver i epitelcellerne vha. endoplasmisk reticulum **gendannet til triglycerider** (næsten som de var før nedbrydelsen). Hvorefter de bliver omringet proteiner og kaldes chylomicroner. Herfra fortsætter de til lymfekapillærerne (lactealer) og vha. lymfesystemet transportet til blodbanen. Chylomicroner transporterer fedt til muskel og fedtceller. Efter at have afleveret deres indhold af triglycerider bliver chylomicronerne transporteret af HDL (high-density lipoproteins dannet i leveren) til leveren som bliver optaget vha. receptormedieret endocytose i levercellerne (hepatiske celler), her kan kolesterol så indgå i dannelsen af galdesalte. Den fra leveren udskilte kolesterol bliver genoptaget af tarmvæggen og denne genoptagelse-sekretion-cyklus fortsætter.
- **Elektrolytter** optages vha. diffusion og aktiv transport i intestinal villi og tilføres blodbanen.
- **Vand** optages vha. osmose tilføres blodbanen.

Overskydende kulhydrater bliver af leveren omdannet til triglycerider som transporteres af VLDL (very-low-density lipoprotein) til fedtvæv. VLDL afgiver deres indhold til fedtvævet og bliver af enzymet lipoproteinlipase omdannet til LDL (low-density lipoprotein). Overfladereceptorer på bl.a. leverceller fjerner LDL fra blodet ved at binde sig til lipoproteinet proteindelen (apoprotein/apolipoprotein) og derved foretage receptormedieret endocytose og fjerner således dette fra plasma.

Tyndtarmens bevægelser:

Tyndtarmen bevæger sig som maven med blandende og peristaltiske bevægelser. De blandende bevægelser kan endvidere kan ved forskellige kontraktioner "klippe" indholdet i små dele som bevæges frem og tilbage. Peristaltiske bevægelser bevæger indholdet til tyktarmen, dette gøres meget langsomt (3-10 timer)

Hvis tarmvæggen bliver irriteret eller alt for strækket så vil en stærk peristaltisk bevægelse hurtigt transportere indholdet ned i tyktarmen. Den hurtige transport vil medføre at næsten intet bliver optaget og vil føre til **diarre**.

I grænsen mellem tynd og tyktarmen sidder **ileocecal sphincter** som normalt er kontraheret. Peristaltiske bevægelser åbner denne muskel så indholdet kan fortsætte sin rejse.

Tyktarmen (Colon)

Funktion:

Tyktarmen reabsorbere vand og elektrolytter. Derudover former og lagrer den fæces. Næsten ingen fordøjelse/nedbrydning. Mucous celler (goblet celler) i tyktarmvæggen udskiller den basiske mucous væske som beskytter væggen mod det sure indhold. På denne måde regulere disse celler pH-værdien i tyktarmen. Bakterier i colon kaldet intestinal flora nedbryder molekyler som ikke kan nedbrydes af fordøjelses-enzymet fra de tidligere stadier af mave-tarm-kanalen. Dette kan være det ufordøjelige molekyle cellulose som colon bakterier nedbryder og bruger som energikilde. Bakterierne danner vitaminer som K, B₁₂, thiamine og riboflavin som tarmvæggen (mucosa) optager. Bakterieaktiviteten producerer gas (prutter).

Opbygning:

Tyktarmen kan inddeles i 4 områder: **cecum** (blindtarmen), **colon** (størstedelen af tyktarmen), **rectum** (endetarmen) og **anal-kanalen** (åbnes til verden via anus). Anal-kanalen er styret af to muskler, en frivillig (**intern anal sphincter**) og en ufrivillig (**extern anal sphincter**) styret. Har samme væg som resten af mave-tarm-kanalen og ingen villi. Forskellen mellem tyktarmen og resten af mave-tarm-kanalens muskellag er at tyktarmen ikke har en stor aflang og sammenhængende muskel, men en aflang muskel som er inddelt i tre bånd. Disse bånd giver tyktarmen dens karakteristiske udseende: to strenge (**tenia coli**) som løber langs tyktarmen og inddeler muskelen i tre dele. De tre muskelgruppers kontraktion danner udposninger (**haustra**).

Bevægelse:

Tyktarmen benytter også blandende og peristaltiske bevægelser. Det er de peristaltiske bevægelser som gør at man skider, og dette sker ca 2-3 gange om dagen (masse bevægelser) alt afhængig af om man er på ferie fra Nørre eller Baris fra Rødovre.

Defecation reflex: Når man tager en dyb indånding og spænder abdominale muskler hvilket presser fæces ned i rectum.

Rectum fyldes → peristaltiske bølger gennem descenderende colon, samt interne anal sphincter slapper af, diaphragma sænkes og abdominale muskler kontraherer → dette øger trykket i maven og presser rectum → den externe anal sphincter slapper af og fæces presses ud.

Kontraktion af den bevidst styret externe anal sphincter tillader frivillig hæmning af defecation.

Fæces:

75% vand og resten er ufordøjet materiale, elektrolytter, døde celler og bakterier. Farven skyldes galdepigment. Farven ændrer sig alt afhængig af leverens helbred. Lugten skyldes produkter fra bakterierne.

Næringsstoffer

Essentielle næringsstoffer: dem som kroppen ikke kan syntetisere selv.

Kulhydrater:

Funktion: Energikilde for cellulære processer.

Kilde: Stivelse (korn, grøntsager)

Glykogen (kød)

Disaccharider (sukker)

Monosaccharider (honning, frugter)

Cellulose: polysaccharid som ikke kan optages, men gør at maden lettere bevæger sig gennem mave-tarm-kanalen.

Forbrug: Leverenzymet omdanner monosacchariderne fructose og galactose til glukose, som er kulhydratet celler bruger til arbejde. Kulhydrater er starten til dannelsen af ribose og deoxyribose, som kræves til RNA og DNA syntesen.

Kulhydrater bruges desuden til syntesen af laktose (mælkesukker) som bl.a. bruges i kvinders bryst til modermælk-produktion.

For meget glykose oplagres i muskler og lever som glykogen, og overskrideres lagerets kapacitet omdannes glukose til fedtceller som lagres i fedt depoter.

Nogle celler kan bruge oxideret fedtsyrer som energikilde, men celler som neuroner skal konstant bruge kulhydrat (glukose) for at fungere optimalt. Et fald i glukose koncentrationen kan fx lamme nervesystemet betydeligt.

Hvis kroppen har for lidt kulhydrater omdanner leveren ikke-kulhydrater, som fx aminosyre fra proteiner, til glukose. Derfor er glukose-indholdet i kroppen prioriteret før proteinsyntesen.

Kroppen skal ca. have 175 gram (60%) kulhydrater for at dække behovet og ikke nedbryde protein → aminosyre → glukose.

Lipider:

Funktion: Energikilde for cellulære processer og byggesten til cellemembran.

Kilde: Fedt, olie og andre fedtlignende stoffer (fosforlipider, kolesterol).

Triglycerider: Mest almindelige fedtstof og findes i plante og dyre baseret mad.

Mættet fedt (usundt): kød, æg, mælk og palme- og kokosolie.

Umættet fedt (sundt): kerner, nødder, planteolie, korn, peanuts og oliven.

Kolesterol: Lever og æggeblommen er rigt på dette og findes i mindre mængder i mælk, smør, ost og kød. Findes generelt ikke i planter. Kolesterol er ikke en energikilde, men giver strukturen til cellemembraner og medvirker i syntesen af bestemte sex- og binyrehormoner.

Linoleic fedtsyre er essentiel og væsentlig for fosforlipid syntesen og er nødvendig for cellemembran formation og cirkulationen af lipider.

Forbrug: Burde udgøre max 30% af maden, hvor umættet fedt højst må udgøre 10%.

Triglycerid hydrolyseres → glycerol + fedtsyrer

Glycerol → glukose eller **acetyl coenzym A**

Fedtsyrer → fedt (oplagres i fedtvæv) eller ketonstoffer (omdannes til acetyl coenzym A) eller direkte acetyl coenzym A (vha. beta-oxidation).

Acetyl coenzym A → citron-syre-cyklus → CO₂ + H₂O + Energi (i form af ATP og varme).

Fedtvæv oplagrer overskydende triglycerider, som den afgiver til blodbanen i form af fedtsyre og glycerol, ved lav fedtkoncentration i blodet.

Proteiner:

Funktion: proteiner er den del af enzymer, sammenklumpningsfaktorer, keratinisation, elastin og collagen, plasma proteiner, musklernes aktin og myosin filamenter, bestemt hormoner, antistoffer og energikilde.

Kilde: kød, fisk, fjerkræ, ost, nødder, mælk, æg og cornflakes. 12 aminosyrer kan syntetiseres af kroppen (nonessentielle) mens de resterende 8 skal tilføres med maden (essentielle). Alle 20 skal være til stede i nogle former for proteiner.

Proteiner kan inddeles i 3 grupper:

1. **Komplette proteiner:** indeholder størstedelen af essentielle aminosyrer.
2. **Ukomplette proteiner:** indeholder for få essentielle aminosyrer til at vedligeholde væv og støtte væksten.
3. **Delvist komplette proteiner:** For få essentielle aminosyrer men nok til at vedligeholde liv uden vækst.

Forbrug: burde udgøre 10 % af maden

Protein (bunke aminosyrer bundet sammen) nedbrydes til aminosyrer (vha. fordøjelsessystemet), som kan gennemgå en deamination (fraspaltning af NH_2 , foregår i leveren).

NH_2 -gruppen former urinstof, som udgør en del af urinen.

Aminosyren uden NH_2 → fedt
→ glukose
→ Acetyl coenzym A (via forskellige trin)
↓
→ citron-syre-cyklus
↓
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Energ}$ i (ATP + varme)

Vitaminer:

Fkt./kilde: Vigtige for metaboliske processer. Kroppen kan ikke syntetisere nok selv og er derfor essentielle næringsstoffer som skal optages med maden.

Vitaminer kan inddeles i 2 grupper:

1. fedt-opløselige:

- Vitamin A: Vigtig til syntese af visuel pigment, knogler, tænder, epitelvæv.
- Vitamin D: fremmer absorption af calcium, fosfat, samt udvikling af tænder og knogler
- Vitamin E: anti-oxidant for vitamin A og flerumættede fedtsyrer, samt stabilisere cellemembran
- Vitamin K: syntetisere prothrombin til koagulation
- Absorberes på samme måde som lipider (se lipider og "absorption i tyndtarm")

2. vand-opløslige:

- Vitamin B (der findes flere forskellige, vitaminkomplekser): Hjælper til oxidering af kulhydrater, fedt og proteiner.
- Vitamin C (ascorbinsyre): Nødvendig til collagenproduktion, metabolisme af aminosyrer, fremmer jern-absorption, syntetiserer bestemte hormoner ud fra kolesterol.

Mineraler:

Fkt./kilde: Udgør 4 % af kropsvægten. Alle andre essentielle stoffer end carbon.

Disse fås fra mineraler i planter. Disse findes mest i knogler og tænder mm.

Udgør dele af cellestrukturer, enzymer, osmotisk tryk, nerveimpuls, muskelkontraktion, blodkoagulation og vedligeholdelse af pH og kropsvæske.

Major mineraler: De mineraler der er flest af i kroppen: calcium og fosfat (75 % af mineralmængden) af, samt kalium, svovl, natrium, chlorid og magnesium (udgør hver især 0,05 % af kropsvægten).

Trace elements: Essentielle mineraler som der findes meget lidt af.

Fx jern, kobber, mangan, iod, zink, fluor, chrom mm. (udgør 0,005 % af kropsvægten).

Kapitel 16 - Respiration

De respiratoriske organer kan inddeles i øvre og nedre respiratorisk tragt:

Øvre respiratorisk tragt:

1. **Næsen:** Næsebor indeholder hår som blokerer større partikler.
2. **Næse hulrum:** Nasal septum: Skillevæg deler næsehulrum i to dele.
Nasal conchae: "Krøllede" knogler der udspringer fra hver side af nasal septum. Disse knogler deler det nasale hulrum i mindre passager som derved øger overfladen af mucous membran (som sidder på disse knogler). Den mucouøse membran udskiller muscous der klistrer partikler sammen. Derudover findes der også mange blodkar i dette område som opvarmer luften.
Endvidere findes der cilier på mukuøse membran som transporterer partikler ned i mavesækken hvor de nedbrydes.
3. **Paranasalesinuser:** Mindre hulrum i kraniet åbner ud til det nasale hulrum. Disse sinuser har også mukuøse membraner. Derudover mindsker de vægten af kraniet og fungerer som resonanskamre for stemmen.
4. **Pharynx** (struben)

Nedre respiratoriske tragt:

5. **Larynx;** fra struben til lige under adamsæblet. Har mukuøs membran og består af muskelvæv og brusk. Indeholder vokalbånd som laver lyden ved at bevæge sig fra side til side ved luftgennemgang. Læbe, mund og tunge bevægelser omdanner lydbølger til ord.
Stemmebåndets muskel sammentrækning og afslapning regulerer stemme dybden/tonen (pitch) Udspænding af stemmebånd øger dybden/tonen og afslapning mindsker tonen.
Mængden af passerende luft regulerer lydstyrken, dvs. jo mere luft desto højre lyd.
Falsk stemme bånd: Producerer ikke lyd men hjælper med at lukke luftvejene ved indtagelse.
Rigtige stemmebånd: Producerer lyden.
Glottis er passagevejen i det rigtige stemmebånd.
Epiglottis: Klaplignende som delvist lukker over glottis og larynx ved synkning.
6. **Trachea:** Cylinder fra larynx til bronchus forgrening. Opbygget af C-formet brusk, som fuldføres til ringform af glatmuskulatur og bindevæv. Brusken og muskelvævet vender posteriert, så spiserøret kan udvide sig ind i det, ved gennemgang af føde. Brusken sørger for at trachea ikke kollapser og blokeres. Inderlaget af denne cylinder er dækket af mukuøs membran.
7. **Bronchietræ:** Fra primær bronchi til bronkioler og derfra til alveole tragt som udspringer til en alveoli sæk (mange alveoli). Brusk forsvinder gradvist til det når bronchioler samtidig med at der kommer mere glat muskulatur (muskulaturen findes dog ikke omkring alveole trakterne).
8. **Lungerne:** Mediastinum deler lungerne i højre og venstre. Diaphragma og thorax omgiver dem.
Rundt om dem sidder visceral pleura som foldes ud af og bliver til parietal pleura. Parietal pleura forbindes til thorax hulrum og mediastinum, og derved eliminerer potentielt mellemrum.
Højre lunge er delt i 3 lapper og venstre i 2. Hver lap i lungen består af alveoli, blodkar og støttende væv.

Respiration:

Processen hvor der bliver udvekslet gas imellem atmosfærisk luft og kroppen. Dette kan beskrives i 4 punkter:

1. **Vejrtrækning, ventilation** – Bevægelse af luft ind og ud af lunger.
2. **Ekstern respiration** - Gasudveksling imellem blod og luft i lungernes alveoli.
3. **Gas transport** - i blodet mellem lunger og kropceller.

4. Intern respiration – Gas udveksling imellem blod og kropsceller.

Ventilation:

Inspiration:

Impulser fra **phrenic nerven** som stimulerer bl.a. **diaphragma** til at kontrahere, hvilket gør at mellemgulvet sænket og **rumfanget** i thorax øges. Herved udvides lungerne og der dannes et **undertryk** på ca. 2 mmHg fra de 760 mmHg (i atmosfærisk luft). Når dette sker, bliver trykket i lungerne mindre sammenlignet med atmosfærisk luft og trykforskellen gør at luften trækkes ned i lungerne.

Sammen med kontraktion af diaphragma, kontraherer **external intercoastal musklerne** (imellem ribben), så ribbenene hæves og thorax rumfang øges og endnu mere luft trækkes ind.

Et tyndt lag væske (**serøs**) imellem **visceral** (inderst, på lungen) og **parietal** (yderst) membran fungerer som en slags klister samtidig med at den mindsker friktion. Imellem disse er der et undertryk som gør at hvis den ene trækkes, så vil den anden membran også trækkes med.

Overflade tension: Når alveoli tiltrækker vandmolekyler, dannes en kraft som gør at alveoli ikke kan udvides og muligvis kollapser.

Surfaktant (blanding af lipoproteiner som alveole celler udskiller), stivner alveoli og modsætter kollapsning.

Ekspiration:

Dette gøres ved at diaphragma og xternal intercoastal muskler slapper af og elastisk væv omkring lungerne trækker sig sammen til oprindelig form. Ved afslapning af diaphragma kan underliggende indvolde medvirke til at diaphragma hæves. Hvilket gør at trykket i lungerne overstiger det atmosfæriske tryk med 1 mmHg og luften fra lungerne herved presses ud. Hvis lungerne yderligere skal presses sammen kontraherer abdominale muskler (som bevirker at organer presses opad) og posterior intercoastale muskler (brytkassen sænkes yderligere).

Tidalvolumen (TV, 500 mL): Mængde luft som der udveksles ved hvile respiration.

Inspiratorisk-reserve-volumen (IRV, 3000 mL): Den ekstra volumen der inhaleres udover tidalvolumen ved forceret vejrtrækning.

Inspiratorisk kapacitet (IK, 3500 mL): TV + IRV, maksimal inhalation efter udånding.

Ekspiratorisk-reserve-volumen (ERV, 1100 mL): Den ekstra volumen der kan udåndes udover tidalvolumen ved forceret vejrtrækning.

Residual volumen (RV, 1200 mL): Volumen som forbliver i lunger efter forceret udånding.

Funktionel residual kapacitet (FRK, 2300 mL): ERV + RV

Vital kapacitet (VK, 4600 mL): ERV + TV + IRV, maksimal luft volumen som kan udåndes efter forceret inhalation.

Total lunge kapacitet (TLK, 5800 mL): VK + RV, maksimal luft volumen der kan være i lunger.

Kontrol af vejrtrækning

Vejrtrækning er ufrivillig og rytmisk handling.

Neuroner i det respiratoriske center i hjernestammens medulla oblongata og pons kontrollerer inspiration og ekspiration.

Det respiratoriske center:

Medullært rytmiske område: Består af to aflange neuron-grupper:

1. Dorsal respiratoriske gruppe: Kontrol af grundrytmen af inspiration. Dette område sender impulser til diaphragma og andre muskler, som derved kontraheres og inspirationen foregår. Dette område er i hvile ved eksspiration.
2. Ventrale respiratoriske gruppe: Dette område sender yderligere impulser ved forceret vejrtrækning sammen med dorsal respiratoriske gruppe.

Impulsledningen er begynder svagt og styrkes i ca. 2 sek. (inspiration) og ophører derefter brat (ekspiration).

Pneumotaksisk område (i pons): Dette område kontrollerer vejtrækningsfrekvensen ved at udsende impulser som hæmmer den dorsale respiratoriske gruppes impulser. Dvs. jo flere impulser fra pneumotaksisk område desto mere hæmning og derved kortere ånding tid og derved højere vejtrækningsfrekvens og vice versa.

Faktorer der påvirker ventilation:

1. Kemosensitive områder (centrale kemoreceptorer) i respiratoriske center fornemmer ændringer i cerebrospinalvæskens $[CO_2]$ og $[H^+]$. Dvs. ved høj $[CO_2]$ og $[H^+]$ stiger vejtrækningsfrekvensen og de to koncentrationer falder herefter til normalværdien.
 $CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$
2. Perifere kemoreceptorer: Findes i større arterier og registrerer $[O_2]$. Dvs. ved lav $[O_2]$ sendes impulser til respiratoriske center der øger vejtrækningsfrekvens. Dette er dog en meget inaktiv process ved normal vejtrækning.
3. Inflation refleks: Strækreceptorer i visceral pleura (rundt om lungerne), bronkioler og alveoli registrerer udstrækning af elastisk væv omkring lungerne og sender sensorisk impulser via nervus vagus til pneumotaksiske område i pons og forkorter de inspiratoriske bevægelers varighed og dermed dybden af vejtrækningen. Dette sikrer at lungerne ikke bliver udvidet mere end de kan klare.

Alveole væggen består af enlaget epitelvæv.

Respiratorisk membran:

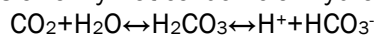
Består af epitelvæv fra alveolen, kapilærvæggen og de mellemliggende elastiske og collagenfibre (bindevæv). Herigennem sker gasudvekslingen.

Gas transport:

Oxygen transporteres ved at bindes sig til hemoglobins jerndel (hæme-delen) i røde blod celler. Hæmoglobinen afgiver oxygenen i sin vej igennem områder med lav pO_2 . Når CO_2 koncentrationen i blodet stiger og pH dermed falder eller blodtemp stiger øges oxygenudskillelsen fra hæmoglobin. Dette sker fx ved fysisk aktivitet i muskelceller så disse får tilført mere oxygen fordi oxygen bliver forbrugt, kuldioxid bliver dannet, pH falder og temp stiger (Cellulær respiration).

Kuldioxid: Blodet transporterer kuldioxid til lunger i tre former (% af total kuldioxid transport):

1. CO_2 opløst i plasma. 7% afhænger af pCO_2
2. CO_2 binder sig til aminogruppen (NH_2) i hæmoglobins globindel eller proteindel. 23%, denne binding kaldes carbaminohæmoglobin.
3. CO_2 i form af bicarbonation. 70% Denne omdannelse finder stort set sted i de røde blodceller hvor denne process katalyseres af enzymet carbonic anhydrase.



Denne reaction foregår til venstre når det omkringliggende væv har et mindre indhold af CO_2 .

Kapitel 17 – Urinsystemet

Urinsystemet består af 2 nyre, 2 urinledere, urinblære og urinrør. Dens funktion er at udskille ubrugelige stoffer. Regulerer kropsvæskens elektrolyt- og vandkoncentration og således kropsvæskens volume, regulere pH-værdien, rød-blodcelle-produktion og blodtryk.

Nyren:

Opbygning

Omkapslet af fibrøst bindevæv og holdes på plads af fedtvæv og bindevæv.

Indgangen til nyren kaldes **hilum**. Hilum fører ind til et hulrum som kaldes **renal sinus**.

Væggene i dette hulrum er bundet til **renal pelvis**.

Renal pelvis trænger ind i nyren hvor den deles til **major calyces**, som igen deles til **minor calyces**. Minor calyces bindes til små projektioner (**renal papillae**) fra nyren.

Nyren kan inddeles i to områder:

1. **Renal medulla**: udgør kernen af nyren og er opbygget af **renal pyramider**, som adskilles af **renal columnner**, som er indhulninger fra **renal cortex**.
2. **Renal cortex**: kapsel omkring renal medulla som dykker ned mellem renal pyramider og danner renal columnner. Indeholder **nephroner**. Rigt på blodkar.

Funktion

- a. Vedligeholde stofskifte ved at regulere sammensætningen og volumen af urin.
- b. Danner urin ved at fjerne stofskifte affald og forbinde dette med overskydende vand og elektrolytter.
- c. Udskille hormonet erythropoietin, som regulerer erythrocyt-produktionen (rød-blodcelle-prod.)
- d. Aktivering af D-vitaminer.

Blodtilførsel til nyren:

I hvile bruger nyren 15-30% af den mængde blod som hjertet udpumper igennem **renal arterier** som trænger ind i nyren via hilum.

Renal blodomløb:

Renal arterier trænger ind i nyren og deles til interlobar arterier som løber langs kanten af renal pyramiderne. I grænsen mellem medulla og cortex kaldes arterierne her for arcuate arterier. Arterier som trænger ind i cortex kaldes interlobular arterier. Disse deles til afferente (ind) arterioler som danner glomerulus hvorfra efferente arterioler udløber og bliver til peritubular kapillærer. Blodets tilbageløb starter med peritubular kapillærer som løber langs arterierne hele vejen tilbage til hilum, hvor den løber ind i inferior vena cava.

Nephroner: Nyrens mest aktive og væsentligste del. Der er ca. 1 mil. I hver nyre.

Består af to dele:

1. **Renal corpuscle**: består af en glomerular kapsel hvori glomerulus findes. Glomerulus filtrere stoffer og væsker fra blodet ind i den glomerular kapsel hvorfra det bevæger sig ind i den proximale folede tubule.
2. **Renal tubule**: Består af den proximal foldet tubule som bliver til nephron loop (Henle's loop) som til sidst bliver til distal foldet tubule som samles i samlingskanaler. Herfra til minor calyces osv. (samlingskanalen og minor calyces er ikke en del af nephronen). Loopen dyper ned i renal medulla fra cortex hvor resten af nephronen findes.

Blodomløb i nephron:

Fra afferent arteriole til glomerular kapillærer. Derfra til efferent arteriole, som har en mindre diameter end afferent arterioler. Dette bevirker en øgning i blodtrykket i glomerulus som bl.a. øger filtrationen herfra. Fra efferent arteriole løber blodet videre til peritubular kapillæresystem som omringer renal tubulen (funktion af dette system, behandles senere).

Juxtaglomerular apparat:

Findes i området hvor afferent og efferent arterioler mødes med renal tubulen. Juxtaglomerular celler dækker afferente og efferente arterioler lige inden indgangen til den glomerular kapsel. Disse celler udgør sammen med macula densa (en del af den tubular væg og findes kun i det omtalte område) det juxtaglomerular apparat. Dette apparat udskiller enzymet Renin (som behandles senere).

Urin-produktion:

Et resultat af 3 dele:

1. **Glomerulær filtration.**
2. **Tubulær reabsorption** (genneoptagelse af nyttige stoffer fx vand, sukker etc.).
3. **Tubulær sekretion** (elimination af bestemte stoffer som H^+ og gifte).

Glomerular filtration:

Sker ved at blodtrykket presser stoffer fra plasma ud gennem **finistre** (små huller) i kapillærvæggen. Store plasmaproteiner kan ikke komme igennem. Trykket i disse kapillærer er større end i andre pga. forskel i diameter i afferente og efferente arterioler. Samtidig er der et **colloid osmotisk tryk** som dannes i glomerulus, samt et hydrostatisk tryk i den glomerulære kapsel idet den fyldes af væske fra glomerulus. Disse er med til at regulere det **totale filtrationstryk**. En øgning af disse to sænker filtration fra glomerulus.

Filtrations mængde:

Colloid osmotisk tryk: Måles på det tryk som det tiltrukne vand danner. Jo flere plasma proteiner der er i glomerular kapillærer desto mere væske vil trækkes ind i kapillærene for at udligne væskesforskellen. Dvs. en stigning i plasma-protein-koncentrationen bevirker en stigning i colloid osmotisk tryk. Stigningen i det colloid osmotiske tryk medfører fald i filtration fra glomerulus og vice versa. Det colloid osmotiske tryk modsætter altså det tryk (filtration) som blodtrykket danner.

Hydrostatisk tryk: Det tryk som væske skaber på væggen af den glomerular kapsel. Jo mere tryk på dennes væg desto højere hydrostatisk tryk. Dvs. mindskes diameteren af renal tubulen føres mindre væske væk fra kapslen som øger det hydrostatisk tryk. Stigningen i det hydrostatiske tryk medfører fald i filtration fra glomerulus.

Ca. 180 L/ døgn heraf bliver det meste reabsorberet.

Regulation af filtration:

Filtration kan øges eller sænkes afhængigt af om der er for meget eller for lidt kropsvæske. Dette styres af forskellige faktorer:

1. Sympatiske nervesystem: opfanger ændringer i blodtryk og blodvolumen. Et fald i disse fører til at sympatiske nerve impulser kontraherer afferente arterioler og mindsker således glomerulære filtration. Den mindskede filtration bevirker mindre urindannelse hvorved væske beholdes til øgning af blodtryk og - volumen og vice versa.
2. Juxtaglomerulære apparat: udskiller renin ved 3 former for stimuli:
 - Når specielle celler i afferente arterioler opfanger fald i blodtryk.
 - Ved sympatisk stimulation.
 - Når macula densa opfanger fald i konc. af natrium, kalium og clorid.

Renins funktion:

Renin er et enzym som regulerer blodtryk og blodvolumen.

Renin reagerer med angiotensinogen og danner angiotensin I. Angiotensin-konverterende enzym (ACE) omdanner angiotensin I til angiotensin II.

Angiotensin II's funktioner:

1. Ved lavt blodtryk og - volumen: vasokontraktion af efferent arteriole som gør at blodet tilbageholdes i glomerulus og derved stiger hydrostatisk tryk og mindsker filtration, og mindsker således urindannelse og øger blodtryk og - volumen.

2. Stimuler udskillelse af hormonet aldosteron som bevirker en øget tubulær natrium reabsorption fra nyren.*se noter dogu.
3. Ved højt blodtryk og – volumen: Hjertet udskiller hormonet, atrial natriuretisk peptide (ANP), som øger natrium udskillelsen ved forskellige mekanismer som fx stigning i den glomerulære filtration.

Tubular reabsorption

Dette sker igennem renaltubulens epitelvæv og derfra over interstitialvæsken og ind i de peritubulære kapillærer. Da blodtrykket i de peritubulære kar er lavt og væggen er mere gennemtrængelig sker reabsorptionen meget nemmere.

Renaltubulens inderside er belagt af **microvilli** som øger overflade og der således reabsorberes mere. I forskellige dele af renal tubule optages forskellige stoffer fx aktiv transport i den proximale tubule. Den meste reabsorbering sker i den proximale del da epitelet i denne del er rigest på microvilli.

Aktiv transport (fx glukose & aminosyrer) og osmose (vand) foregår primært i den proximale tubule. Mens den distale del og samlingskanalen stort set er ugennemtrængelig for vand.

Begrænset transport kapacitet: Når "transportmiddel" kun kan transportere et bestemt antal molekyler med en bestemt hastighed. Fx har aktiv transport denne begrænsning.

Denne kapacitet dækker lige transporten af den normale mængde af de forskellige stoffer. Dvs. hvis der er for meget glukose i filtratet vil det overstige denne kapacitet og således ikke blive absorberet/transporteret med blive udskilt med urinen. Den mængde der kan absorberes kaldes **renal plasma tærskelværdi**.

Kun et protein (albumin) går igennem finistre og bliver en del af filtratet. Dette protein reabsorberes vha. endocytose af microvilli i den proximale tubuli. Inde i epitelceller bliver proteinet nedbrudt til aminosyrer og derfra transporteret til peritubulære kapillærer.

Epitelcellerne absorberer også: kreatin, mælke-, citron-, urin- og ascorbinsyre (vitamin C), fosfat-, sulfat-, calcium-, kalium- og natriumioner. Dette absorberes også med begrænset transport kapacitet.

Vandgenoptagelsen er afhængig af genoptagelse af forskellige stoffer da vandet bliver trukket med vha. det osmotiske tryk. Her er det primært Na^+ som er årsag til det osmotiske tryk ud fra renal tubuli da denne ion findes i høj koncentration.

Osmotisk tryk: Vand søger fra områder med lav ionkoncentration (hypotonisk) til områder med høj ionkoncentration (hypertonisk) og derved når ligevægt (isotonisk).

Når natrium bliver absorberet vha. aktiv transport så medfører det at de negativt ladede ioner bliver tiltrukket af de positive natriumioner og bliver således passivt transporteret.

Næsten alt vand og natrium bliver reabsorberet. Hvis der sker en ændring i natrium og kalium koncentrationen i plasmaet fx høj K og lav Na fører det til at binyrenkirtlen udskiller hormonet aldosteron som stimulerer distaltubuli til at reabsorbere Na og udskille K til urin.

Ved lav vandkoncentration i plasma eller lav blodvolumen producerer hypothalamus ADH (anti-diuretisk hormon) som udskilles i forreste hypofyse. ADH føres med blodet til nyren hvor det øger vandgennemtrængeligheden i den distale tubule og samlingskanalerne og mere vand reabsorberes således til øgning af blodvolumen.

Urinstof (urea): Er et biprod. fra aminosyrekatabolisme. 50 % af dette udskilles i urinen.

Urinsyre: prod. fra bestemt metabolisme af nogle organiske baser, nukleinsyrer. En lille del udskilles ellers genoptages resten.

Tubulær sekretion: Fra plasma til tubulær væske.

Dette sker bl.a. også ved aktiv transport. Heriblandt stofferne penicillin, histamin, kreatin og H^+ . Da der ved proximal foldet tubule reabsorberes Na fører det til en negativ ladning i tubulen som tiltrækker positive ioner bl.a. H^+ og K^+ . H^+ udskillelse regulerer pH-værdien.

Urinens sammensætning: Varierer alt efter hvad der absorberes, sekreses, spises og fysisk aktivitet.

95% vand, urinstof, evt urinsyre, elektrolytter og aminosyrer. Urinvolumen er mellem 0,6 og 2,5 L pr. døgn afhængig af væskeindtag, temp, relativ fugtighed, følelsesmæssig tilstand, vejtrækningsfrekvens og kropstemperatur. 50-60 mL/time urin udskillelse pr. time er normalt mens urinudskillelse under 30 mL/time tyder på nyresvig.

Urinens vej:

Nephroner -> samlingskanaler -> renal pappilae -> minor og major calyces -> renal pelvis -> urinleder -> urinblære -> urinrør.

Urinledere: 3 lag:

1. Mukøst lag (coat) fortsættelse af renal tubulen og fortsætter til urinblæren.
2. Muskulært lag (laver peristaltiske bevægelser)
3. Fibrøst lag (bindevæv)

Urinblæren:

I bunden af denne sidder en trekantet struktur (trigone) 2 huller fra urinlederne og et ud til urinrøret.

Blæren har også klapper af mukøs membran som sørger for at urin ikke løber tilbage til nyrene.

Har 4 lag:

1. Mukøst lag: Flerlaget overgangsepitelvæv som kan strækkes og samles.
2. Submukøst lag: Bindevæv og mange elastiske fibre.
3. Muskellaget: Bundter af muskellag flettet sammen og udgør detrusor muskel. Den nederste del af denne som lukker af til urinrøret kaldes internal urethral sphincter, som kun giver efter når urinblæren er fyldt med en vis mængde. Denne muskel indeholder parasympatiske nervefibre som fungerer ved vandladning/ mikturition.
4. Serøst lag: Yderste lag består bl.a. af parietal peritoneum og bindevæv.

Mikturition/vandladning:

Sker ved at detrusor muskel kontraherer samt mavemuskler og afslapning i thoracic muskler og external urethral sphincter (skelet muskel 3 cm henne omkring urinrøret).

Micturition reflex:

1. strækning af urinblæren stimulerer stræk-receptorer i blærevæggen til at sende impulser til neuroner i rygmærven.
2. Disse neuroner fra rygmærven sender motoriske impulser til detrusor musklen som kontraherer rytmisk og giver trang til at urinere.
3. Trykket i blæren stiger samtidig med at blæren fyldes. Når blæren/trykket er steget tilstrækkeligt tvinges internal urethral sphincter til at afslappe og åbne op.
4. En efterfølgende 2. refleks afslapper den external urethral sphincter medmindre man fortsat frivilligt kontraherer (holder på urinen).
5. Nervecentre i cerebral cortex og hjernstammen indvirker i kontroleringen af vandladning.

Urinrøret:

Fra blæren og ud. Indervæggen er et mukøst lag efterfulgt af tykt muskellag, hvis fibre går langs med urinrøret. Urinrøret indeholder desuden kirtler som udskiller mukøst væske ind i urinrøret.

Kapitel 19 - Reproduktions systemer

MANDEN

Mandlige Primære sex organer (gonader): Testikler (her produceres mandlige sex hormoner og celler (spermceller)).

Mandlige Accessory sex organer: Resten både eksterne og interne.

Testikler:

- Ligger i sæk (scrotum).
- Dækket af fibrøs kapsel som bliver tyk posterior og går indad og deler testiklerne i 250 lobuler hver.
- **Lobuler:** Indeholder 1-4 meget krøllede **seminiferous tubuler**. Disse samles i et komplekst netværk af kanaler som føres videre ud til en kanal og der fra til epididymis og så til vas deferens.
- **Seminiferous tubuler:** Består af flerlaget epitel inkl. Spermatogeniske celler (danner sæd og støtte celler som ernærer og regulerer spermatogeniske celler).
- Imellem seminiferous tubuler ligger interstitiale celler (Leydigs celler) som producerer mandlige sex hormoner.
- **Opbygning af sædcelle:**
 - Hoved:** Kerne indeholder kromatin (23 kromosomer). Det yderste af hovedet er dækket af acrosome som indeholder enzymer der gennemtrænger ægcellen.
 - Mellemstykke/kroppen:** Central-filament og mange mitokondrier omkring denne i form af en spiral.
 - Halen/flagellum:** Mange microtubuli lukket inde i cellemembranen. ATP fra kroppens mitokondrier giver halen energi til bevægelse.
- **Sædcelledannelse:** Dannes i spermatogeniske celler og samles i seminiferous tubuler og føres videre til epididymis hvor de samles og modnes.
- **Spermcelledannelse/ spermatogenese:**
 - I fostertilstanden er spermatogeniske celler udifferentierede og kaldes spermatogonium (46 kromosomer i kernen). Under fostertilstanden stimulerer bestemte hormoner spermatogonierne til at dele sig vha. mitose og nogle af dem forstørres og forvandles til primære spermatocytter som støttecellerne støtter hele livet igennem.
 - I puberteten går de primære spermatocytterne igennem meiose og bliver til sekundære spermatocytter (23 kromosomer). Disse sekundære spermatocytter deles yderligere ved mitose til spermatider som modnes til spermceller.
 - Processen fra spermatogonium til spermatid foregår seminiferous tubulers væg, mens noget af modningen fra spermatid til tidlig spermceller foregår i lumen af seminiferous tubuler.

Mandlige interne tilhørende organer:

Disse består af epididymides, vasa deferentia, udløsningskanaler, urinrøret, seminal vesikler, prostata kirtler og bulbourethral kirtler. Disses primære funktion er at vedligeholde og transportere spermceller:

1. Epididymis:

Går fra testikler til vas deferens. I denne samles de umodne spermceller hvor de ernæres og modnes. Denne laver peristaltiske bevægelser.

2. Vas deferens/ ductus deferens:

Ca. 45 cm lang muskulær kanal som går fra testikel op forbi urinblæren og ender i udløsningskanalen som ligger posteriert og inferiert til urinblæren.

3. Seminal vesikel:

Krøllet, poselignende struktur på ca. 5 cm som bindes til vas deferens ved indgangen til udløsningskanalen.

Kirtel væv på dennes indervæg udskiller baseholdig væske som regulerer pH-værdi som er favorabel for sperm celler. Denne baseholdige væske indeholder også fructose som er en monosaccharid som sørger for energi til spermcellen. Den baseholdige væske indeholder desuden prostaglandiner som stimulerer muskulær kontraktion i kvindens reproduktive organer og sørger således for bevægelse af spermceller mod ægcellen.

4. Prostatakirtel:

Sidder i klumpform omkring det område hvor urinrøret mødes med udløsningskanalen.

Udskiller en tynd mælkelig baseholdig væske som neutraliserer pH i den sure spermholdige semen og den sure sekretion fra vagina, samt forstærker spermcellernes mobilitet. Den sure spermholdige væske skyldes metaboliske reststoffer som ophobede spermceller producerer.

5. Bulbourethral kirtler (Cowpers' kirtler):

Findes i musklen external urethral sphincter.

Har mange kanaler som udskiller mucous-lignende væske som fugtiggør penisenden og en glidende effekt og forbereder til samleje.

6. Semen:

Blanding af spermceller, væske fra overnævnte kirtler og vesikler.

Denne væske er let basisk, næringsrig og indeholder prostaglandiner.

Mandlige eksterne reproduktions organer:

1. Scrotum:

En hængende hudsæk som deles i 2 kamre af medial septum. Scrotum beskytter og regulerer temperaturen i testiklerne som er væsentlig i sædcelleproduktion.

En serøs membran dækker testiklerne og modsætter friktion.

2. Penis:

Indeholder 3 portioner af erectilt væv:

Et par dorsalt corpora cavernosa (øverst) og en portion corpus spongiosum, herigennem går urinrøret. Hver portion er dækket af et lag stærkt og tæt bindevæv som atter er dækket af et lag underhud, bindevæv og hud.

Corpus spongiosum forstørres i enden og udgør glans penis (hovedet). Glans penis dækker enden af corpus cavernosa. Åbning i glans penis kaldes external urethral orifice og prepuce er forhuden.

Erektion:

Ved seksuelle stimuli sender den nedre del af rygmarven parasympatiske nerve impulser som udløser vasodilaterende nitric oxide som dilaterer arterier som går igennem penis. Derved lukker det stigende arterietryk for det venøse tilbageløb. Derved samles blodet i erektilt væske og penis opsvulmer.

Emmision:

Dannelse af semen er emission. Dvs. blanding af spermceller og sekretion fra prostatakirtel, seminal vesikel mm. i urinrøret.

Denne blanding sker ved at sympatiske nerveimpulser fra rygmarven stimulerer:

- Peristaltiske bevægelser i glat muskulatur i væggen af testikulære kanaler som epididymides, vasa deferentia og udløsningskanalen.
- Rytmske kontraktioner af seminal vesiklen og prostatakirtlen.

Sammensætningen af alle disse stoffer kaldes semen. De dannede væsker udskilles i følgende rækkefølge:

1. Fra bulbourethral kirtel
2. fra prostata kirtel
3. spermceller fra epididymis
4. Fra seminalvesikel

Udløsning:

Når urinrøret fyldes med semen stimulerer sensoriske impulser den nedre del af rygmarven til at sende motoriske impulser til muskler omkring starten af erektilt væv som kontraherer rytmisk. Dette fører til at semen presses ud af urinrøret.

Lige efter udløsning bevirker sympatisk impulser kontraktion af arterierne i penis og reducere blodtilførsel hertil. Glat muskulatur i arterievæg kontraherer igen og vener i penis fører blodet væk. Penis bliver herefter til normal størrelse hvis det ikke yderligere stimuleres seksuelt.

Hormonel kontrol af mandlige reproduktive funktioner

Hormoner fra hypothalamus og hypofysen:

Før tiårsalderen er mænd reproduktivt umodne. Ved puberteten sekreterer hypothalamus **gonadotropin-udløsende hormon (GnRH)** som med blodet føres til forreste hypofyse som udskiller **gonadotropinerne**:

1. **Luteinizing hormon (LH)** medfører testikulær interstitiel celledannelse som sekreterer mandlige sex hormoner fx **testosteron**.
2. **Follikel-stimulerende hormon (FSH)** stimulerer støttecellerne fra seminiferous tubule til at reagere på sexhormonet testosteron.

FSH og testosteron stimulerer tilsammen spermatogeniske celler til at dele sig til spermceller, **spermatogenese**. Desuden sekreterer støttecellerne **inhibin** som vha. negativ feedback hæmmer FSH udskillelse fra forreste hypofyse.

Mandlige sexhormoner kaldes **androgener** som for det meste sekreteres fra **testiklerne** men også i små mængder fra **binyrebarken**.

Kroppen er rigest på androgenet testosteron som bindes løst til plasma proteiner og transporteres således rundt i kroppen.

Testosteron udskillelsen foregår igennem hele fosterperioden og fortsætter i flere uger efter fødslen og slutter under barndommen. I 13-15årsalderen stiger androgen produktionen stærkt, **pubertet**.

Efter puberteten fortsætter udskillelsen hele livet igennem.

Testosterons virkninger:

1. Stimulerer forstørrelse af testikler og dermed primære sex organer.
2. Reproduktionssystemets tilhørende organer
3. mandligt sekundære sex karakteristika, fx
 - øget vækst af kropshår
 - forstørrelse af larynx
 - forstørrelse af stemmebåndet (overgangsstemme)
 - tykning af hud
 - øget muskulær vækst
 - bredere skuldre, smallere hofter
 - forstærkning af knogler
4. Øger cellulær metabolisme og øget rødblodcelleproduktion.
5. Stimulerer seksuelaktivitet ved at stimulere bestemte områder i hjernen.

Regulering af mandlige sex hormoner:

Øget testosteronkoncentration i blodet → hæmmer hypothalamus ved fald i GnRH udskillelse herfra → Fald i GnRH mindsker forreste hypofyses sekretion af LH → fald i LH sænker testosterondannelsen i interstitielle celler og vice versa.
Testosteronproduktion er faldende efter klimaks og seksuel funktion falder ligeledes med alderen.

KVINDEN

Kvindlige Primære sex organer (gonader): 2 æggestokke, som producerer kvindelige sex celler og hormoner.

Kvindlige Accessory sex organer: Interne og eksterne reproduktions organer.

Æggestokke: Primær sexorgan

De er dækket af cubodialt (kvadratisk) epitelvæv hvorunder der er tæt bindevæv.

Består af 2 lag:

Indre/ Medulla: Løst bindevæv, rigt på blodkar, lymfekar og nervefibre.

Ydre/ Cortex: kompakt væv som ser kornet ud pga. Ovale follikler.

Premodiale follikler:

- Udvikles Prenatalt (før fødsel) i æggestokkens cortex.
- Der dannes flere millioner.
- Hver premodial follikel består af en primær oocyt, omringet af epitelvæv kaldet follikulære celler.
- I fosterperioden startes meiose af primære oocytter, men er langsomt faldende indtil fødsel hvor den stopper brat. Da der så ikke dannes nye herefter vil de langsomt dø ud.

Follikelmodning:

Ved puberteten sekreterer forreste hypofyselap øget mængde af FSH (follikel stimulerende hormon) som bevirker at æggestokken forstørres. Samtidig modnes nogle af de primordiale follikler til primære follikler. Under modningen af premodial folliklen forstørres primære oocytten og omkringliggende follikelceller deles ved mitose. Disse follikelceller organiseres i lag og danner et hulrum (antrum) som fyldes med follikelvæske. På et tidspunkt sætter folliklen sig på æggestokken som en "byld" herefter foregår oogenese og med tilstrækkelig mængde hormoner fra hypofysen udløses ovulation.

Under follikelmodningen kan der være op til 20 follikler der udvikles men som regel er det kun en der modner fuldstændigt imens de andre degenererer.

Oogenese/ ægcelledannelse:

Starter i puberteten hvor de primære oocytter (46 kromosomer) stimuleres til meiose og de så bliver delt i to ulige dele en sekundær oocyt (stor med 23 kromosomer) og en første polær krop (lille med 23 kromosomer). Disse ligger klistret til hinanden omviklet af follikel celler.

Ovulation:

Udløsning af sekundær oocyt samt første polær krop fra folliklen i æggestokken. Dette sker ved at hormoner fra forreste hypofyse lap stimulerer folliklen til at briste og udløse sekundær oocytten og anden polær kroppen ind i æggelederen. Bliver den ikke fertiliseret her degenererer begge celler.

Kvindelige interne tilhørende organer:

Består af vagina, æggeledere og livmoderen.

Livmoderen:

Modner og udvikler fosteret. Nederste del kaldes cervix (omkring åbning til vagina kaldes cervical orifice) og resten kaldes kroppen.

Består af 3 lag:

1. Endometrium: Epitelvæv med mange tubulære kirtler.
2. Myometrium: Mellemlag bestående af tyk glat muskulatur.
3. Perimetrium: Serøst lag som dækker livmoderen og en del af cervix.

Livmoderen kan udvides ekstremt som er nødvendigt ved fødsel.

Æggeledere:

Rørformet struktur hvis ende mod æggestokken spredes og delvist dækker æggestokken. Dette spredede område kaldes infundibulum. Fingrene som klamrer sig til æggestokken kaldes fimbriae.

Indersiden er belagt af cilierede celler som udskiller mucous som sammen med peristaltiske kontraktioner i væggen transporterer den sekundære oocyt mod livmoderen for eventuel fertilisation.

Vagina:

Tager mod mandligt lem. Åbningen ud mod verden (vaginal orifice) er belagt af hymen som er et tyndt lag bindevæv og flerlaget epitelvæv. Sørger for at livmoderens sekretioner kan komme ud af kroppen.

Består af 3 lag:

1. Mucousalt lag: Flerlaget epitelvæv
2. Muskulært lag: Mest glat muskulatur men der er lidt skeletmuskulatur (bulbospongiosus) som primært lukker åbningen.
3. Fibrøst lag: Tæt bindevæv sammenflettet med elastiske fibre som binder vagina til omkringliggende organer.

Kvindelige eksterne reproduktions organer

Vulva: Labia (skamlæber) majora og minor, clitoris, vestibulære kirtler.

Labia majora/ store skamlæber:

Beskytter og omringer eksterne reproduktions organer.

Består af fedtvæv, hvorover der sidder glat muskulatur og så hud.

Deres forreste del former en struktur kaldet mons pubis.

Labia minora/ små skamlæber:

Sidder imellem labia majora. Består af bindevæv, rigt på blodkar (som giver lyserød farve).

Clitoris:

Består af to portioner erektilt væv:

Corpora cavernosa og glans (hovedet som er meget rigt på sensoriske nerve fibre)

Foran samles labia minora og majora som en slags klap over klitoris.

Vestibule:

Dette er området til og med clitoris til lige inden vagina. Dette er gulvet.

På hver side af denne sidder der vestibulære kirtler som svarer til bulbourethrale kirtler hos mænd. Disse udskiller væske som giver glidende effekt.

Under mucosa i vestibulen er der desuden erektiltvæv kaldet vestibulær bulb.

Seksuel stimulation:

Erektilt væv i klitoris og omkring vagina-åbningen reagere på sexuel stimulering. Denne stimulering sender impulser til neuroner i den nedre del af rygmærven som reagere på dette ved stimulere parasympatiske nerveimpulser til at frigive vasodilaterende stof, NO, til arterier i erektilt væv. Dilationen af arterier i erektilt væv medfører øget blodtilførsel hertil, hvilket medfører opsvulmning af det erektile væv. Samtidig udvides og forlænges vagina.

Orgasme opstår ved stimulering af klitoris, idet klitoris er meget rigt på sensoriske nervefibre (ca 8000 som er dobbelt så mange som penishovedets sølle 4000).

Orgasme dannet udfra klitoris medfører en række reflekser som indebærer nedre del af rygmærven. Disse reflekser stimulerer muskler i livmodervæggen og æggelederevæggene til at fortage rytmiske kontraktioner som medvirker i transporten af spermcellerne i æggets retning.

Hormonel kontrol af kvindelig reproduktive funktioner

Hypothalamus, forreste hypofyse lap og æggestokkerne udskiller hormoner som kontrollerer udviklingen og vedligeholdelsen af kvindelig sekundær sex karakteristika, modning af kvindelige ægceller samt ændringer som forekommer i løbet af den månedlige cyklus.

Kvindelige sex hormoner:

Forskellige væv inkl. æggestokke, binyrebark, placenta udskiller kvindelige sex hormoner som kan inddeles i 2 hovedgrupper: **østrogen** og **progesteron** som begge produceres mest i æggestokkene.

Kvinder er reproduktivt umodne indtil ti-årsalderen. Ved denne alder begynder **hypothalamus** at sekere øget mængde af **GnRH** som stimulerer **forreste hypofyselap** til at udløse gonadotropinerne **LH** og **FSH**. Dette bevirker at der så produceres øgede mængder af **østrogener**. Disse stimulerer forstørrelse af accessory organer inkl. vagina, livmoder, æggelederne, æggestokke og eksterne strukturer.

Østrogener er med til at udvikle sekundære sex karakteristika:

- Udvikling af bryster samt ductilt system i mammary kirtlerne (til produktion af mælk)
- Øget ophobning af fedtvæv i bryster, hofter og baller.
- Øget blodgennemstrømning i huden.
- Øger tykningen livmodervæggens endometrium.

Progesteron er med til at:

- Udvikle ændringer i livmoderen igennem kvindelig menstruationscyklus
- Påvirker mammary kirtler
- Hjælper med at regulere gonadotropin-udskillelse fra forreste hypofyselap.
- Øger blodkar og kirtler i livmodervæggens endometrium

Menstruationscyklus:

Hypothalamus sekere GnRH som stimulerer forreste hypofyselap til at sekere FSH og LH. FSH → modning af follikel → modningen medfører flere follikel celler → flere follikel celler producere og sekere mere østrogen (højdepunkt) (og mindre mængder progesteron) → østrogen (og progesteron) medfører (se foroven) at LH udskillelsen i stedet for at blive brugt bliver ophobet i hypofysen → Tæt på den 14. dag i cyklus stimulerer GnRH fra hypothalamus forreste hypofyselap til at frigive det ophobede LH → LH stigningen medfører ovulation og fald i Østrogen-dannelsen → den bristede follikels follikelceller omdannes til corpus luteum → corpus luteum sekere progesteron (højdepunkt) og østrogen → den øgede mængde progesteron og østrogen fortsætter ovennævnte aktivitet og hæmmer LH og FSH udskillelsen fra forreste hypofyselap → corpus luteum degenerer hvis sekundær oocyt ikke fertiliseres → fald i østrogen og progesteron dannelse → dette medfører nedbrydning af blodkar og livmodervæggen og desuden genoptages FSH og LH udskillelsen → Menstruation cyklus gentages.

Menopause/ kvindelig klimateric:

Ved 40-50 år forekommer menstruations cyklus ikke med regelmæssige tidsinterval. Og inden for måneder eller år stopper menstruationen helt det er dette tidsinterval der kaldes menopause. Dette sker da der i den alder ikke er så mange follikler tilbage i æggestokkene som kan respondere på LH og FSH.

Mammary kirtler:

Bryster: Areola er område omkring hver nipple. Brysterne ligger over musklen pectoralis major. Mammary kirtler er også dele af kvinders accessory organer og disse er specialiseret til at producere mælk til nyfødte.

Hver mammary kirtel er opbygget af 15-20 lobes (lapper). Hver lap indeholder alveolære kirtler forbundet til lactiferous kanal som når til dutten (nipple). Bindevæv og fedtvæv adskiller de forskellige lapper samt binder dem til underliggende musklers fascia. Andet bindevæv (suspensory ligaments) formet som tråde går fra brysternes dermis til fascia og dermed holder på deres vægt.

Kapitel 18 – Graviditet, vækst og udvikling

Graviditet er tilstedeværelsen af et udviklende afkom i livmoderen. Denne periode består af tre tremåneders perioder, **trimestre**. Graviditetsperioden starter efter fertilisationen, en forening af sekundær oocyt og spermcelle til **zygot**.

Transporten af sexceller til ægget:

Efter at spermceller er blevet afleveret i kvindens **cervix**, aktiveres deres halebevægelser vha. **prostagladiner**. Prostagladiner bevirker desuden at livmodervæggen kontraherer således at spermen bevæges mod den sekundære oocyt som befinder sig i æggestokken. Endvidere sekreseres en vandig væske pga. høj østrogenkoncentration fra første del af menstruationscyklussen. Denne vandige væske gør at der dannes et favorabelt miljø for spermen. I den senere menstruationscyklus dannes høje koncentrationer af progesteron som hæmmer transport og overlevelse af spermceller.

Fertilisation

Den sekundære oocyt (**ægcelle/ovum**) er omringet af et lag celler kaldet corona radiata. Mellem ægcellen og **corona radiata** ligger der et proteinlag, **zona pellucida**.

Når spermcellen gennemtrænger ægcellen vha. af sit enzymbelagte hoved (**acrosom**) som nedbryder zona pellucida. Når spermcellen når ægcellen afgives vesikler fra ægcellen. Vesiklerne indeholder lysosom-lignende substans som styrkner zona pellucida og gør det sværere for andre spermceller at trænge igennem.

Den opsvulmede spermcellekerne og ægcellens kerne kaldes **pronuklei**. Herefter foretager ægcellen en mitose og deles derved i to celler en lille sekundær polær krop og et større fertiliseret æg. Det fertiliserede æg og spermcellen smelter sammen, deres kromosomer blandes ($23+23=46$ kromosomer) og kaldes nu en zygot.

Prenatalperiode

1. Efter ca. 30 timer deles zygoten ved mitose til to **blastomere** (2-celle-stadie).
2. Denne deling er starten på **cleavage** (stamcelledannelse). I løbet af cleavagen (4 dage) bevæger den voksende stamcellemasse sig igennem æggestokken til livmoderen. Stamcellemassen kaldes i 3-4 dag **morula**.
3. Når denne når livmoderen degenerer zona pellucida membranen og morulaen omdannes til en **blastocyt**.
4. Blastocytten klæber sig til endometrium med sit yderste lag celler, **trophoblaster**.
5. Blastocytten indeholder **pluripotente stamceller** (har egenskaben at specialisere sig til datterceller eller deles yderligere til stamceller).
6. Celler i blastocytten udgør en indre cellemasse som bliver til **embryo**. Dette er begyndelsen på embryo stadiet der varer i to måneder.
7. Fra 2. mdr. til fødsel kaldes **fosterstadiet**

Spontan abort:

Hvis corpus luteum degenerer så nedbrydes livmodervæggen (og derved mistes blastocytten) pga. fald i østrogen og progesteron.

hCGs virkning:

- For at corpus luteum ikke degenererer sekreserer trophoblasterne hormonet human chorionisk gonadotropin (hCG). Dette hormon vedligeholder (ligesom LH) corpus luteum som fortsat sekreserer østrogen og progesteron.
- hCG's produktion af østrogen og progesteron hæmmer udskillelsen af FSH og LH fra forreste hypofyseleap hvorved menstruationscyklussen standses.
- hCG udskillelsen fortsætter på højt niveau i ca. 2 mdr. og er herefter kraftigt faldende.

- Dannelse af placenta bevirker at denne kan overtage østrogen og progesterondannelse hvorved hCG bliver overflødig.
- VIGTIGT: SE TABEL 20.1 SIDE 533

Placenta hormoners virkning:

- Østrogen og progesteron se menstruation.
- Lactogen: Stimulerer sammen med østrogen og progesteron brystudvikling og mælkeproduktion.
- Progesteron: virker sammen med **relaxin** (fra corpus luteum) og hæmmer muskelsammentrækninger i myometrium indtil fødsel og løsner leddene i pelvis således at barnet kan passere. Minus relaxin → veer.

Graviditet → ↑ aldersteron fra binyrebark → ↑ Na⁺ reabsorbtion i nyren → ↑ vandreabsorbtion

Graviditet → ↑ calcitonin fra paratyroidea → ↑ calcium koncentration i blod og dermed maternal blod.

Udviklingen af embryo

- Indre cellemasse omdannes til embryonisk disk som består af 3 germ-layers (kimblade):
 1. **Endoderm** (inderst): danner det indre lag (epitelvæv) i fordøjelses- og respirationskanalen, samt urinblæren og urinrøret.
Denne er forbundet til yolk sac (navleblæren) som producerer blod og blodkar.
 2. **Mesoderm** (mellemlaget): danner muskel-, binde- og knoglevæv, knoglemarv, blod, lymfe- og blodkar, interne reproduktionsorganer, nyre og det indre lag i kropshulrum (epitelvæv).
 3. **Ektoderm** (yderst): danner nervesystemet, specielle sanseorganer, epidermis (yderste hud), hår, negle, hudkirtler, og overfladen af munden og analkanalen.
Denne er forbundet til det amniotiske hulrum med tilhørende amniotisk væske, som senere omkapsler embryo og sørger for favorable omgivelser så embryo kan udvikle sig uden at blive mast af omkringliggende organer.
Det amniotiske hulrum er afgrænset af **amnion**-membran.
- Omkring det amniotiske og ekstraembryotiske (ekstra rum til forskellige organer som yolk sac (navleblæren)) hulrum ligger bunker af celler kaldet **chorion**, som danner folder ind i livmoderen. Disse folder kaldes **chorioniske villi**.
- Chorion og chorioniske villi er omringet af **lacuna** som består af maternal blod. Blod herfra forsyner barnet.
- Embryo får et C-form som vender mod ryggen. Fra "C'ets" indhulning udskyder navlestrengen som består af 2 arterier og 1 vene, samt navleblæren (yolk sac) og allantois (formede fra navleblæren og har ens funktion).
- Placentamembranen: Stykket mellem kapillærnetværket i chorioniske villi og lacuna. Over denne membran sker bl. ilt- og gasudveksling mm.

Føtalstadiet

- Fra 8. uge til fødsel.
- Ossification centre finder sted.
- Kraftig vækst.
- Bevægelse opstår.
- Full-term: 50 cm, 2,7-3,6 kg.
- Lunger udvikles sidst.

Føtal blod og cirkulation

- Hemoglobin i fetal blod binder 20-30 % mere ilt til hemoglobin sammenlignet med en voksen.

Blodvejen i fetus:

Lacuna med maternel blod (ilt og næringsstoffer) gennem placenta til chorionisk villi → chorion → navlestreng → via navlestreng venen → leveren → ca. 50 % af blodet med ductus venosus (kobles til inferior vena cava) til hjertet højre atrium → fra højre atrium delvist til højre ventrikel og delvist gennem foramen ovale til venstre atrium (blodets gang opdeles herefter i to veje som senere mødes igen):

Venstre atrium → venstre ventrikel → aorta buen → kobles til ductus arteriosus og blodet mødes igen.

Højre ventrikel → pulmonary trunk → det meste videre til ductus arteriosus som kobles til aorta buen.
→ lungerne, men kun nok til at cellerne kan forsyne sig selv, da lungerne er kollapsede.

Aorta buen (hovedet og øvre lemmer) → Abdominal aorta (forsyner overkroppen og nedre lemmer) → deles til en højre og venstre fælles iliac arterier → et udspring (navlestrengsarterier) fra både højre og venstre fælles iliac arterier løber ind i navlestrengen → chorion → chorionisk villi → over placenta → lacuna.

Fødsel

- Placenta nedbrydes → ↓ progesteron koncentration → stimulerer prostagladin-syntesen → ↑ prostagladins → myometriumkontraktion (veer), cervix mellem livmoder og vagina åbnes, samt pelvis løsnes.
- Åbningen og udvidelsen af hhv. vagina og livmoder → stimulering af hypothalamus → stimulering af forreste hypofyse → ↑ oxytocin → kraftig myometrium-kontraktion (sammen med progesterons effekt)
- Alt dette medvirker til rytmiske kontraktioner i myometrium som presser fetus (med hovedet nedad) mod cervix og presser og udvider denne → udvidelsen af cervix stimulerer kraftigere myometriumkontraktion (veer) og ↑ oxytocin-udskillelse
- Ovenstående 3 punkter arbejder vha. positiv-feedback-mekanismen → kraftigere og kraftigere myometriumkontraktion → fødsel
- Efter-fødsel: placenta udskilles fra livmoderen ved rytmisk kontraktioner i myometrium grundet oxytocin. Blødning opstår (efter-fødsel) fra blodkar i livmodervæg men kontraktionerne presser blodkar-åbningerne således at blodtab mindskes.

Postnatalperiode

Mælkeproduktion og sekretion

- **Placentale østrogener og progesteron bevirker at brysterne udvikles.**
- **Placental lactogen inaktiverer prolactin hvorved mælkeproduktionen blokeres.**
- Efter fødsel falder koncentration af lactogen, progesteron og østrogen ved placental nedbrydning → ↑ prolactin → mælkeudskillelse
- Før brystkirtler sekreter mælk udskilles colostrum som indeholder proteiner og antistoffer (Naturligt opnået passiv immunitet)
- Mælkesekretion sker ved at myoepitelceller som dækker alveolære kirtler (indeholder mælk) kontraherer.
- Amning eller mekanisk stimulation af brystvorten udløser en refleks reaktion; sensoriske receptorer → hypothalamus → bagerste hypofyselap til udløsning af oxytocin → oxytocin stimulerer kontraktion af myoepitelceller → mælk udskilles i ca. 30 sek.
- Så længe mælk fjernes regulært fortsætter oxytocin og prolactin produktion og der dannes mælk. Bliver mælken derimod ophobet hæmmer hypothalamus oxytocin og prolactin produktion.

Neontalperioden

- Fra fødsel til 5. uge
- Vigtige fysiske ændringer for at barnet kan overleve:

- Pga. kollapsede lunger skal barnet tage en dyb indånding. Oxygen og kuldioxid udveksling.
- Høj metabolisme
- Da lever er inaktiv dækkes glukose behovet ikke og barnet vil begynde at tære på fedtdepoter for energi.
- Nyren er uudviklet så der ikke produceres koncentreret urin og meget væske udskilles → barnet hurtig kan blive dehydreret
- Barnet har også svært ved at holde en konstant kropstemperatur pga. temperaturreguleringsystemerne ikke fungerer optimalt.
- Navlestrengsblodkar kontraherer
- Ductus venosus (fra lever til inferior vena cava) bliver til bindevæv kaldet ligamentum venosum.
- Som fetus var trykket i venstre atrium højere end trykket i højre atrium hvilket gjorde at blodet blev trukket fra højre atrium gennem foramen ovale ind i venstre atrium. "MEN, efter fødslen overstiger blodtrykket i højre atrium i forhold til venstre atrium: Trykfaldet i højre atrium skyldes inaktivering af ductus venosus hvorved blodtrykket ind i venstre atrium falder. Trykstigningen i venstre atrium skyldes lungernes aktivering som øger modstanden mod blodet i pulmonary trunk. Blodtryksforskellen gør at klappen i foramen ovale lukker i og blokerer gennemgangen (ca. 1år efter fødsel). Oftest smelter klappen sammen med omkringliggende væv.
- Ductus arteriosus lukker sammen ligesom andre føtale blodkar (ca. efter 15 min efter fødsel) og bliver derefter til bindevævet, ligamentum arteriosum.
- Den føtale type hemoglobin bliver efter ca. 4 mdr. erstattet af den almindelige hemoglobin.