

Basal Humanbiologi

**&
introduksjon til
cellebiologi**

Kompendium

**Medisinstuderende
1.semester**

Københavns Universitet

FORORD

Dette kompendium er skrevet helt i starten av mitt medisinstudie, under 2.gangs lesning av læreboken "Hole`s Essentials of Human Anatomy and Physiology", 7.utgave. Denne boken er noen år gammel, men skiller seg ikke vesentlig fra den nyeste og 10.utgave, som i februar 2010 anbefales fra fakultetet til 1.semesters eksamen i "basal humanbiologi og cellens kjemiske komponenter". 10.utgave er bygget opp på samme måte som 7.utgave og dette kompendiet følger 7.utgave slavisk. Faget som sådan, som i hovedsak omhandler menneskekroppens basale anatomi og fysiologi, er heller ikke gjenstand for en revolusjonerende utvikling. Det er derfor min og flere studentkollegers oppfatning, at kompendiet fremdeles godt kan brukes. Det kan selvsagt på ingen måte erstatte noen lærebok, men vil forhåpentligvis kunne tjene to formål: som en hjelp for den studerende til å skaffe seg et hurtig og strukturert overblikk over relevant pensum før de enkelte leksjoner og / eller som en repetisjon til den skriftlige integrerte eksamen på 1.semester i basal humanbiologi & cellens kjemiske komponenter. Før hvert kapittel har jeg skrevet inn det eller de relevante studiemål fra tidligere undervisningsplaner. Kompendiet er etter gjennomlesning av både undertegnede og flere studentkolleger blitt rettet for flere fakta-, stave- og forståelsesmessige feil, men det kan neppe unngås at det finnes flere slike feil i teksten. Disse må gjerne innberettes til sverrespost@hotmail.com eller manan@manan.dk.

Sverre Høie
Stud.med.

Innholdsfortegnelse:

1. Organismens nivåer (s.3-5)

- 1.1. Cellens oppbygning, deling og transportmekanismer

2. Støtte og bevegelse (s.6-17)

- 2.1 Vev
- 2.2 Huden og hudsystemet
- 2.3 Bevegeapparatet
- 2.4 Muskler

3. Integrasjon og koordinasjon (s.18-32)

- 3.1. Nervesystemet
- 3.2. Somatiske og spesielle sanser
- 3.3. Det endokrine system

4. Transport (s.33-43)

- 4.1 Det kardiovaskulære system
- 4.2 Blodets sammensetning
- 4.3 Immunsystemet
- 4.4 Respirasjonssystemet

5. Absorpsjon og ekskresjon (s.44-57)

- 5.1 Det gastrointestinale system
- 5.2 Urogenitalsystemet

6. Den menneskelige livssyklus (s.58-64)

- 6.1 Reproduksjonssystemet
- 6.2 Gravitet, vekst og utvikling

Studiemål 1, 2 og 3

- 1) Beskrive oppbygning av cellen og dens organeller, samt angi de enkelte delers funksjon
- 2) Beskrive de enkelte trinn i mitosen
- 3) Beskrive passive og aktive transportprosesser over cellemembraner

Cellens oppbygning, deling og transportmekanismer

Cellemembranen (plasmalemma)

- av **fosfolipider**; hydrofil del (fosfat) og hydrofob del (fett), **kolesterol**, **glykoproteiner**
- trilaminær struktur
- inneholder membranproteiner:
 - a) Integrale → integrert i lipiddobbel laget
 - b) Perifere → utenfor lipiddobbel laget
 - c) Lipidforankrede → ligger utenfor; men tilbundet!

Organeller

1) Ru (granulært) endoplasmatisk retikulum (RER)

- Struktur → sekker/cistærner, ribosomer på yttersiden; transport, modifisering
- Funksjon → proteinsyntese: Fri ribosomer → syntetiserer prot. som blir i cellen
Membranbundne → prot. som føres ut av cellen.

2) Glatt (agranulært) endoplasmatisk retikulum (SER)

- Struktur → tubuli i stedet for cistærner, mangler ribosomer, kan ikke sees i mik.
- Funksjon → lipidsyntese, steroidsyntese, avgiftning, β -ox., Ca^{2+} -depot i muskler

3) Golgiapparatet

- Struktur → cisterner, usammenhengende, lok. v/ kjernen, sees kun som neg. golgibilde
- Funksjon → transport-, sortering- og modifikasjon av proteiner.

4) Lysosomer

- Struktur → varierende, sees som små bobler / vakuoler, ca. 0,1 - 0,5 μm .
- Funksjon → del av cellens intracellulære fordøyelsessystem, tilkølet endocytose
→ inneholder sure hydrolaser som nedbryter.

5) Proteasomer

- Struktur → store, multisubunit-proteinkomplekser
- Funksjon → nedbrytning av proteiner som merkes m/ ubikvitin

6) Peroxisomer

- Struktur → varierende, fint granulært innhold, inneholder enzymet katalase
- Funksjon → lipid- og giftstoffnedbrytning, β -oksidasjon av fettsyrer,

7) Mitokondrier

- Struktur → form av korn, staver el. filamenter
→ 2 membraner: Ytre omkranser hele m.k., Indre danner folder; cristae
→ inneholder noe sirkulært DNA
- Funksjon → lager energi; celleånding; → KREBS syklus + oxidativ fosforylering

8) Centrosomer

- Struktur → inneholder et centriolepar, ingen membran, ligger nært kjernen
- Funksjon → mikrotubulus-organiserende centrum (MTOC); fordeler kromosomer under mitosen, vandrer da til motstående kjernepoler.

9) Cytoskjelettet

<u>Struktur</u>	→ Aktinfilamenter → forårsaker fokal adhesjon; cellekravling
	→ Mikrotubuli → transport av intracellulære substanser
	→ Accessoriske proteiner
	→ Intermediære filamenter
<u>Funksjon</u>	→ opprettholder form, støtte, mekanisk styrke
	→ intracellulær transport, celledeling; mitose → kontraktile ring!

10) Cilier og flageller

<u>Struktur</u>	→ ”((9x2) + 2)” struktur
	→ cilier: flere flimmer hår, flageller: kun en svans, (fx. spermie)
<u>Funksjon</u>	→ bevegelse

Cellekjernen

Strk/Fnk. → inneholder nesten alt cellens genetiske materiale (DNA), dirigerer celleaktivitet

- stor, kjerneformet, innkapslet i **nucleolemma**; består av 2 trilaminære membraner
- inneholder **nucleære porer**; tillater en viss transport av molekyler.
- **nucleolus** → kjernelegemet; av proteiner og rRNA, ingen membran
 - dannelse av ribosomer
- **kromatin** → av oppkveilet DNA + proteiner (histoner og non-histoner);

Mitosen (vekstdeling)

- omfatter *kun* somatiske celler (gonadale celler; disse deles ved meiose, se senere)
- aktører: kromosomer, centrosomer, kjernemembranen, mikrotubuli, aktin/myosin
- **Prinsipp**: 2 identiske sett DNA-molekyler fra replikasjonen fordeles på 2 nydannede kjerner. Etter cytokinesen oppstår så 2 nye celler.
- Msk: DNA-materiale er på kromosomform; somatiske celler: 23 homologe par (22 par autosomer og 1 par kjønnskromosomer) = **Totalt 46 kromosomer**

1) Interfase

- G₀ → udifferensierte, ingen celledeling
- G₁ → syntese; vanlige cellefunksjoner
- S → syntese av DNA; mengden fordobles, nøyaktig kopiering
- G₂ → vekst + kontroll

2) Mitose

- Profasen** → centriolene deler seg; centrosomer går mot hver sin kjernepol
 - kromosomene synlige som kromatider, bundet sammen av centromer
- Prometafase** → Kinetokore mikrotubuli hefter seg til kromosomene
 - Polære mikrotubuli festes mellom polene
 - Astrale mikrotubuli stråler ut fra hvert MTOC

Metafasen → kromosomene samles i et ekvatorialplan. Lett synlige (X-form)
→ kromosomene beveges av krefter fra de ulike mikrotubuli.

Anafase A+B → kromosomene vandrer mot polene. Hvert kromatid blir hver sin selvstendige dattercelle.
→ A: Kinetokore m.t. depolym. → krom. beveges mot polene (dynein)
→ B: Polære m.t. polymeriserer → cellen forlenges (kinesin)

Telofasen → cellens snøres av på midten vha en kontrakttil ring.
→ nucleære lamina gjendannes, kromatin dekondenserer
→ cytokinesen: deling av cytoplasmaet
→ Vi har fått dannet to identiske datterceller.

→ noen celler vil **differensieres** til ulike typer etter mitosen. Finnes ca.200 ulike diff. typer.
→ **apoptose** er en naturlig og påkrevd celledød

Passive transportmekanismer (pga konsentrasjonsgradienten over membranen!)

Simpel diffusjon → molekyler/ioner flyttes fra område m/ høy konc. til områder m/ lav konc.

Hjulpel diffusjon → som simpel diffusjon, dog med hjelp av *kanal-* el. *bærermolekyler*

Osmose → bev. av **vann**; områder m/ høy [H₂O] → områder m/ lav [H₂O]
gjennom en *selektivt permeabel membran!*

Filtrering → molekyler tvinges fra områder m/ høyt trykk til områder m/lavt trykk

Aktive transportmekanismer (energikrevende → ATP!)

Aktiv transport → carriermolekyler flytter molek./ioner fra område m/ lav konsentrasjon til område m/ høy konsentrasjon.

Endocytose a) *Pinocytose* → membranen oppsluker flytende materie
b) *Fagocytose* → membranen oppsluker partikler
c) *Reseptormediert endocytose* → reseptorer binder til ligander, trekkes så inn

Exocytose → vesikler smelter sammen med membranen; utveksler substanser fra cellen.

Studiemål 4

Beskrive de enkelte grunnvevs underinndeling og oppbygning

Vev

Vev → grupperinger av celler m/ spesialisert struktur og funksjon. Fire hovedtyper:

- 1) Epitelvev → beskyttelse, barrieredannende, sekresjon, absorpsjon
- 2) Bindevev → binder sammen, forsyner, beskytter, fyller tomrom, lagrer fett
- 3) Nervevev → koordinasjon av impulser, integrasjon
- 4) Muskelvev → bevegelse

- 1) Epitel → bekler kroppens innvendige (*mesothel*) og frie (*endothel*) overflater
→ tettliggende celler uten atskillelse av intracellulære substanser
→ avaskulært (uten blodkar!) og hviler på en basalmembran

Type av epitelvev	Funksjon	Spesialisering	Forekomst	Illustrasjon
Enlaget plate	<ul style="list-style-type: none">• Avgrensning• Hjulpet diff.	(ingen)	<ul style="list-style-type: none">• Blodkar, hulrom• Nyrene, lymfekar	
Enlaget kubisk	<ul style="list-style-type: none">• Stoffutveksling• Sekresjon	<ul style="list-style-type: none">• Mikrovilli	<ul style="list-style-type: none">• Gl. Thyroidea• Nyretubuli• Utførselsganger	
Enlaget cylindr.	<ul style="list-style-type: none">• Absorpsjon• Utskillelse	<ul style="list-style-type: none">• M.villi/cilier• Begerceller	<ul style="list-style-type: none">• Mage/tarmkanal• Kjertler	
Pseudolagdelt (flerradet)	<ul style="list-style-type: none">• Avgrensning• Transport	<ul style="list-style-type: none">• Cilier• Begerceller	<ul style="list-style-type: none">• Luftveiene	
Flerlaget plate	<ul style="list-style-type: none">• Beskyttelse	<ul style="list-style-type: none">• Forhorning	<ul style="list-style-type: none">• Hud, munn, vagina• Oesophagus	
Flerlaget kubisk	<ul style="list-style-type: none">• Avgrensning	(ingen)	<ul style="list-style-type: none">• Svettekjertlers utførselsganger	
Flerlaget cylindr.	<ul style="list-style-type: none">• Avgrensning	(ingen)	<ul style="list-style-type: none">• Utførselsganger fra store kjertler	
Overgangsepithel (Urothel)	<ul style="list-style-type: none">• Elastisitet i hule organer	(ingen)	<ul style="list-style-type: none">• Fraførende Urinveier	

a) **Exocrine kjertler** → avgir sekresjonsprodukt via utførselsganger.

- **Merokrine** → sekret avgis uten tap av cellesubstans (spyttkj.)
- **Apokrine** → noe cytopl. avsnøres m/ sekr.prod. (brystkj.)
- **Holokrine** → fullstendig avgivelse av hele celler. (talglkj.)

- **Mukøse** → secenerer mucin, flate kjerner, lyst cytoplasma
- **Serøse** → secenerer serin, runde kjerner, mørkt cytopl.

b) **Endocrine kjertler** → mangler utførselsganger; avgir sekresjonsprodukt til blodet i form av hormoner. Er meget rikt vaskularisert.
→ follikulær eller trapikulær oppbygning

2) Bindevev → tre hovedkomponenter: (1+2 utgjør extracellulær matrix, ECM)

1) **Fibre** → *kollagene* → fibriller av mikrofibriller av tropokollagen. Styrke bndv.!
→ *retikulære* → danner nettverk av kollagen m/ proteoglykaner
→ *elastiske* → mikrofibriller innleiret i elastin. Lunger/arterie

2) **Amorf substans** → vann, salter, proteoglykaner, adhesive glykoproteiner, mm.

3) **Bindevevsceller** → *Fibroblast* → ”den egentlige bindevevscelle”, prod. fibre
→ *Makrofag* → forsvar mot ukjente celler; fagocytose
→ *Mastceller* → frigjør heparin (koag.) / histamin (allerg./inflam)

De ulike typer av bindevev

1) **Løst bindevev** → mange celler, få fibre, uspesialisert, vaskularisert
→ forekommer i lamina propria og hule organer

2) **Tett bindevev** → forholdsvis få celler og mange, tettliggende fibre
a) *Regelmessig* → parallelle fibre m/ fibroblaster mellom
b) *Uregelmessig* → kollagene bunter i alle retninger

3) **Mukøst bindevev** → av mesenchymale celler, få fibre. Navlesnoren.

4) **Brusk** → av chondrocytter, rikelig matrix, ingen blodkar eller nerver
a) *Hyalin* → vanligst; ribbensbrusk, neseskjelett, larynx, trachea, bronkiene
b) *Elastisk* → larynx, ytre øre, vegg i ytre øregang. Matrix har elastisk fibre
c) *Fibrøst* → i ledd, leddskiver, menisker, disci intervertebraes

5) **Fettvev** → diffust organ m/ stor metabolsk aktivitet. 20% av legemsvekt
→ gult/hvitt (unilokulært) og brunt (multilokulært; mange dråper)

6) **Knokkelvev** → hoveddel av skjelettet; støtte- og beskyttelsesfunksjoner.
→ spongiøs (m/hull) el. kompakt (u/hull) oppbygning.

7) **Blodet** → av blodceller, blodplasma og blodplater, (se senere)
→ transport av substanser, opprettholde indre miljø, m.m.

3) Nervevev → bølget, ligger i vekselvise lag m/ bindevev, luft ml,
→ av **neuroner** og **neuroglia** (astro- og oligodendrocytter, mikroglia)
→ ledning av nerveimpulser, finnes i hjerne, ryggmarg og perifere nerver.

4) Muskelvev

a) **Skjelettmuskelvev** → tverrstripet, mange flate kjerner, muskelcelle = muskelfiber
→ muskelfibre inneholder et antall **sacromerer** etter hverandre
→ kontraherer v/ filamentglidning. Tre fibertyper: I, IIa og IIb

b) **Hjertemuskelvev** → tverrstripet, rund kjerne, innskuddsskiver ml. cellene,
→ ufrivillig kontroll, hjertets bevegelser.

c) **Glatt muskelvev** → ingen tverrstripping, sentral kjerne, ufrivillig kontroll
→ finnes i veggene til hule, intestinale organer samt karvegger.

Studiemål 5

Beskrive huden med de dertil knyttede strukturer: hår, negler og spesialiserte svette- og fettproduserende kjertler, spesialiserte sanseorganer som har betydning for legemets reaksjon på smerte, trykk, berøring og endring av temperatur.

Huden (Cutis) og hudsystemet

- 1) Serøse membraner → indre lag i bryst- og bukhulen, dekker organer i disse hulrom
→ består av et lag enkelt hud og et tynt lag bindevev
- 2) Mukøse membran → nese- og munnhule, urin- og reproduksjonssystem samt fordøyelseskanalene.
→ består av løst bindevev med overliggende epitelvev.
- 3) Synoviale membr. → finnes i alle leddhuler i kroppen
→ består av løst bindevev overdekket av kompakt bindevev.

4) Cutis (huden)

Epidermis (overhuden) → av flerlaget, forhornet plateepitel. 30µm – 4mm.
→ inneholder melanocytter som produserer **melanin**; absorberer lysenergi og danner beskyttende lag mot fx. UV-stråler
→ **Stratum corneum** → overhudens øverste, forhornede lag
→ **Stratum basale** → overhudens dypeste lag, flest mitoser!

Dermis (læderhuden) → av tallrike kollagene og elastiske fibre; mange *kar* og *nerver*
→ **Stratum papillare** → øverste lag i dermis, meget cellerik
→ **Stratum reticulare** → underste lag i dermis, fast koll.bndv.

Panniculus adiposus (underhud m/ særlig utviklet fettvev) → av **tela subcutanea**; fettvevet i underhuden, tilbundet dermis
→ isolerer, opprettholdelse av kroppstemperatur, har blodkar.

Hudfarge → forskjell i hudfarge er et resultat av ulike mengder melanin
→ genetisk bestemt, men miljøfaktorer spiller også inn!
→ dersom [O₂] er høy er hemoglobin lyserødt → normal hudfarge
→ dersom [O₂] er lav, er hemoglobin mørkerødt → ser "blå" ut (**cyanosis**)

Pili (Hår) → utvikles fra **hårsekker** (folliculus pili) som inneholder **hårroten** (utgjøres av bulbus pili og radix pili.)
→ **scapus pili**, den frie delen av håret (hårskafte), presses frem av døde, keratiniserte celler.
→ **musculi arrectores pilorum**; innerveres av synaptiske fibre. Under kontraksjon får vi "gåsehud / frysninger".

Hårfarge → sort hår: tilstrekkelig melanin; blondt hår: for lite melanin
→ rødt hår: tilstedeværelse av pigmentet *trichosiderin*

Glandulae sebaceae (talggjertler) → secernerer holokrint, indmunder i hårfolliklene
→ *sebum*; holder håret og huden vanntett og smidig.

Glandulae glomiformes (svettekjertler)

Glandulae sudorifer merocrina (eccrina) → finnes på halsen, ryggen og i pannen
Glandulae circumanales → store apokrine svettekjertler omkring anus.
Glandulae ceruminosae → apokrine svettekjertler i bruksdel av øregangen

Unguis (finger- eller tånegler) → beskyttende lag på enden av fingre- eller føtter.
→ keratinisert, skalldekket epitel m/ svært hard keratin
→ formes v/ mitoser i negleroten (radix unguis)

Hudens regulering av kroppstemperatur

→ *høy kroppstemperatur*: blodkar utvides og fylles med mer varmt blod, varmen fraktes rundt med blodet i kroppen, og noe av den slipper ut.

→ svettekjertlenes utskillelsesprodukt kondenserer, varme fordamper

→ *lav kroppstemperatur*: musklene i blodkarene kontraherer, blodstrøm / varmetap minskes

→ ved fortsatt lav temperatur inntreffer rytmiske kontraksjoner: skjelving; genererer varme!

Sårheling

→ skade berører dermis el. hunderhuden; blodkar sprekker, blodmasse danner skorpe.

→ blodkar strekkes under skorpen, fagocytter fjerner overflødig materie – skorpen faller så av

→ er sårene store, støttes dette av *granulasjoner*; nye blodkar og mange kollagene fibre. Når blodkarene opptas og fibroblastene forsvinner, etterlates et arr.

Studiemål 6 og 7

Beskrive bevegeapparatets generelle oppbygning av knokler og ledd med tilhørende brusk og leddbånd, deres betydning for sammen å forsyne legemet med en fast grunnstruktur, hvor leddene gir mulighet for mobilitet, samt forklare mekanismen for normal gange.

Beskrive knoklenes betydning som depot for mineraler, samt den røde knokkelmargs struktur og funksjon.

Innføring i bevegeapparatet

Knoklers struktur (makroskopisk)

→ sammensatt av flere vev; benvev, brusk, løst bindevev, blod og nervevev
→ inndelt i *epifyse (endene)*, *metafyse*, *diafyse*, *metafyse*, *epifyse*. Ulike komponenter:

- | | |
|----------------------------|---|
| → leddbrusk | → på utsiden av knoklen, i forbindelsen m/ andre knokler. |
| → epifyseskiver | → herfra foregår lengdeveksten av knoklene |
| → spongiøs substans | → utgjør epifysen, mer uregelmessig og "hullete" struktur |
| → kompakt substans | → utgjør veggene i diafysen, hardt og tett pakket |
| → rød knokkelmarg | → sete for dannelse av blodceller |
| → marghulen | → inneholder nerver, blodkar og gul knokkelmarg |
| → gul knokkelmarg | → inneholder fett, inaktiv i blodcelleproduksjon |
| → periost | → innkapsler benet, danner og reparerer benvev |

Knoklers struktur (mikroskopisk)

Osteoblaster → knokkeldannende celle; syntetiserer og secenerer knokkelmatrix

Osteocytter → den "egentlige" knokkelcelle, oppstått fra osteoblasten

Osteoklaster → knokkelnedbrytende celle; secenerer lysosomale enzymer

- 1) **Kompakte** (kortikale) → knokkelmatrix danner **lameller**; går vertikalt, (Haverske kanaler) danner **Haverske systemer (kortikale osteoner)**.
→ inneholder også **Volkmannske kanaler** som binder sammen de haverske kanalene horisontalt.
- 2) **Spongiøse** (trabekullær) → også lameller; *ikke* Haverske systemer/Volkmannske kanaler
→ grunnelement er **trabekullære osteoner**.
→ resistente mot kompresjon, dog mer elastiske enn kompakte.
- 3) **Knokkelmatrix**
→ Extracellulær: organisk matrix + uorganiske salter
→ Organisk matrix: kollagene fibre innleiret i en grunnsubstans
→ Grunnsubstans: proteoglykaner, osteolacin, kondroitinsulfat

Knoklers dannelse (forbening)

Desmal (intramembranøs) → i de flate kranieknokler, deler av mandibula og clavicula
→ mesenchymale celler danner membran hvori noen av dem diff. til osteobl.; danner matrix der mineraliseres til knokler!

Endochondral

→ knoklen dannes på en bruskmøll

- 1) **Primært ossifikasjonssenter** dannes svarende til midten av en rørknoke. Chondrocytter hypertrofiere, EC-matrix forkalker.
- 2) Omkring brusken finnes perichondrium, hvor celler diff. til osteoblaster som danner den **periostale manchete**.
- 3) **Innvekstappen** trer inn i forkalket bruskmøll gj. mancheten.
- 4) Mesenchymalcellene diff. til primitiv knokkelmarg og osteoblaster, som straks danner **osteoid** oppå forkalket brusk.
- 5) **Lengdeveksten skjer i epifyseskiver**; består av følgende soner:
 - a) *Reservebrusksonen* → egentlig bare brusk
 - b) *Bruskproliferasjonssonen* → søyler av bruskciller
 - c) *Hypertrofieringssonen* → cellene vokser, lacuna blir store
 - d) *Kalsifikasjonssonen* → ekstracellulær matrix forkalker
 - e) *Zone m/ bruskfjernelse og knokkeldeponering*
→ osteoblaster bygger på den forkalkede brusk. Senere spiser osteoklaster det nydannede knokkelvev for å gi plass til nye osteoblaster, som danner et nytt og mer strukturelt fornuftig knokkelvev.

Knoklers funksjon

→ bevegelse: **Vektstangprinsippet!** En vektstang har fire basiskomponenter:

- 1) En hard stand
- 2) Et dreiningspunkt, om hvilket stangen kan dreies
- 3) Et objekt som beveges mot motstanden
- 4) En kraft som gir energi til bevegelse av stangen

→ **hematopoiesis**; dannelse av blodceller

→ **Rød marg** → dannelse av blodets celler, rød pga hemoglobin, særlig utbredt hos spedbarn

→ **Gul marg** → erstatter rød marg etter noen år, inneholder fett, danner ikke blodceller

1) Skeleton axialis → ben/bruskdeler som støtter/beskytter organer i hodet, nakke, rygg

a) Hodeskallen (antall knokler av hver type i parentes)

Os cranii (kranieknoklene)

Os frontale (1)	Os temporale (2)
Os parietale (2)	Os sphenoidale (1)
Os occipitale (1)	Os ethmoidale (1)

Ossa faciei (ansiktsknoklene)

Maxilla (2)	Os lacrimale (2)
Os zygomaticum (2)	Os nasale (2)
Os palatinum (2)	Vomer (1)
Mandibula (1)	Inferior nasal concha (1)

Ossicula auditoria (øreknoklene)

Stapes, Incus og Malleus Hammer, ambolt og stigbøyle (2) (2) (2)

b) Os hyoideum (tungebenet) (1)

c) Columna vertebralis (hvirvelsøylen)

Vertebrae cervicales	Halsvirvler	(7)
Vertebrae thoracicae	Brystvirvler	(12)
Vertebrae lumbales	Lendevirvler (virvler i korsryggen)	(5)
Os sacrum	Korsbenet	(1)
Os coccygis	Halebenet	(1)

d) Ossa thoracis (brystkassen)

Costae	Ribben	(24)
Sternum	Brystben	(1)

2) Skeleton appendicularis → knokler danner øvre/nedre lemmer;+ fester dem til axialis

a) Cingulum membri superioris (Skulderpartiet)

Scapula	Skulderbladet	(2)
Clavicula	Kragebenet	(2)

b) Ossa membri superioris (overekstremitetenes skjelett)

Humerus	Overarmsbenet	(2)
Radius	Spolebenet	(2)
Ulna	Albuebenet	(2)
Carpus	Håndroten	
Ossa carpi	Håndrotsknoklene	(16)
Metacarpus	Mellomhånden	
Ossa metacarpi	Mellomhåndsknoklene	(10)
Ossa digitorum	Fingerknoklene	
Phalanges	De enkelte fingerknoklene	(28)

c) Cingulum membri inferioris (bekkenringen; korsbenet + hoftebenene)

Os coxae Hoftebenet; består av os ilium, os ischii og os pubis. (2)

d) Ossa membri inferioris (underekstremitetenes skjelett)

Femur	Lårbenet	(2)
Tibia	Skinnebenet	(2)
Fibula	Leggbenet	(2)
Patella	Knesskålen	(2)
Tarsus	Fotroten	
Ossa tarsi	Fotrotsknoklene	(14)
Metatarsus	Mellomfoten	
Ossa metatarsi	Mellomfotsknoklene	(10)
Ossa digitorum	Tåknoklene	
Phalanges	De enkelte tåknokler	(28)

Spedbarns hodeskalle

Spedbarns hodeskalle er ikke fullt utviklet ved fødselen. Den inneholder fibrøse membraner, **fontaneles**, som fester kranieknoklene; gjør den i stand til å passere lettere gj. fødselskanalen.

Ledd

- funksjonelle sammenbindinger mellom ulike ben
- kan være ubevegelige, delvis- eller helt bevegelige.

Fibrøse ledd (uekte) → ml knokler som ligger tett på hverandre
→ ingen merkbar bevegelse skjer i disse ledd

Brusk ledd (uekte) → plater av fibrøs- el. hyalinbrusk som kopleer knokler sammen
→ finnes fx. ml virvlene i ryggsøylen.
→ absorberer støt, hjelper å utjevne press ml nærliggende virvler.

Synoviale ledd (ekte) → sørger for fri bevegelse
→ en leddkapsel består av et leddbånd og en synovial membran; denne utskiller synovial væske som smører leddene
→ kan ha støtabsorberende bånd, i form av menisker

Klassifisering av synoviale ledd

- a) **Glideledd** → tre frihetsgrader: to parallellforskyvninger og en rotasjon
→ fx. ml leddtapper på virvlene og ml fot- og håndrotsknoklene
- b) **Hengselledd** → en frihetsgrad. Bevegelsene er fleksjon – ekstensjon
→ fx. ml fingerleddene og det egentlige albueledd.
- c) **Dreieledd** → en akse, hvorom der kan foretas rotasjonsbevegelser
→ fx. ml underarmsknoklene, ribbenene og virvlene
- d) **Sadelledd** → av to sadelformede leddflater; dvs konveks – konkav
→ fx tommelfingerens rotledd; rotasjon om en tredje akse mulig!
- e) **Eggledd** → to frihetsgrader. Leddflatene er elliptiske; leddhodet kan dreies som et egg i et eggeglass.
→ finnes kun i articulatio atlanto-occipitalis og articulatio radiocarpea
- f) **Kuleledd** → tre frihetsgrader. Sfærisk hode som artikulerer med en tilsvarende ”kongruent” leddskål.
→ fx. skulderleddet og hoftleddet (fingers grunnledd *kan* medregnes)

Enkel anatomisk terminologi – beliggenhet og hovedseksjoner/plan

- Superior – Inferior** → over – under
- Anterior – Posterior** → ventral (fremre) – dorsal (bakre)
- Medial – Lateral** → midtre – ved siden
- Proximal – Distal** → nærme – langt borte
- Superficial – sub** → nær overflaten – dypt

- 1) **Saggital (median) plan** → kroppen deles i lengderetningen i en høyre og venstre del
- 2) **Transvers (horisontalt) plan** → kroppen deles på midten horisontalt
- 3) **Coronalt (frontalt) plan** → kroppens deles i lengderetningen i en fremre og bakre del

Kinesiologi

Kinesiologi er læren om kroppens, ekstremitetenes og de enkelte ledds bevegelser.

Fleksjon – ekstensjon

- bevegelser i saggitalplanet i henholdsvis ventral og dorsal retning om en akse
- fx bevegelser i kneleddet eller albueleddet

Dorsalfleksjon – plantarfleksjon

- henholdsvis ekstensjon (fot opp) og fleksjon (fot ned) av foten i ankelleddet

Adduksjon – abduksjon

- bevegelser i frontalplanet omkring en saggital akse.
- adduksjon: bevegelse inn mot legemets sentrale akse
- abduksjon: bevegelse bort fra legemets sentrale akse

Rotasjon

- dreining omkring en longitudinell akse.
- fx underarmens innover- og utover-rotasjonsbevegelser; ved hvilke spolebenet dreier omkring albueleddet; benevnes henholdsvis **pronasjon** (inn) og **supinasjon** (ut)

Circumduksjon

- bevegelse hvor senteret for bevegelsen ligger ved knokkelens ene ekstremitet, mens den andre enden av ekstremiteten utfører en sirkulerende bevegelse.
- fx bevegelse av en hel overekstremitet om skulderleddet

Eversjon – inversjon

- fx bevegelse av foten slik at fotsålen vil peke henholdsvis utover eller innover

Retraksjon – protraksjon

- fx bevegelse av hodet henholdsvis bakover eller fremover

Elevasjon – depresjon

- fx bevegelse av skulderpartiet slik at det henholdsvis løftes opp eller senkes ned.

Studiemål 8

Beskrive tverrstripet skjelettmuskulatur oppbygning mikroskopisk og makroskopisk. Angi betydningen av en muskels utspring og tilheftning i relasjon til dens virkning på et ledd.

Muskler

1) Skjelettmuskulatur

- muskulatur tilheftet skjelettet, under frivillig kontroll, fungerer uavhengig av hverandre
- tverrstripet struktur, genererer kraft og bevegelse
- omsluttet av fibrøse bindevevslag kalt **fascia**; danner en **sene** i enden av muskelfibrene.

- **Epimysium** → bindevev som omslutter hele skjelettmuskler
- **Perimysium** → bindevev som ligger ml bunter av muskelfibre i muskelen
- **Endomysium** → bindevev mellom de enkelte muskelfibrene i buntene

- Myofibrill** → ett stk. muskelfiber i en bunt.
→ av *tynne filamenter (aktin og tropomyosin)* og *tykke filamenter (myosin)*.
→ organisert i **sarcomerer**; avgrensede stykker ml hver Z-linje på en myofibrill

- Neuromuskulær forbindelse** → koplingen ml en muskelfiber og dens motoriske neuron
→ neurotransmittere vil, etter impuls, frigjøres fra neuron og diffundere over synaptisk kløft til motorisk endeplate; utløser muskelkontraksj.

- Motorisk enhet** → motorisk neuron + alle muskelfibrene den innnerverer.
→ neuronets axon splittet i enden, slik at forgreningene når mange fibre

Muskelfiberkontraksjon – ”sliding filament theory”

- 1) $[Ca^{2+}]$ stiger som følge av stimuli
- 2) Når fire stk. Ca^{2+} -ioner binder til troponin, oppstår konformasjonsendring i troponin-tropomyosinkomplekset
- 3) Dette blottlegger bindingssteder på aktinfilamenter, slik at myosinhodet kan bindes til.
- 4) ATP bindes til myosinmolekylets ”hode” og spaltes til ADP + P. Dette gir myosin større affinitet for aktinfilamentene, hvilket medfører binding!
- 5) Ved binding skjer det en konformasjonsendring i myosinhodet, hvorved bindingsvinkelen endres fra $90^\circ - 45^\circ \rightarrow$ **sliding!**
- 6) Samtidig frigjøres ADP + P fra myosinhodet.

- 7) Heretter bindes ett nytt ATP – molekyl (svarende til det i pkt.4), slik at bindingen mellom aktin og myosinhodet brytes.

Kontraksjon av motorisk enhet i en skjelettmuskel

- 1) En summasjon av excitatoriske postsynaptiske potensialer (EPSP'er) på et motorisk neuron medfører en tilstrekkelig depolarisering → *repetitiv fyringsfrekvens*
- 2) Det utløste aksjonspotensial *propagerer* langs membranen ved de motoriske endeplater
- 3) **Ach.** frigjøres til presynaptisk membran v/ mot.endeplate gj. vesikkelfusjon pga økt $[Ca^{2+}]$
- 4) Transmittoren diff. til nikotinkollinerge reseptorer på mot.endepl. → Na^{+} -influx og **depol.!**
- 5) Muskel – aksjonspotensialet nåes når området ved motorisk endeplate er depolarisert til terskelverdien. (En depolarisering svarende til ca.15mV)
- 6) Aksjonspotensialet propagerer langs overflatemembranen og gjennom **T-tubuli** → signaloverføring til Sarcoplasmatisk reticulum's (**SR**) Ca^{2+} -frigjøringskanaler som åpner.
- 7) Vi får økt $[Ca^{2+}]$ og **tverrbroer** etableres (se "sliding filament theory")
- 8) Tverrbrosyklusen foregår under forbruk av ATP. Vi får en kraftsummasjon inntil max nåes.

Energiforbruk under muskelkontraksjon

- 1) **Direkte fosforylering** → ADP + P → ATP (Creatin Phosfat, gir ATP nok til kun få kontraksjoner)
- 2) **Glykolyse** → 2 mol ATP kreves pr. 1 mol glukose.
→ v/ tilstedeværelse av O_2 : pyruvat omdannes til CO_2 i stedet for lactat (melkesyre); mer ATP må til! (aerob celleånding)
- 3) **Oksidativ fosforylering** → gir 36 mol ATP pr. 1 mol glukose
→ v/ mangel på oksygen; pyruvat omdannes til lactat (anaerob celleånding)
→ relativt langsom prosess i forhold til glykolysen
→ oksyngjeld opparbeides hvis melkesyre opphopes

Fatigue (muskeltretthet) kan skyldes:

- innskrenket evne til å syntetiserer eller frigjøre acetylcholin. (Ach)
- forstyrrelser i muskelens blodtilførsel
- opphopning av melkesyre pga anaerob celleånding – fører til senkning i pH slik at musklene ikke responderer like bra på stimuli.

Noen muskulære fenomener:

- Threshold stimulus** → minste stimulusstyrke som kreves for å oppnå muskelkontraksjon
- All-or-none-respons** → muskelfibre kontraherer ingenting før terskelverdi nåes, og da 100%!
- Twitch** → bevegelse som betegner en enkelt sammentrekning av en muskel
- Summasjon** → kombinasjon av krefter fra de enkelte muskelsammentrekninger (twitcher)
- Muscle tone** → vedvarende muskelkontraksjoner som pågår i hvilende tilstand.
- Atrofiering** → degenerering av muskelceller (muskelsvinn)

2) Hjertemuskulatur

- utviser tverrstripning; dvs samme filamentsystem som skjelettmuskulatur. (sarcomerer)
- ml de enkelte cellene dannes det **innskuddsstykker**; her finnes gap junctions, som muliggjør impulsledning ved ionestrøm mellom cellene.
- finnes bare i hjertet; initierer hjertets kontraksjon; kontraherer rytmisk og som en enhet!
- muskelfibrene samarbeider i et forgrenet og tilsynelatende ustrukturert nettverk
- har også sarcoplasmatisk reticulum, (SR) og system med T-tubuli.

3) Glatt muskulatur

- ikke ordnet i sarcomerer, men i **dense bodies**. Derav ingen tverrstripning!
- kontrolleres **ufrivillig!** Stort bevegelsesområde; fx. urinblæren!
- NB! Ingen troponin; tverrbroene i "sliding filament theory" dannes ved Ca^{2+} -binding til **calmodulin!**
- mangler T-tubuli! Kontraherer også langsommere enn skjelettmuskulatur
- *neuromuskulære forbindelser* og *neuromuskulær overføring* for glatt muskulatur er funksjonelt sett likt som for skjelettmuskulatur.
- kan opprettholde lenger kontraksjon enn skjelettmuskulatur m/ samme mengde ATP tilgj.

1) **Multiunit glatt muskulatur** → ingen gap junctions; større mulighet for selvstyring
→ fx i pupillen og ductus deferens (sædlederen)

2) **Singelunit glatt muskulatur** → gap junctions ml fibrene; AP ledes meget lett!
→ fx i vegger til hule organer, mage, innvoller, osv.

Bevegelse av skjelettmuskler

Origin (utspring) → den ubevegelige enden av skjelettmuskelen

Insertion (feste) → den bevegelige enden av skjelettmuskelen

Bevegelsene **fleksjon** og **ekstensjon** beskriver forandring i vinkelen ml knokler som møtes i et sammenfallende ledd.

Primær beveger → den viktigste muskelen i en gitt bevegelse

Synergister → muskler som er nærliggende hjelpere/stabiliserende for bevegelsen

Antagonister → muskler som motvirker primær bevegels arbeid; skaper motsatt bev.

Studiemål 9

Beskrive nervesystemets inndeling, eksempler på funksjonsutfall ved læsioner av perifere nerver, hypo- og hyperfunksjon av det autonome nervesystemet.

Nervesystemet

	Hjerne	
CNS	Ryggmarg	
N.S.		
	Somatiske (viljestyrt)	(Kranie- og spinalnerver som kopler CNS til hud- og skjelettmuskler.)
PNS		
	Parasympatikus (hvile)	
	Autonome (ikke-viljestyrt)	Sympatikus (stress)
		(Fibre som kopler CNS til de indre organers glatte muskulatur.)

Hovedfunksjoner:

- 1) Sensorisk funksjon → omforming av ytre impulser sendes til CNS
- 2) Integrert funksjon → CNS oversetter signaler til sanseinntrykk
- 3) Motorisk funksjon → impulser fra CNS til effektororganer

Neuroner

→ cellekropp, nervefibre, mitokondrier, lysosomer, Golgi, neurofibriller
→ kan ikke dele seg. To hovedtyper nervefibre:

- 1) **Axon** → leder nerveimpulser bort fra cellen. Hastighet øker hvis **myelinisert**; saltatorisk impulsledning ml **ranvierske innsnøringer**. Myelinlag = lipider = schwannske celler = sees som hvit substans i CNS.
- 2) **Dendritt** → leder nerveimpulser til cellen
→ flere dendritter, men kun ett axon.

Klassifisering av neuroner

Bipolare → kun to nervefibre; ett axon og en dendritt.
→ øyne, nese, ører

Unipolare → en enkelt nervefiber som deler seg i to
→ finnes i hjerne, ryggmarg

Multipolare → en axon, flere dendritter.
→ deres cellekropper lokalisert i hjernen og ryggmargen.

Sensoriske → fleste er unipolare, noen få er bipolare
→ leder impulser fra effektororganer til CNS

Interneuroner → formidler impulser mellom hjernen og ryggmargen.

Motoriske → multipolare; leder impulser fra CNS til effektororganer
Neurogliale celler

- 1) **Mikroglia** → i CNS, driver fagocytose av bakterieceller
- 2) **Oligodendrocytter** → langs nervefibre, myeliniserer i CNS!
- 3) **Astrocytter** → strukturell støtte, danner arrvev etter skader i CNS.
- 4) **Ependymale celler** → danner indre hinne som lukker rom i hjerne og ryggmarg.

Polarisering av membraner

- fordeling av ioner bestemmes av kanaler i membranen. De kan være åpne, lukkede, aktiverte, inaktiverede eller selektive.
- K^+ - ioner passerer membraner svært lett; mest avgjørende ion for polariseringen!

Hvilepotensial

- den elektriske ladningsforskjellen mellom utsiden og innsiden av en celle i hvile
- cellemembranens utside får et overskudd av positive ladninger i forhold til innsiden, fordi det diffunderer flere $+$ ladninger ut enn $+$ ladninger inn. ($\text{diff. } K^+_{\text{ut}} > \text{diff. } Na^+_{\text{inn}}$)
- Nerveceller: $V_m = -70\text{mV}$ Muskelceller: $V_m = -90\text{mV}$.
- opprettholdes av Na/K-pumpen/ATPasen, (men forårsakes ikke av denne!)

Potensialforandringer

- *Depolarisering* → membranpotensialet blir mer positivt
- *Hyperpolarisering* → membranpotensialet blir mer negativt

- potensialforandring er proporsjonal med endring i *intensiteten* av stimuleringen.
- *Summasjon* → stimuli summeres opp til *threshold* nivået nåes.

Aksjonspotensial

- v/treshold nivå vil Na^+ -kanaler åpnes og Na^+ -ioner diffunderer inn – *depolarisering!*
Samtidig åpnes K^+ -kanaler. Når K^+ -ioner diffunderer ut vil membranen *repolariseres!*
- veksling ml depolarisering og repolarisering av membranen varer ca.1 ms, og utgjør et *aksjonspotensial!*

- aksjonspotensialet propageres utover hele cellemembranen og utgjør en **nerveimpuls**.
- "All-or-none-respons" → hvis nervefiber responderer på stimuli, gjør den det 100%
→ kun økning i *antall stimuli* øker styrken på responsen!

Synaptisk transmisjon

- forbindelse mellom to neuroner kalles *synapse*. (Neuroner atskilles av synaptisk kløft.)
- nerveimpuls som når synaptisk knute, frigjør neurotransmitter fra synaptiske vesikler.
- neurotransmittere diffunderer over synaptisk kløft, og reagerer med spesielle reseptorer på den postsynaptiske membranen. Vi har da fått en synaptisk transmisjon av signalet.
- *stimulerende*: neurotransmittere som øker postsynaptisk permeabilitet for Na^+ -ioner.
- *hemmende*: neurotransmittere som senker postsynaptisk permeabilitet for Na^+ -ioner.

Neurotransmittere → ca 50 ulike typer i n.s., syntetiseres i cytoplasma og lagres i vesikler
→ utskilles fordi nerveimpulser øker postsynaptisk membrans permeabilitet for Ca^{2+} -ioner; disse diff. inn og derav smelter synaptiske vesikler sammen og frigjør innhold i syn. kløft.
→ etter frigjørelse brukes de enten i signaloverføring, brytes ned i kløften eller transporteres tilbake til vesiklen.

→ neuroner i CNS er samlet i større grupper; *neuronal "bassenger"*. Innkommende nervefibre forgrener seg mange ganger herfra, og gir opphav til flere hundre synapser.

→ *facilitering*: en neuron kan motta en nettoeffekt av stimulerende impulser som ikke er stor nok til at nerveimpuls utløses. Det når da et *sub-treshold* nivå, og neste gang dette neuronet mottar impulser, vil det være *lettere* enn første gang å få utløst nerveimpuls.

Konvergens → hvis ett neuron mottar impulser fra flere innkommende nervefibre.
→ gjør at en type stimuli kan få hjelp av en annen for å nå treshold.

Divergens → en impuls kan passere mange andre utgående fibre og påvirke dem.
→ gjør at en impuls som stammer fra en enkelt neuron i CNS kan bli utvidet, slik at de påvirkede impulsene fx. når nok motoriske enheter til en muskelkontraksjon.

Refleksbuen

→ receptor → sensorisk neuron → interneuron → motorisk neuron → effektororgan
→ fx. Patellarefleksen:

- 1) Patellas ligament påvirkes, og m.quadriceps femoris stimulerer strekkreceptor.
- 2) Impuls når receptor-ende på sensorisk neuron
- 3) Impuls videreføres til CNS, og derfra via en dendritt til en motorisk neuron
- 4) Derfra går impulsen fra axonet på motorisk neuron tilbake til m.quadriceps femoris
→ muskelgruppen kontraherer og refleksen er komplett idet benet strekkes ut.

→ fx. Tilbaketrekningsrefleksen:

- 1) Berører en kroppsdel, fx. en finger, uventet ved noe smertefullt
- 2) Hudreceptorer aktiveres, sensoriske impulser sendes til ryggmargen.
- 3) Impuls ledes via interneuroner til motoriske neuroner
- 4) Signal sendes til fleksorene i armen, muskelen kontraheres og hånden trekkes bort.

Meninges (– hjernehinne)

- 1) **Dura mater** → ytterste lag, bekler innsiden av kraniehulrommet
→ inneholder fibrøst bindevev, blodkar og nerver
- 2) **Arachnoidea** → ml denne og Pia mater ligger *subarachnoideale rom*, som inneholder **cerebrospinalvæske**. Ingen blodkar. Tynn.
- 3) **Pia mater** → innerste lag, svært tynt, utjevner konturer i hjernen og ryggmargen
→ inneholder mange nerver og blodkar.

Medulla spinalis (- ryggmargen)

- Struktur → 31 segmenter som hver gir opphav til ett par spinalnerver
→ margen består av en kjerne av grå substans omgitt av hvit substans.
→ **sentralkanal** går inni ryggmargen, inneholder cerebrospinalvæske
→ slutter v/intervertebral skive som adskiller 1. og 2. lumbare ryggvirv.
- Funksjon → dirigerer nerveimpulser; oppadgående og nedadgående nervetrakter.
→ senter for **spinalreflekser**: reflekser hvis refleksbue går gj. ryggmarg

Hjernen

Inneholder ca.100 billioner multipolare neuroner. Tre hoveddeler:

- 1) **Cerebrum** (storehjernen) → høyere mentale funksjoner (resonnering osv)
- 2) **Cerebellum** (lillehjernen) → koordinering av frivillige muskelbevegelser
- 3) **Hjernestammen** → kopler sammen ulike deler av nervesystemet
→ regulerer visse fordøyelsesaktiviteter

Cerebrum (struktur) → to store hjernehalvdeler koplet sammen av **corpus callosum**.
→ tynt lag av grå substans, **cerebral cortex**, bekler cerebrum ytterst.
→ hjernehalvdelenes lapper navngis etter skallbenet de ligger under

- 1) Frontallapp → konsentrasjon, kompleks problemløsning, planlegging
- 2) Parietallapp → tolkning av tale og bruk av ord
- 3) Temporallapp → tolker sensoriske opplevelser, så vi kan snakke og lese. Minne av visuelle opplevelser og musikk
- 4) Occipitallapp → tilknyttet visuelt senter; analysere visuelle mønstre
- 5) Insula

→ hver hjernehalvdel har ventrikler som følger sentralkanal i ryggmarg
1.og 2. ventrikkel → laterale, finnes i frontal-, temporal-, occipitallapp.
3. ventrikkel → tynt hulrom, utgjør midtlinjen i hjernen
4. ventrikkel → i hjernestammen, forlegning av sentralkanal

→ **plexus choroidea** → spesialiserte kapillærer fra Pia mater.
→ utskiller cerebrospinalvæske; denne omgir hjernen og ryggmargen; støtter og beskytter disse organer; holder ionkonc. i CNS stabile.

Cerebrum (funksjon) → lagrer informasjon fra minnet og bruker denne senere
→ styrer intelligens og personlighet, høyere hjernefunksjoner
→ tolkning av impulser fra sanseorganer. Frivillig muskelbevegelse.
→ motorisk/sensorisk område i høyre hjernehalvdel kontrollerer muskler/sanseimpulser på venstre side av kroppen, og omvendt.
→ oftest er den ene hjernehalvdelen dominant overfor den andre. I over 90% av tilfellene er venstre halvdel dominant.
→ basal ganglia i hver halvdel hjelper til i kontroll av muskelaktivitet

→ **Diencephalon:** mellom hjernehalvdelene, inneholder to viktige deler

- 1) **Hypothalamus** → koplet m/cerebral cortex, thalamus, og hjernestammen. Regulerer følgende aktiviteter:
 - hjerterytme og blodtrykk
 - kroppstemperatur
 - vann- og elektrolyttbalanse
 - kontroll av sult og kroppsvekt
 - kontroll av glandulær utskillelse i mage
 - hormonutskillelse
 - søvn og søvnløshet
- 2) **Thalamus** → mottar alle sensoriske impulser og sender dem til ulike områder i cerebral cortex for tolkning.
 - smerte, følelse og temperatur

Cerebellum (struktur) → delt i to laterale halvdelers atskilt av dura mater
→ hovedsakelig av hvit substans, overdekket av grå substans (cerebral cortex)

Cerebellum (funksjon) → reflekscenter for integrasjon av sensorisk informasjon vedr. kroppens posisjon, bevegelse og koordinasjon av muskler.
→ sender impulser gj. midthjernen til ryggmargen styrer slik ufrivillige muskelbevegelser.
→ skader her kan gi skjelving, dårlig balanse og bevegelse.

Hjernestammen (struktur og funksjon)

→ nervebunt som kopler cerebrum med ryggmargen. Delt i tre:

- 1) Midthjernen → tjener som reflekscenter, fx. visuell refleks.
- 2) Pons → med på å regulerer pusting
- 3) Medulla oblongata → Kardiovask. senter → hjerterytme
→ Vasomot. senter → blodtrykk
→ Respirat. senter → pusting
- 4) Retikulært nettverk → nettverk av nervefibre i hjernestamme. Kopler sentre i hypothalamus, cerebrum og cerebellum.
→ når nettverket aktiverer cerebral cortex, holder man seg våken. Senkes aktiviteten i retikulært nettverk, sovner man. Dersom det er defekt, forblir personen ubevisst og går inn i koma.

PNS – Det Perifere Nervesystem

- nerver som kopler CNS til effektororganer. Består av kranie- og spinalnerver.
- somatiske nervefibre: kopler CNS til hud- og skjelettmuskler
- autonome nervefibre: kopler CNS til innvendige organer. Kontroll av ubevisste akt.

Kranienervene

→ m/unntak av 1.par stammer øvrige nervepar fra hjernestammen

→ deres nr. indikerer i hvilken rekkefølge de utspringer. (fra front til bakdel)

<u>Navn</u>	<u>Type</u>	<u>Funksjon</u>
1) Olfactorii	Sensorisk	Luktesansen
2) Opticus	Sensorisk	Synssansen
3) Oculomotorius	Motorisk	Bevegelse av øyelokk
4) Trochlearis	Motorisk	Bevegelse av øyeeplet. Musklers tilstand.
5) Trigeminus	Blandet	a) <u>Ophthalmicus</u> → øyeoverfl., tårekirt., hodebunn b) <u>Maxillaris</u> → øvre tenner, øvre gane, øvre lepper og ansiktshud c) <u>Mandibularis</u> → Sens.: underleppe / kjeve (-hud) Mot.: tyggemuskler og muskler i munngulv.
6) Abducens	Motorisk	Bevegelse av øyet.
7) Facialis	Blandet	Sens.: smaksreseptorer på tungen Mot.: ansiktsuttrykk, tåre- og spyttkjertler.
8) Vestibulocochlearis	Sensorisk	a) <u>Vestibularis</u> → likevektssansen b) <u>Cochlearis</u> → hørselssansen
9) Glossopharyngeus	Blandet	Sens.: svelg, mandler, tunge, arterier i halsen Mot.: svelg og spyttkjertler
10) Vagus	Blandet	Mot.: (somatisk) tale og svelg Mot.: (autonome) hjertet, gl.muskler og kjertler i bryst- og mageregionen Sens.: svelg, strupehode, spiserør, innvoller i bryst- og mageregionen.
11) Accesorius	Motorisk	a) <u>Radices cranialis</u> → myk gane, svelg og strupe b) <u>Radices spinalis</u> → nakke og rygg
12) Hypoglossus	Motorisk	Bevegelse av tungen

Spinalnervene

→ totalt 31 par, opprinnelse i ryggmargen, samtlige er blandede

→ navngis ikke individuelt men som grupperinger ut fra deres utspring.

8 par cervicale nerver	C1 – C8	(nakkenerver)
12 par thoracic nerver	T1 – T12	(brystnerver)
5 par lumbare nerver	L1 – L5	(korsryggnerver)
5 par sacrale nerver	S1 – S5	(nerver som utgår fra korsbenet, os sacrum)
1 par coccygeale nerver	Co	

→ **cauda equina**: struktur hvor voksen persons ryggmarg ender; ml. 1. og 2. lumb. virvel

→ hver spinalnerve har en *dorsalrot* og *ventralrot*, utspringspunkt. (festet i ryggmarg)

→ Flere spinalnerver danner nettverker, **plexuser**, i stedet for å innervere kroppsdelene.

→ **Plexus cervicalis** → utgjøres av forgr. fra de fire første nervene, **C1 – C4**

→ forsyner muskler i huden og nakken

→ **Plexus brachialis** → utgjøres av (**C4 – C8**) + **T1**

→ muskler/hud i arm, underarm og hånden

→ **Plexus lumbosacralis** → av **T12 + L1 – L5** (p.lumbalis) + **S1 – S5** (p.sacralis)

→ magevegger, ytre kjønnsorg., lår, baken, legger, føtter

→ **Nervi intercostales** → ikke i plexus; forgreninger av brystnervene

→ bevegelse av intercostale muskler, muskelvegger, osv.

ANS - Det Autonome Nervesystemet

→ fungerer kontinuerlig, uavhengig av bevisste anstrengelser.

→ regulerer: hjertefrekvens, blodtrykk, pustefrekvens, kroppstemperatur, m.m.

→ kan respondere på følelsesmessig stress. Forbereder kroppen på fysisk aktivitet.

→ nervefibre i ANS er motoriske, og inneholder (i motsetning til somatisk) **2 neuroner** som benevnes henholdsvis preganglioniske og postganglioniske fibre.

→ autonome aktiviteter reguleres av reflekser, hvori sensoriske signaler kommer fra hud- og innvollers reseptorer. ANS deles opp i to underdelene, (hemmende/aktiverende)

1) **Sympatikus** → aktivt under energikrevende, stressende eller nødsituasjoner.

2) **Parasympatikus** → balanserer effekt av sympatisk aktivitet, gjenoppbygger hvilenivå etter fx. en stressende situasjon.

Effektor eller bevegelse	Sympatisk stimulasjon	Parasympatisk stimulasjon
Øyets pupill	Utvidelse	Sammentrekning
Hjertefrekvensen	Øker	Synker
Lungenes bronkioler	Utvidelse	Sammentrekning
Fordøyelseskanalens muskler	Sen peristaltisk bevegelse	Hurtig peristaltisk bevegelse
Intestinale kjertler	Utskillelse synker	Utskillelse øker
Blodets fordeling	Mer blod til skjelettmuskler	Mer blod til fordøyelsesorg.
Blodets [Glukose]	Øker	Synker
Spyttkjertler	Utskillelse synker	Utskillelse øker
Tårekjertler	Ingen aktivitet	Utskillelse

<i>Galleblærens muskler</i>	Avslapning	Sammentrekning
<i>Urinblærens muskler</i>	Avslapning	Sammentrekning

Studiemål 10

Beskrive sanseapparatets inndeling i generelle og spesielle sansefunksjoner.

Somatiske og spesielle sanser

→ en følelse oppstår når hjernen tolker sensoriske impulser. Cerebral cortex gjør at en følelse synes å komme fra den stimulerte receptoren; fenomenet kalles **projeksjon**; hjernen henviser følelsen til dens logiske kilde. (Fx. ører virker som de hører, øyne som de ser, etc)

- 1) Føle- og trykksansen
 - 2) Temperatursansen
 - 3) Smertesansen
 - 4) *Luktensansen*
 - 5) *Smakssansen*
 - 6) *Hørsel- og likevektssansen*
 - 7) *Synssansen*
- 4) – 7): **Spesielle sanser**: reseptorer befinner seg i store komplekse sanseorganer i hodet.

1) Føle og trykksansen

- a) Sensoriske nervefibre → i epitelveg; berøring og trykk
- b) Meissner`s blodlegemer → i bindeveg; lepper, fingertupper, hårløse deler
- c) Pacinian blodlegemer → stor bindevevsstruktur; dypere underliggende vev, muskelscener og i leddbånd.

2) Temperatursansen

- a) Varmereseptorer → responderer på temp. fra 25 – 45`C. (Over: smertereseptorer)
- b) Kuldereseptorer → responderer på temp. fra 10 – 20`C. (Under: smertereseptor)

3) Smertesansen

→ to typer nervefibre dirigerer impulser fra smertereseptorer:

- 1) **Akutte** smertefibre (overflateveg) → tynne, myeliniserte; skarp smerte!
- 2) **Kroniske** smertefibre (dypt vev) → tynne, ikke-myeliniserte; dirigerer impulser langsomt, gir svak smertefølelse vanskelig å lokalisere. Fortsetter etter stimuli opphører.

→ smerteimpuls utløser begge typer

→ vi blir klar over smerten når impulsene når *thalamus*. Men først når de når *cerebral cortex* minsker smerteintensitet. Her lokaliseres smertekilden, responser formidles.

→ impulser fra grå substans i hjernestammen stimulerer nerveender til å frigjøre biokjemikalier. Disse blokkerer smertesignaler ved å hemme presynaptiske nervefibre i ryggmargen.

→ **enkephalin** (neuropeptid) → undertrykker akutte og kroniske smerteimpulser.

→ fjerner smerte på samme måte som opiat.

→ **serotonin** (monoamid) → stimulerer nerveender til å frigjøre enkephalin.

→ **endorfiner** (neuropeptid) → finnes i hypofysen og hypotalamus, har morfinliknende virkning.

4) Luktesansen

→ *luktereseptorer* er kjemoreseptorer (stimuleres av kjemikalier løst i væske)

→ *lukteorganer* er gulbrune klumper i nesehulrommet som inneholder reseptorer.

→ kjemikalier som stimulerer disse må løses i væsken der før de oppdages.

→ luktereseptorcellers axoner synapser med neuroner kalt *lukteløker*; analyserer

impuls, overfører den til luktekanalen i det limbiske system, tolkes i hjernen.
→ hjernen husker ulike reseptorkombinasjoner som "luktkode"; avgjør hva vi lukter.

5) Smakssansen

→ **smaksreseptorer** → er kjemoreseptorer (stimuleres av kjemikalier løst i væske)
→ hver smaksløk har smaksceller som virker som reseptorer
→ kuleformet struktur m/smaksporer på overflaten.

→ kjemikalier må løses i væske før de kan smakes, forsørget av spyttkjertlene.
→ 4 primære smaksfølelser: **søt** (foran), **sur**(sidene), **salt**(rundt hele), **bitter**(bakerst).
Har sine reseptorer plassert ulike steder på tungens overflate.

→ impulser fra smaksreseptorer vandrer langs forgreninger av n.vagus til medulla oblongata, videre til thalamus og videre til *parietallappen* hvor de tolkes.

6) Hørsel- og likevektssansen

→ Organum vestibulocochleare; likevekts- og hørselsorganet. Plassert i os temporale.

a) Auris externa (Det eksterne øret)

- 1) Øretrakten → samler opp vibrasjoner
- 2) Ytre ørekanal → fører vibrasjoner inn i mellomøret

b) Auris media (Mellomøret)

- 1) Trommehulen → luftrom i tinningbenet
- 2) Trommehinnen → semitransparent membran, oval og kjegleformet
→ dens trykk endres av lydbølger; vibrerer!
- 3) Øreknoklene → **malleus** (hammer), **incus** (ambolt), **stapes** (stigbøyle)
→ forbinder trommehinnen med det indre øret.
→ Malleus får incus til å vibrere.
Incus videresender bevegelser til stapes
Stapes kontakter **det ovale vinduet**; vibrasjoner her stimulerer hørselsreseptorer.
- 4) Øretrompeten → forbinder mellomøret m/ svelget; opprettholder press på begge sider av trommehinna; viktig for god hørsel

c) Auris interna (Det indre øret)

- 1) Labyrinthus membranaceus → den innerste (hindede) labyrinth; komplisert system av kanaler inne i den benede labyrinth.
→ væsken her inne kalles *endolympa*.
- 2) Labyrinthus osseus → den ytterste (benede) labyrinth; kapsel som omgir den hindede labyrinth.
- 3) Perilympa → væsken i rommet mellom den hindede og benede labyrinth.
- 4) Ductus semicirculares → de tre buegangene; opprettholder balansen.
- 5) Labyrinthus vestibulare → labyrinthens innhold inklusive buegangene.
- 6) Cochlea (sneglen) → ben som kveiles opp i et slags sneglehus.
→ inndelt i **scala vestibuli**, som strekker seg til sneglens spiss, og **scala tympani**, som ligger under basmembr.
→ har **ductus cochlearis**, som inneholder sanseepitel

for høresansen, og **organum spirale** (corti'ske organ)
; område hvor lydbølger omsettes til nerveimpulser.

Lamina basilaris → ligger i cochlea, har små, elastiske fibre.
→ Lydvibrasjoner går fra ovalt vindu langs scala vestibuli og beveger til sist denne membran.
→ *organum spirales* reseptorceller har en overliggende **membrana tectoria**, som kontakter reseptorcellenes hår. Lydvibrasjoner passerer, hårene svinger mot tectorialmembranen, hvilket stimulerer reseptorceller.

→ hørselsansens nervebaner går gj. temporallappen i hjernen, hvor lyd signaler tolkes. Disse nervefibrene krysses på veien, slik at impulser som kommer fra høyre og venstre øre tolkes på begge sider av hjernen. Skades temporallappen på fx venstre side, medfører dette derfor ikke alltid full døvhets på venstre øret.

Likevektssansen

Statisk likevekt

→ å holde på form og stilling når hodet og kroppen står stille
→ lokalisert i **vestibulum**; del av **benede** labyrint som inneholder **utriculus** og **sacculus**
Hvert av disse sistnevnte kamre inneholder en struktur **macula utriculi** og **macula sacculus** som inneholder sanseepitel i form av hårceller innbakt i en gel.
→ bevegelse på hodet resulterer i bevegelse av hårcellene i gelen, hvilket gir en impuls som informerer hjernen om hodets nye posisjon. Hjernen responderer ved å sende motoriske impulser til skjelettmuskler, som opprettholder balansen.

Dynamisk likevekt

→ når hodet og kroppen plutselig og uventet beveger seg
→ ductus semicirculares oppdager bevegelse av hodet og balanserer kroppen v/ raske og uventede bevegelser. Hver buegang munn ut i en struktur **ampulla**, som inneholder **cristae ampullaris** m/hårceller stående i en gel kalt **cupula**.
→ når hodet beveges raskt, forblir perilympha i ductus semicirculares stasjonær, mens **cupula** og hårcellene bøyes i motsatt retning av hode- eller kroppsbevegelsene. Dette stimulerer hårcellene til å sende impuls til hjernen om hva som skjer.
→ i tillegg hjelper mekanoreseptorer i nakken og øynene til med å holde balansen.

7) Synssansen

Oorgana oculi accessoria (fellesbetegnelse på øyets hjelpeorganer)

→ **Palpebrae** (øyelokkene) → av hud, muskel, bindevev og bindehinne
→ trekkes sammen av m.orbicularis oculi
→ **Apparatus lacrimalis** (tåreapparatet) → tårekjertler som utskiller tårer, samt en rekke andre kanaler som leder tårene inn i nesehulrommet.

→ **Musculi bulbi** (øyemusklene) → 6 stk. muskler beveger øyet i ulike retninger

Organum visus (synsorganet); oculus (øyet)

→ oculus er ca. 2,5 cm i diameter, og veggene her har tre hovedlag:

1) Tunica externa

- utgjør **cornea** (hornhinnen), som utgjør forreste del av **bulbus oculi** (øyeplet), og er gjennomsiktig uten blodkar.
- cornea fortsetter som **sclera** (senehinnen; beskyttende) går rundt øyets **cavitas posterior**; dette kammer inneholder **humor vitreus**; den flytende del av glasslegemet.
- bakerst i øyet trenger *optiske nerver* og *blodkar* gjennom.

2) Tunica media

- **choroidea** ligger ml. sclera og retina, inneholder *melanocytter* som absorberer lys og sørger for at det er mørkt inni øyet.
- **corpus ciliare**, fortykning av tunica vasculosa, (inneholder **m.ciliares**) har forbindelse til linsen, **lens**, via **fibrae zonulares**; støtte/strammende ligament
- linsen, **lens**, (ml. pupilla og corpus vitreum) gjøres transparent av cytoplasma i linsecellene. Den er under konstant spenning, og har derfor en rund struktur. Dersom spenning i fibrae zonulares avtar, blir linsen mer konveks.
- **iris** (regnbuehinne) pigmentert skive m/central åpn; **pupilla**. Øyets fargede del.
- **cavitas anterior** a) **camera ant. bulbi**; fremre øyekammer
b) **camera post. bulbi**; bakre øyekammer
- **humor aquosus** (kammervannet); oppsamles i a), videresendes til b) og så gjennom pupilla. Opprettholder form i øyets front, næring til cornea og lens.

3) Tunica interna

- **retina** (netthinnen) av visuelle reseptorceller, forlenges av optiske nerver bak i øyet, inneholder **macula lutea** (den gule flekk) hvis fordypning **fovea centralis** produserer det skarpeste syn!
- **discus nervi optici** (den blinde flekk) er uten reseptorceller, beg. av n. opticus.
- **humor vitreus**; rommet innenfor retina, øyets største del **cavitas posterior**, fylt med væske, utgjør den flytende del av **corpus vitreum** (glasslegemet); geleaktig substans ml. retina og lens. Opprettholder form og gir næring.

Refraksjon – lysbrytning

→ fokusering kan bøye innkommende lysbølger på retina = brytning.

→ bilde som formes på retina er egentlig speilvendt og opp ned. Dette tolkes til "normalt" bilde av det visuelle cortex.

Visuelle reseptorer

→ **Staver (rods)** → svært følsomme for lys, sørger for nattesyn
→ produserer fargeløst syn og mer generelle bilder av objekter
→ fordi deres nervefibre konvergerer; hjernen vet ikke eksakt hvor i stavene stimuli oppstod.
→ visuelt pigment: **rhodopsin**

→ **Tapper (cones)** → mindre følsomme for lys, virker i dagslys
→ produserer fargesyn og skarpe bilder
→ fordi hjernen vet eksakt hvilket punkt som ble stimulert i
→ visuelt pigment: likner rhodopsin, men med et ulikt protein.

→ fargen en person ser avhenger av hvilket sett (el. kombinasjoner av sett) av tapper som stimuleres. Dersom alle tre stimuleres, ser vi hvitt. Hvis ingen stimuleres, ser vi sort.

→ De optiske nervefibrene krysser hverandre på vei til hjernen. Fibre fra venstre øyet går gj. høyre optiske trakt, og omvendt. Noen optiske nervefibre fungerer i synsreflekser, resten går til thalamus, hvorfra de føres til visuelt cortex i occipitallappen der de tolkes.

Studiemål 11 og 12

Beskrive den hormonelle regulering av cellulære funksjoner.

Beskrive det endokrine systems oppbygning samt den fysiologiske rolle av de endokrine systemer.

Det endokrine system

→ **Endokrine system** → celler, vev og organer som utskiller hormoner *direkte* i kroppsvæske

→ **Exokrine system** → utskillelse gjennom *utførsels ganger*

Endokrine kjertler og deres hormoner sørger for:

→ kontroll av hastigheten til visse kjemiske reaksjoner.

→ transport av substanser over membraner.

→ regulering av vann- og elektrolyttbalansen.

→ særdeles viktig under reproduksjon, utvikling og vekst.

Hormoner

→ biologisk kjemikalie utskilt av celler. Påvirker funksjon av andre celler.

→ virker på målceller, som har reseptorer tilpasset ulike hormoner, over kort el. lang distanse.

→ målceller har spesialiserte reseptorer for de ulike hormonene.

→ **Steroidhormoner** → fx: progesteron, testosteron, tyroideah., cortisol, østrogen

→ løselige i cellemembranens fosfolipider – diffunderer lett inn!

→ virker således gj. intracellulær signalering

→ kan aktiverer mRNA-syntese → proteinsyntese → proteiner!

→ **Nonsteroid-** → fx: aminer, peptider, proteiner

hormoner → virker gj. celleoverflatemediert signalering

→ **1.messenger** binder seg til membranen, og aktiverer så

2.messenger – hormoner som binder til *G-protein*

→ aktiverer *adenylyl cyclase* → danner *cAMP* (fra ATP)

→ aktiverer *protein kinaser* → *fosforylerer* målproteiner!

(Cellulær respons på denne fosforyleringen kan være: endret membranpermeabilitet, aktivering av enzymer, syntese av bestemte molekyler, utskillelse av visse hormoner.)

→ **Prostaglandiner** → lipid synt.av fettsyrer i cellemembr., regulerer cellers aktivitet

→ prod. i lever, binyre, hjerte, lunge, bukspyttkj., hjerne, reprod.

→ opptrer mer lokalt enn hormoner, kan ikke lagres

→ hemmer utskillelse av HCl fra magen

→ innvirker på bev. av Na^+ - ioner og H_2O - molekyler i nyrene.

Kontroll av hormonell sekresjon

Negativ feedback1) En *kjertel A* skiller ut et *hormon A*.

- 2) *Hormon A* vil stimulere utskillelsen av en kjertel B.
- 3) Kjertel B sender så ut et hormon B, som vil påvirke en målcelle.
- 4) Når konc. av hormon B blir for høy, vil det hemme utskillelsen fra kjertel A, og slik igjen sin egen påvirkning på målcellen.

Tre kontrollmekanismer som alle innebefatter negativ feedback:

- 1) Hypotalamus kontrollerer anterior hypofyses frigjøring av hormoner → stimulerer igjen andre endokrine kjertler til å frigjøre hormoner.
- 2) Nervesystemet stimulerer visse kjertler direkte. Fx: binyrene utskiller hormoner i respons på sympatiske nerveimpulser.
- 3) En totalt annen gruppe av kjertler kan respondere direkte på endringer i miljøet. Fx: Når blodets glukosenivå stiger, utskiller bukspyttkjertlen insulin, mens når det synker, utskiller den glukagon.

De endokrine kjertlene og deres viktigste hormoner

1) Glandulae Pituitaria (hypofysen)

→ lokalisert i hjernen, festet til hypotalamus. Delt i to deler viktige underdeler:

a) Adenohypophysis (lobus anterior / hypofysens forlapp)

- | | | |
|----------------------------|--------|---|
| → Veksthormon | (VH) | → vekst, celledeling |
| → Prolaktin | (PRL) | → stim./oppretthold av melkeproduksjon |
| → Thyroidstimulerende h. | (TSH) | → i skjoldbruskkjertlen, reg. av TRH |
| → Adenocorticotropc horm. | (ACTH) | → stress øker ACTH v/ frigjøring av CRH |
| → Follikkelstimulerende h. | (FSH) | → stim. av GnRH; modning av follikkel |
| → Luteiniserende hormon | (LH) | → stim. av GnRH; utskiller testosteron som igjen produserer østrogen. |

b) Neurohypophysis (lobus posterior / hypofysens baklapp)

- | | | |
|------------------------|-------|--|
| → Antidiuretisk hormon | (ADH) | → økt utskillelse hemmer urinproduksjon |
| → Oxytocin | (OT) | → forsterker livmorskontraksjoner. Spiller en rolle under melkeproduksjon. |

2) Glandula Thyroideae (skjoldbruskkjertlen)

- | | | |
|-------------------|-------------------|---|
| → Triiodthyronine | (T ₃) | → samme oppgave som T ₄ , dog kraftigere |
| → Thyroxine | (T ₄) | → reg. metab. av lipid, karboh. og protein |
| → Calcitonin | | → senker [Ca ²⁺] i blod v/ å hemme frigjøringen av Ca ²⁺ -ioner fra benmarg. |

3) Glandula Parathyroidea (biskjoldbruskkjertlen)

- | | | |
|------------------------|-------|---|
| → Parathyroidea hormon | (PTH) | → øker [Ca ²⁺], senker [fosfationer] i blod |
| | | → stim.nyrene til å konservere Ca ²⁺ i blod |

NB! Calcitonin og PTH opprettholder en stabil [Ca²⁺] i blodet: Calcitonin senker unormalt høy [Ca²⁺], mens PTH øker en unormalt lav [Ca²⁺] !

4) Glandula suprarenalis/adrenalis (binyren)

→ ligger ovenpå nyrene, inndelt i to forskjellige områder:

a) Adrenal medulla (binyremargen)

- Adrenalin (epinephrine) → begge øker hjerterate, pusterate, hjerte-
- Noradrenalin (norepinephrine) kontraksjon, blodtrykk og [glukose]

b) Adrenal cortex (binyrebarken)

- Aldosteron (mineralcorticoid) → utskilles når $[Na^+] \downarrow$ eller når $[K^+] \uparrow$
→ får nyrene til å lagre Na^+ og utskille K^+ ; fører til vannretensjon; opprettholder blodets volum og trykk.
- Cortisol (glukocorticoid) → holder blodets glukosenivå stabilt mellom måltidene.
→ viser antiinflammatorisk virkning: nedsetter effekt og antall av immunceller

→ Adrenale kjønns hormoner → supplement til hormoner fra kjønnskjertlene.

5) Pancreas (bukspyttkj.)

→ Både eksokrin og endokrin. Endokrin del kalles *De Langerhaanske øyer*

- Glukagon → frigjøres av **α -celler**. (Virking reg. av neg. feedback)
→ stim. nedbrytning av glukose fra glykogen
- Insulin → frigjøres av **β -celler**. (Virking reg. av neg. feedback)
→ stim. oppbygning av glykogen fra glukose.

→ *Nerveceller*: opptar glukose v/ diffusjonsmekanisme som er avhengig av [glukose] men uavhengig av [insulin]. De er derfor meget følsomme overfor endringer i [glukose] – utskilles fx. for mye insulin, senkes glukosenivået og hjernes funksjoner påvirkes.

6) Glandula pinealis (epifysen)

- Melatonin → utskillelsen øker i mørket
→ hemmer utskillelse av gonadotropiner fra hypofysen.
→ regulering av kvinnens menstruasjonssyklus

7) Thymus (brisen)

- Thymosinus → stim. produksjon og differensiering av leukocytter.

8) Ovariene

- Østrogen → begge hormoner påvirker:
- Progesteron → forstørrelse indre og ytre reproduksjonsorganer
→ opprettholdelse og utvikling av sek. kv. kjønnskarakt.
→ hemmer FSH / LH under graviditet

9) Testiklene

- Testosteron → Hypothalamus → GnRH → hypofysen → LH/FSH → Testo.
→ spermatogenese og utvikling av sek.mannlige kjønnskarakteristikker

Hormonell aktivitet som følge av stress

- faktorer som gir økt aktivitet i sympatikus eller økt utskillelse av binyrene o.a. kjertler, kalles **stressorer**; de fører kroppen vår over i en situasjon betegnet **stress**.
- **stressorer**: varme/kuldeendringer, endringer i $[O_2]$, skader, trening, høye lyder,

- personlig tap, sosiale forhold som angst, frykt, depresjon, m.m.
→ Generelle stressyndromer: responser på stress → kontrollert av hypothalamus → aktiverer "fight/flight" som inkluderer: økt [glukose, glycerol, fettsyrer], økt hjerte- og pustefrekvens, samt økt blodtrykk.

Studiemål 13

Beskrive det kardiovaskulære system, hjertets impulsgenerasjon, ledningssystemet, sammenhengen mellom fysisk aktivitet og hjertets minuttvolum, samt endelig å relatere elektrodiagrammet til depolariseringen av hjertets enkelte deler.

Det kardiovaskulære system: hjertet og dets blodkarssystemer

- Ca. 14cm langt og 9cm bredt
- Ligger i brysthulen, hvilende på diafragma
- Omsluttet av tredelt **Pericardium** → a) P.fibrosum, b) P.serosum, c) P.parietalis (y – i)
→ **cavitas pericardialis**; hulrom ml. a) og b)

Hjerteveggenes oppbygning: (y – i)

- a) **Epicardium** → bindev., beskytter hjertet ved å redusere friksjon
- b) **Myocardium** → hjertemuskelv., pumper blodet ut
- c) **Endocardium** → bindev./epitel; blodkar + **purkinje fibre**

Hjertets "skjelett": ringer av løst bindevev, sørger for feste av hjerteklaffer og muskelfibre.

- **Atrier**(/forkamre) → har tynne vegger, mottar blod som returnerer til hjertet via vener
- Septum interventrikulære → skillevegg, forhindrer at blod blandes ml. atrier/ventrikler,
- **Ventriklene**(/hjerteklaffene) → mottar blod fra atriene, tvinger det inn i arteriene v./kontr.
- **Atriventrikulære (AV) klaffer** → sikrer at blod kun flyter en vei; fra atrier til ventrikler.
 - Valva **tricuspidalis** → ml. høyre atrium og høyre ventrikkel
 - Valva **bicuspidalis** → ml. venstre atrium og venstre ventrikkel
 - Musculi papillares/chordae tendinae → muskel/sene som samvirker v.lukning av klaff

Blodets vei gjennom hjertet

- 1) Blod med lav [O₂] og høy [CO₂] entrer **høyre forkammer** (atrium dexter) gjennom **venae cavae inferior, venae cavae superior** og **sinus coronarii**.
- 2) Når høyre atrium kontraherer, går blodet gjennom **valva tricuspidalis** og inn i **høyre ventrikkel**. (ventriculus dexter)
- 3) Når høyre ventrikkelvegg kontraherer, lukkes tricuspidalis og blodet går gj. **sinus trunki pulmonalis** og inn i **trunkus pulmonalis** og dens forgreninger, kalt det pulmonariske kretsløp. (Lungekretsløpet – blodkar som frakter blod fra hjertet – lungene – hjertet.)
- 4) Hovedforgreninger av trunkus pulmonalis, **arteriae pulmonalis dexter** et **sinister**, infiltrerer hver sin lunge. Disse arterier gir igjen opphav til arterioler og kapillærer.
- 5) Gassutveksling oppstår mellom blodet i kapillærene og luften i alveolene! (se senere)
- 6) Friskt, iltet blod med høy [O₂] og lav [CO₂] returnerer til hjertet gj. **venae pulmonalis**, (to stk.fra hver lunge) og ledes herved til **venstre atrium**. (atrium sinister)
- 7) Venstre atriumvegg kontraherer, blodet føres gj. **v.bicuspidalis** inn i **venstre ventrikkel**.

8) Venstre ventrikkelvegg kontraherer, v.bicuspidalis lukkes og blod føres gj. **v.aortae** inn i **aorta** og dens forgreininger, kalt det systemiske kretsløpet. Dette fører blodet rundt i kroppsvev, og det returneres til sist til **høyre forkammer**, hvormed de to kretsløp forenes.
Hjertets blodforsyning

- Hjertet slår kontinuerlig for å gi blod til kroppsvev. Myocardiale celler i hjertet trenger derfor konstant forsyning av friskt, oksygenert (iltet) blod:
- Aa.coronarii, forgr.av aorta, forsørger kapillærer i hjertets myocardium med blod.
- forgr.av v.*cardiacae* leder bort blod som har passert gj. myocardium. Disse venene tilsluttes den store v.*sinus coronarii*, som tømmes i høyre atrium.

Hjertesyklus

- veggene i høyre/venstre atrium kontraherer samtidig, mens veggene i høyre/venstre ventrikkel slapper av samtidig, og omvendt – utgjør et komplett hjerteslag.
 - kontraksjonen av atrier og ventrikler skjer som følge av trykkforskjeller mellom dem;
 - atriene kontraherer først når ca 70-80% av blodet fra ventriklene har kommet der inn. Denne atrielle kontraksjon (systole) tvinger de resterende 20-30% inn i ventriklene.
- **Hjertelyder:** ”lubb” (ventrikulær kontraksjon) - ”dupp” (ventrikulær avslapning)

Hjertemuskel fibre

- **Funksjonelt syncytium:** samvirkende celler som fungerer som en enhet i atr./ventr.
- **Hjertets dirigeringsystem:** spes.hjertemuskelvev; koordinerer hjertets syklus
- **Purkinje fibre:** spesialiserte fibre, opprinner fra AV-bunt (forgr.av AV-knute)

- **Sionatrial knute (SA)** → forlenget, spesialisert hjertemuskelvev under epicardium.
 - cellene kan nå *threshold* på egenhånd – initiere kontraksjon!
 - genererer hjertets rytmiske kontraksjon (70 – 80 impuls pr.min) – kalles hjertets *pacemaker*
- **Atrioventrikulær knute (AV)** → overførsel av impuls fra SA til atriene, skjer via denne knuten.
 - sørger for at impulser ledes riktig mellom atrialt og ventrikulært syncytia forsinket impulsledningen noe

EKG – Elektrokardiogram

- elektriske endringer i myocardium under kontraksjon kan oppdages, da kroppsvæske leder elektriske strømninger.
- **P-bølgen** → depolarisering av atriale fibre → kontraksjon av atria
 - **QRS – kompleks** → depolarisering av ventriklene → kontraksjon av ventrikkelvegg
 - **T – bølgen** → repolarisering av ventrikulære muskelfibre → slutt på en pattern.

Hjertets kontrollcenter

- opprettholder balanse mellom hemmende og stimulerende effekt fra henholdsvis parasympatiske og sympatiske fibre.
- mottar sensoriske impulser og videresender motoriske impulser til hjertet som respons

Parasympatikus → Acetylcholine utskilles når nerveimpuls når nervefiber; aktivitet av SA- og AV-knute senkes → hjerteraten synker!

Sympatikus → Noradrenalin utskilles når nerveimpuls når nervefiber, hjerteraten økes og myocardial kontraksjon fremkalles.

Økning i hjerteraten → høy kroppstemperatur (feber)
→ underskudd av K^+ -ioner og overskudd av Na^+ -ioner
→ dersom man sliter med angst

Senkning i hjerteraten → lav kroppstemperatur
→ overskudd av K^+ -ioner og underskudd av Na^+ -ioner
→ dersom man er følelsesmessig oppbrakt

Hjertets blodkar

Arterier → sterke, elastiske kar tilpasset å frakte blod bort *fra hjertet* under stort trykk
→ veggen: a) Tunica interna, b) Tunica media, c) Tunica externa

Arterioler → tynnere forgreninger av arterier

Kapillærer → forlengelse av det indre lag i arterioler, bekledd med endothelium
→ semipermeable vegger hvis substanser lett kan utveksles gjennom

Venoler → mikroskopiske blodkar som forsetter fra kapillærene

Vener → forlengelse av venoler, tykkere og mer stabile, ca. samme vegg som arterier
→ frakter blodet *tilbake til hjertet*, (atriene)
→ fungerer som blodreserver; blødning som gir senkning i arteriers blodtrykk, stimulerer venene til kontraksjon for å opprettholde blodtrykket.

→ Vasokonstriksjon → sympatisk del av autonome nervesystem frembringer kontraksjon i glatt muskulatur; redusert diameter på blodkar!

→ Vasodilasjon → avslapning av glatt muskulatur pga hemmede motoriske impulser; diameteren på blodkarene øker!

Utveksling i kapillærene

- 1) Gasser, næringsstoffer mm. utveksles mellom blod i kapillærene og væsken i vevet
- 2) Utvekslede substanser beveger seg gj.kapillærveggen v./diffusjon, filtrering og osmose
- 3) Blod med lav [O_2 /næringsstoffer] og høy [CO_2 /avfallsstoffer] entrer kapillærene med.

Arterioler ende: gjenblivende plasmaproteiner i kapillærene gjør *osmotisk trykk* i blod større enn i vevsvæske. Netto-bevegelse av vann og substanser går derfor fra kapillærer til vevsvæske her.

Venoler ende: blodtrykket synker jo lenger blodet beveger seg. I kapillærenes venolære ende er derfor *osmotisk trykk* i blod mindre enn i vevsvæsken. Netto-bevegelsen av vann og substanser blir derfor fra vevsvæske til kapillærer her.

Blodtrykk

→ den kraft blod utøver mot de indre veggene i blodkarene.

→ begrepet "blodtrykke" på folkemunne tilsvarer "trykket i arteriene og aortas forgreninger"

Arterielt blodtrykk → **Systolisk trykk:** max. arterietrykk under ventrikulær kontraksjon

- **Diastolisk** trykk: min. arterietrykk før neste ventrikulære kontr.
- **Puls**: veksling ml. innsnevring/utvidelse av arterieveggene.

- **slagvolum**: 70ml; blodmengde som overføres ved hver kontraksjon
- **cardiac output**: slagvolum (ml) x hjerteraten (slag pr.min.) Kalles også **minuttvolum!**
- **blodvolum**: ca.8% av kroppsvekt (5 liter); proporsjonalt med blodtrykket!
- **perifer motstand**: friksjon ml. blod og blodkarenes vegger.
blodtrykk > periferisk motstand hvis blodet skal kunne flyte
- **viskositet**: hvor lett en væskes molekyler kan passere hverandre
- blodtrykket stiger når viskositeten stiger, og omvendt.

Kontroll og opprettholdelse av blodtrykk:

1) Cardiac output

- Sterlings hjertelov → jo mer blod som entrer hjertet fra venene, desto større blir:
utvidelsen av ventriklene, slagvolumet og cardiac output
- blodvolum avgitt fra hjertet = blodvolum som entrer kamrene
 - økt blodtrykk pga følelsesmessige responser, fysisk aktivitet og økt kroppstemperatur.

2) Regulering av perifer motstand

Vasomotorisk senter kan øke/senke perifer motstand ved å øke/senke ant. symp. imp.
Hvis arterielt blodtrykk plutselig økes, signaliserer baroreceptorer i aorta til vas.senter, slik at symp.imp. til arteriolene synker. Den resulterende vasodilasjon senker perifer motstand, og blodtrykk senkes til normalt nivå.

Venøs blodstrøm

- Er kun delvis direkte resultat av hjertets bevegelser, avhenger også i stor grad av
- skjelettmuskelkontraksjon; presser blodet gjennom venesystemet
 - respirasjonsbevegelser; ribben beveges ut, diafragma presses ned → blod ut fra vener
 - venokonstriksjon; når venøst trykk er for lavt → mer blod til hjertet

Studiemål 14

Beskrive blodets betydning for transport av næringsstoffer, gasser, avfallsstoffer, proteiner, hormoner og immunkompetente celler og for regulering av legemstemperaturen.

Blodets sammensetning

Blodet → flytende bindevev av celler og blodplasma (volum hos voksen: ca.5liter)
→ **hematokritt**: %- del av blodceller, normalt 45%. (blodplasma utgjør ca.55%)

Blodets celler

1) Erytrocytter		eosinofile
	Granulære	neutrofile
2) Leukocytter		basofile
	Agranulære	monocytt lymfocytter
3) Trombocytter		

1) Erytrocytter (røde blodceller)

→ inneholder hemoglobin, som kan binde O₂ i et oxyhemoglobin kompleks.
→ ingen cellekjerne, kan ikke deles eller delta i proteinsyntese
→ blir gradvis mer sprø, ødelegges etter ca.120 dager; brytes ned av makrofager

→ nedbrytning: hemoglobin 1) **heme-** → jern → re-syntese av hemoglobin
→ biliverdin/bilirubin → utskilles i gallen

2) **-globin** → proteiner

→ **erythropoietin** (EPO) → utskilles av nyre/lever v/O₂-mangel; stim. prod. av erytrocytter.
→ hematopoietisk vev er sårbart v/ mangel på vitamin B₁₂ og folinsyre, da disse påvirker produksjon av røde blodceller.
→ **anemi** kan forårsakes av for få erytrocytter eller for lite hemoglobin.

2) Leukocytter (hvite blodceller)

Eosinofile granulocytt: Størrelse → 12 – 15µm
Kjerne → 2 store lapper. Ingen synlig nucleolus.
Funksjon → bekjempelse av infeksjoner m/parasitter
Antall → 3% av 7000 pr.µl

Neutrofile granulocytt: Størrelse → 12 – 15µm
Kjerne → 3-5 lapper. Ingen synlig nucleolus.
Funksjon → Profesjonelle fagocytter!
Antall → 60% av 7000 pr.µl

Basofile granulocytter: Størrelse → 12 – 15µm
 Kjerne → 2-3 lapper. Ingen synlig nucleolus.
 Funksjon → bekjempelse av infeksjoner. Modnes i bindev.
 Antall → 0,5% av 7000 pr.µl

Monocyttter: Størrelse → 12 – 18µm
 Kjerne → hestesko- /nyreformet
 Funksjon → forstadium til makrofager, fagocytter.
 Antall → 5% av 7000 pr.µl.

Lymfocytter: Størrelse → 7 µm
 Kjerne → rund. Ingen synlig nucleolus.
 Funksjon → immunforsvar!
 Antall: → 30% av 7000 pr.µl.

3) Trombocytter (blodplater)

Trombocytter: Størrelse → 3 µm
 Kjerne → Ingen!
 Funksjon → Blodkoagulasjon
 Antall → 300 000 pr.µl.

Blodplasma

→ klar, stråfarget væske som omgir blodceller og blodplater
 → består av 92% vann, 8% biokjemikalier.
 → transporterer næringsstoffer, regulerer væske- og elektrolyttbalanse

Plasmaproteiner

Albumin (60%) → leveren → opprettholde blodets osmotiske trykk
Globulin (36%)
 α-globulin → leveren → transport av lipider og vitaminer
 β-globulin → leveren → transport av lipider og vitaminer
 γ-globulin → lymfevev → utgjør en type antistoff
Fibrinogen (4%) → leveren → koagulasjon av blodet

Plasmalipoproteiner

→ store; ytre lag av fosfolipider, kolesterol og proteiner. Kjerne av triglycerider
 → **Chylomicroner** → transporterer fett til muskel- og fettceller
 → **VLDL** (very low..) → transporterer triglycerider til fettceller
 → **LDL** (low density..) → leverer kolesterol til ulike celler, (bl.a. leverceller)
 → **HDL** (high density..) → transporterer rester av chylomicroner til leveren
 → innvoller reabsorberer mye kolesterol og salter i gallen; transporteres så tilbake til lever

Hemostasis

→ stopp av blødning, livsviktig når blodceller er skadet, tre viktige momenter:

- 1) **Vasospasmer i blodkar** → kontraksjon av glatte muskler i karvegger
- 2) **Dannelse av platethrombus** → kollagen strømmer til brist, blodplater tilheftes
- 3) **Koagulasjon**
 - a) trombocyt i platethrombus svulmer opp i kontakt m/ kollagen
 - b) sekresjon av ADP (PDGF) (blødning stanser her hvis liten)
 - c) dannelse av flere trombocytter → aktive substanser
 - d) prothrombin omdannes til trombin → fibrinogen til fibrin → **koagel!**

Agglutinasjon

→ oppsamling av røde blodceller pga overfølsom reaksjon ml. antigener og antistoffer
→ kun få av erythrocytenes antigener produserer overføringsreaksjoner. Blant disse er antigener fra AB0- og Rh-gruppen.

AB0 – systemet

Blodtype	Antigen	Antistoff
A	A	Anti – B
B	B	Anti – A
AB	A og B	Både anti-A og anti-B
0	Verken A eller B	Verken anti-A eller anti-B

→ basert på tilstedeværelse av antigen A og antigen B. En persons erythrocytter inneholder
1) *kun A* 2) *kun B* 3) *både A og B* 4) *verken A eller B*

→ Når antigen A er tilstede i erythrocytter, utvikles et antistoff kalt anti-A. (tilsv. for B)
Et antistoff av en type vil reagerer med et antigen av den samme type. Dette fører til oppsamling av erythrocytter, og må unngås. Derfor gjelder følgende:

- 1) En person med blodtype A (antigen A) må ikke motta blodtype B eller AB
- 2) En person med blodtype B (antigen B) må ikke motta blodtype A eller AB
- 3) En person med blodtype 0 (antigen A og B) må ikke motta blodtype A, B eller AB

Av dette kan vi slutte at personer med blodtype 0 er universalgivere, mens de med blodtype AB er universalmottagere.

Studiemål 21

Beskrive det lymfatiske system, dets inndelinger, funksjon og dets betydning for transport av lymfe, lymfocytter, proteiner og fett.

Det lymfatiske system og immunitet

Systema lymphaticum → nettverk av kar som sirkulerer i en væske, **lymfen**.
(lymfesystemet) → transporterer overskuddsvæske fra vev til blodet
→ transporterer fordøyet fett som har blitt absorbert

Vas lymphocapillare → mikroskopiske rør som danner komplekse nettverk
(lymfekapillærer) → veggene er kledd med flerlaget epitelvev
→ inneholder væske som kalles for **lymfe**

Vas lymphaticum → veggene er bygd opp som i blodkar, men de er noe tynnere
(lymfekar) → har **lymfeklaffer** som forhindrer tilbakestrøm av lymfe.
→ de store lymfekar leder til spesialiserte organer; **lymfeknuter**.

Ductus lymphatici (de store lymfekar)

- a) **Ductus thoracicus** → det lengste og største samlerøret for lymfe
→ mottar lymfe fra underekstremitetene, abdominalen
venstre overekstremitet samt venstre side av bryst,
hode og nakke.
→ tømmes i **venae subclavia sinister**.
- b) **Ductus lymphaticus dexter** → mottar lymfe fra høyre overekstremitet, samt høyre
side av bryst, hode og nakke.
→ tømmes i **venae subclavia dexter**.

→ lymfen entrer det lymfatiske venesystemet etter å ha forlatt ductus lymphatici og blir en del av plasma. Deretter returnerer blodet til høyre forkammer. (se hjertets syklus.)

Lymfe (lymfevæske) → essensielt en vevsvæske som har entret lymfatiske kapillærer.
→ vevsvæske er vann og løste substanser inkl. små proteiner
→ transporterer partikler i form av bakterier og vira til lymfeknuter
→ beveges av *hydrostatisk trykk, kontraherende skjelettmuskler* og
respirasjonsmuskler – sistnevnte viktig for lymfens sirkulasjon.

Ødem → væskeopphopning i de interstitielle rom
→ oppstår ved fjerning av lymfevev fx i forbindelse med kreft, dette
forhindrer god drenering og kan gi ødem.

Nodi lymphatici (lymfeknuter)

→ lokalisert langs de store lymfebanene
→ inneholder lymfocytter og makrofager; bekjemper fremmede mikroorganismer

Struktur → ca 2,5cm lange, bønneformede

→ gjenkjennes som "self" av kroppen (lymfesystemet reagerer på "nonsself")
→ små antigener kalles for **hapten**; må ha hjelp av større for å utløse respons.
B – celler → lymfocytter som spesialiseres i benmargen
→ utgjør ca.20-30% av blodets lymfocytter
→ differensieres i plasmaceller; utskiller **antistoffer** som ødelegger antigener.
→ virker i **antistoffmediert immunitet (AMI)**

Aktivering: 1) Antigenbærende celle entrer vevet
2) B – celle aktiveres når dens reseptor gjenkjenner antigenet.
3) Aktivert B – celle deler seg
4) Nydannede B – celler differensieres til plasmaceller som utskiller antistoffer
5) Antistoffer fester seg til antigenbærende celle og ødelegger denne!

T – celler → lymfocytter som frigjøres fra rød benmarg og spesialiseres i thymus.
→ utgjør ca.70-80% av blodets lymfocytter
→ festes til antigenbærende celler; virker i **cellemediert immunitet (CMI)**
→ utskiller **cytokiner**; øker deres respons på antigener.

Aktivering: 1) Antigenbærende celle entrer vevet
2) Tilleggselle, fx **makrofag**, fagocytterer/fordøyer en antigenbærende celle.
3) Antigen fra fordøyet celle fremvises på makrofagens overflate.
4) **Hjelper T – celle** aktiveres hvis det fremviste antigen passer dens reseptor.
5) Aktivert hjelper T– celle frigjør **cytokiner** når den treffer en aktivert B-celle
6) Cytokiner stimulerer B – celler til å dele seg
7) Nydannede B-celler differensieres til plasmaceller som utskiller antistoffer
8) Antistoffer fester seg til antigenbærende celle og ødelegger denne!

Typer av antistoffer (Ig = immunoglobulin)

(IgG) → finnes i plasma og vevsvæske, aktiverer komplement

(IgA) → finnes i exocrine kjertlers sekresjonsprodukt

(IgM) → utvikles i blodplasma etter kontakt m/ visse antigener

(IgD) → finnes på overflaten av de fleste B – celler, aktiverer disse

(IgE) → finnes i exocrin utskillelse; forbundet m/allergiske reaksjoner

Virkning → angriper antigener direkte, aktiverer enzymer som hindrer spredning av dem
→ kan klumpe seg sammen med antigener til større komplekser
→ nøytralisere giftige deler av antigeners molekyler

Komplement → komplemente proteiner aktiveres når IgG/IgM kombineres med antigener
→ kan tildekke antigen – antistoff komplekser
→ øke fagocytosen ved å tiltrekke flere makrofager
→ ødelegge membranen til fremmede celler

Immunrespons

Primær → utgjøres av aktiverte B- og/eller T-celler
→ plasmastoffer frigjør antistoffer i lymfen
→ antistoffer ødelegger antigenbærende celler

Sekundær → fx inaktiverte B- og/eller T-celler

→ differensieres til celler som senere kan respondere raskt på antigener

Påkrevd immunitet

→ respons på naturlige (fx mor – foster) eller kunstige (fx injeksjon av patogener) hendelser

Type	Mekanisme	Resultat
<i>Naturlig aktiv immunitet</i>	Tilfører levende patogener.	Symptomer på en sykdom og stimulering av immunrespons
<i>Naturlig passiv immunitet</i>	Antistoffer til foster fra gravid mor med aktiv immunitet.	Kortvarig immunitet for nyfødte uten immunrespons.
<i>Kunstig aktiv immunitet</i>	Tilfører vaksine m/ døde patogener	Immunrespons uten alvorlige symptomer på sykdommen
<i>Kunstig passiv immunitet</i>	Injeksjon av gammaglobulin som inneholder antistoffer	Kortvarig immunitet uten stimulering av immunrespons

Vaksine

→ utvikler **kunstig aktiv immunitet** hos en person!

→ inkluderer antigenet som stimulerer en primær immunrespons, men som ikke produserer sterke symptomer på sykdommen.

→ fx bakterier/vira som er drept el. skadd slik at de ikke lenger gjør skade

→ fx giftstoff fra en infektet organisme som kan ødelegge dets giftige effekt

Allergiske reaksjoner

→ immunrespons på ufarlige substanser, som fx reaksjon på sjokolade

→ allergiske reaksjoner, til forskjell fra immunresponser, **kan skade vev!**

→ **allergener**; antigener som utløser allergiske reaksjoner

→ **Forsinket** reaksjon → pga gjentagende utsettelse av fx huden for visse kjemikalier

→ **Hurtig** reaksjon → oppstår like etter kontakt med et allergen

→ frigjør bl.a. **histaminer**; lager fysiologiske endringer som fx sprenge blodkar, hevelser, økt slimproduksjon m.m.

Transplantasjon og vevsfrastøtning

→ hvis mottakers vev gjenkjenner donors vev som "nonsell", vil det prøve å ødelegge det.

→ **immunsuppressive stoffer** brukes for å forhindre overskrevne prosess; disse stanser produksjon av antistoffer eller T – celler, og reduserer slik cellenes responser.

→ som følge av dette, vil ofte en pasient kunne overleve selve transplantasjonen, men dø pga svekket immunforsvar.

Autoimmunitet

→ angrep mot "self": hvis immunsystemet ikke lenger kan skille mellom "self" og "nonsell", vil det kunne produserer antistoffer mot og giftige T-celler som nedbryter "self".

Studiemål 15

Beskrive det respiratoriske system, dets reguleringer i hvile og under aktivitet, dets betydning for legemets syre-base balanse, samt forklare samvirket mellom respirasjon og sirkulasjon.

Respirasjonssystemet

Respirasjon = prosess vedr. gassutveksling ml. atmosfæren og kroppens celler

- 1) Bevegelse av luft inn og ut av lungene
- 2) Gassutveksling ml. blod og luft i lungene
- 3) Gasstransport i blodet ml. lungene og kroppsceller
- 4) Gassutveksling ml. blod og kroppsceller

Respirasjonssystemets organer deles i to hovedgrupper:

1) Øvre respirasjonstrakt → nesen, nesehulen, paranasale bihuler, pharynx (svelg)

Nesen → av brusk, har to nesebor m/ hår som forhindrer uønskede partikler.
Nesehulen → bekledd av slimhinne innvendig, deles i to av *nasalt septum*
→ *nasal conchae* deler hulrom i passasjer. Passerende luft varmes av blodet.

Paranasale bihuler → forb.m/nesehulen, bekledd av den samme slimhinnen.
→ reduserer skallens vekt, fungerer som resonanskasse.

Pharynx (svelg) → passasje for mat fra munnhulen til spiserøret
→ passasje for luft ml. nesehulen og strupehodet.

2) Nedre respirasjonstrakt → larynx (strupehodet), trachea (luftrøret), bronkiene, lungene

Larynx (strupehodet) → av brusk, dirigerer luften til trachea, inneholder stemmebånd
→ inneholder også de *falske stemmebånd*; produserer ikke lyd
→ *Glottis* – åpningen ml. stemmebånd.
→ *Epiglottis* presses ned under svelging, slik at den dekker for åpningen til larynx – unngår å svelge mat/drikke ned i trachea

Trachea (luftrøret) → av ca.20 c-formede hyalinbruskskiver, opprettholder selve trachea
→ bekledd av slimhinne m/cilier, deler seg i høyre og venstre bronkie.
→ filtrerer luft, partikler flyttes med slimet opp til svelg hvor de svelges.

Bronkiene → forgrenede luftveier som fører fra trachea til luftrom (alveoli) i lungene
→ høyre/venstre *bronchi primare* → *bronkioler* → *alveolekanaler* → *alveoli*
→ alveoli utgjør til sammen et stort område som gasser kan utveksles gjennom.
→ voksen lunge har ca.300mill.alveoler

Lungene → høyre/venstre lunge adskilles av *mediastinum*. Omsluttet av brystkasse/diafrag.
→ *visceral pleura*; serøs membr. festet til overflaten av hver lunge, foldes dobbelt til *parietal pleura*; bekler brysthulen innvendig. Pleuralt rom ml. disse to.
→ *pleural cavity* inneholder væske som reduserer friksjon under pusting.

→ høyre lunge (tre lapper) større enn venstre lunge (to lapper); hver lapp forsynes av en hovedforgrening fra bronkietreet.

→ inneholder luftpassasjer, avleoli, blodkar, bindevev, lymfevev, nervevev.

Ventilasjon (pusting) → forsynes av expirasjon (utånding) og inspirasjon (innånding)

→ trykk inni lunger/alveoler = trykk på utsiden av brystkassen

Inspirasjon:

- 1) Når trykk i alveoler faller, presses luft inn pga atm. trykk. (760mmHg v/havnivå)
- 2) Diafragma kontr.; stimulerer eksterne inspirasjonsmuskler ml. ribben til kontraksjon
- 3) Brystkassen, brystben og ribben heves, innvendig trykk reduseres og tilsvarende økt atm. trykk presser mer luft inn i luftveiene.
- 4) Parietal- og visceral pleura "følger med" når brystveggen beveges opp og utover → lungene blir strukket ut i alle retninger.
- 5) Overflatesp. gjør det vanskelig å fylle opp alveoler under denne prosess; surfaktanter reduserer spenningen og motvirker alveolens tendens til kollaps under inspirasjon.

Expirasjon:

- 1) Pga *elastisk rekyl* av vev, overflatespenning og diafragma
- 2) Det elastiske vev i lungene/brystveggen gjeninntar sin opprinnelige form, og abdominale organer som har vært presset ned under inspirasjon gjør det samme → diafragma presses tilbake.
- 3) Som følge herav, økes alveolens trykk og luft i lungene presses ut gj. resp.gangene.

Luftvolumer og kapasiteter

Navn	Forkortelse	Volum	Beskrivelse
Tidal volum	TV	500 ml	V tilsvarende en respirasjonssyklus
Insp. reservevolum	IRV	3000 ml	V som kan inhaleres i tillegg til TV
Exp. reservevolum	ERV	1100 ml	V som kan utåndes i tillegg til TV
Restvolum	RV	1200 ml	V igjen i lungene etter max.utånding
Innåndingskapasitet	IK	3500 ml	IK = TV + IRV (Max inhalering utover TV)
Funksj.residualkap.	FRK	2300 ml	FRK = ERV + RV (V igjen etter utåndet TV)
Vitalkapasitet	VK	4600 ml	VK = TV + IRV + ERV (Max.utåndingsvol.)
Total lungekapasitet	TLK	5800 ml	TLK = VK + RV (V _{total} lungene kan holde)

PS: Normal pusting er en rytmisk ufrivillig bevegelse, som fortsetter i ubevisst tilstand. Respirasjonsmuskulaturen er derimot under frivillig kontroll.

Respirasjonssenteret

→ samlinger av neuroner i hjernestammen; to sp.viktige områder kontr.inn- og utånding:

Medullary rhythmicity area: to neyrogrupper som forlenger medulla oblongata.

- 1) Dorsal respirasjonsgruppe → signaliserer til inspirasjonsmuskler:
kontrollerer basisrytmen for innånding

2) Ventral respirasjonsgruppe → aktiveres under kraftig pusting

Pneumotoxic area

- lokalisert i Pons; dets neuroner senker impulser som hemmer innåndingen.
- når hemning av dette området er liten, er innåndingen treg og pustefrekvensen lav
- når hemning av dette området er stor, er innåndingen rask og pustefrekvensen høy

Faktorer som påvirker pusting

- lav $[O_2]$ stimulerer perifere chemoreceptorer → impulser sendes til respirasjonssenter og pustefrekvensen øker.
- emosjonelle svingninger, som f.eks. frykt/smerte, øker det normale pustemønsteret

→ **Hyperventilasjon**

Pusting opphører og blodets $[CO_2]$ og $[H^+$ -ioner] stiger. $[O_2]$ faller → respirasjonssenter stimuleres; man *må* inhalere! Dersom man derimot "overholder" pusten ved å puste dypere og raskere i økt tempo, **hyperventilerer** man → $[CO_2]$ i blodet senkes → det tar lenger tid enn vanlig for CO_2 å påvirke respirasjonssenteret. **pH vil stige!**

Gassutveksling i alveolene

Respirasjonsmembranen → fortykninger av epitelceller og sammensmeltede membraner som atskiller luft i alveoler fra blod i kapillærer.

- "vanlig" luft: 78% Nitrogen, 21% Oksygen, 0,04% CO_2 .
- en gass` partialtrykk: mengde av hver enkelt gass i en blanding.
For eksempel er $P_{(O_2)} = 21\%$ av $760\text{mmHg} = 160\text{mmHg}$

CO_2 – diffusjon: $P_{(CO_2)}$ i kapillærenes blod = 45 mmHg
 $P_{(CO_2)}$ i alveolær luft = 40 mmHg

Pga denne trykkforskjellen får vi netto diffusjon av CO_2 fra kapillærene inn i alveolene!

O_2 – diffusjon: $P_{(O_2)}$ i kapillærenes blod = 40 mmHg
 $P_{(O_2)}$ i alveolær luft = 104 mmHg

Pga denne trykkforskjellen får vi netto diffusjon av O_2 fra alveolene ut til kapillærene!

Slik vil CO_2 fra kroppsvev utveksles med O_2 fra alveolene, som fraktes via blodbanen til kroppsvev. Etter endt metabolisme, vil vi ikke ha mer O_2 igjen, og produsert CO_2 utveksles på nytt. (Gassene løses for øvrig i væske eller kombineres med andre blodkomponenter når de kommer i blodet.)

O_2 – transport

- ca.98% av all O_2 transport skjer ved at O_2 løses i blod og kombineres med jernatomer fra *hemoglobin* til *oxyhemoglobin*.
- Når P_{O_2} synker, frigjør oxyhemoglobin O_2 , som diffunderer inn i celler som trenger det
- O_2 frigjøres når: a) blodets $[CO_2]$ / temperatur øker, b) blodet blir surere (pH synker)

Hypoxia → O_2 -mangel i muskelvev pga → synkende P_{O_2} og derved mindre transportevne

- utilstrekkelig blodgjennomstrømning
- cyanide forgiftning

CO₂ – transport

CO₂ diffunderer fra vev over i blodbanen. Der kan det løses i blodplasma, kombineres med hemoglobin eller danne HCO₃⁻ etter likningen i pkt.3) nedenfor. CO₂ transporteres så på en av disse tre formene via blodbanen til alveolene, hvor det diffunderer inn.

1) Som CO₂ løst i plasma (ca.7%)

- mengde CO₂ løst i plasma bestemmes av dets partialtrykk!
- jo høyere P_{CO2} i vev, desto mer CO₂ vil løses og diffundere inn i alveolene.

2) Som del av kompleks med hemoglobin (ca.23%)

- CO₂ fester seg på *globin*-enden av hemoglobin i en erytrocytt, og danner *carbaminohemoglobin*. Dette brytes ned i områder med lav P_{CO2} og frigjør da CO₂, som deretter kan diffundere inn i alveolene.

3) Som bicarbonation; HCO₃⁻ (ca.70%)

- CO₂ kan også diff. inn i erytrocytter som inneholder *carbonisk anhydrase*. Dette enzym påskynder reaksjonen: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \leftrightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
- HCO₃⁻ vil diffunderer ut av erytrocyttene over i blodplasma, og transporteres så til alveolene.
- Når så HCO₃⁻ reagerer med H⁺ fra hemoglobin, vil likevekten (se over) forskyves mot venstre, vi får dannet CO₂ som diffunderer fra blodbanen og inn i alveolene.

Studiemål 17

Beskrive det gastrointestinale systems betydning for bearbeidning av føden, angi basalt næringsbehov og beregne BMI (body mass index)

Det gastrointestinale system

Canalis alimentarius → består av: munn, svelg, spiserør, mage, tynntarm, tykktarm og anal. (fordøyelseskanalen) → 9 m lang, spesialisert i visse områder.

→ veggens struktur og hvordan den beveger maten er lik over det hele

- 1) **Tunica mucosa** → overflateepitel, bindevev og glatt muskulatur
→ utvikler folder som øker absorpsjonsoverflaten
→ inneholder kjertler hvori celler utskiller fordøyelsesenzymer
- 2) **Tela submucosa** → bindevevslag mellom canalis alimentarius` slimhinne og muskulatur; gir næring til omkringliggende vev
- 3) **Tunica muscularis** → fordøyelseskanalens muskulatur; kan både forkorte tarmens diameter og forkorte den i lengderetningen.
- 4) **Tunica serosa** → *peritonealbekledning*; minsker friksjon ml kanal og abdomen.

Cavitas oris (munnhulen)

- a) Kjeven
→ ytre lag av hud, puter av underhudsfett, muskler forbundet med uttrykk og tygging
- b) Leppene
→ inneholder skjelettmuskulatur og sensoriske reseptorer mht temperatur og mat osv.
- c) Lingua (tungen)
→ festet til **os hyoideum** og festet i munngulvet av **frenulum linguae** (tungebåndet)
→ av skjelettmuskulatur; blander mat med **saliva** (spytt)
→ inneholder **papillae lingualis**; fellesbetegnelse for seks utdifferensieringer av tungens slimhinne; disse sørger for friksjon og inneholder også **smaksløker**.
→ **tonsilla lingualis**; ”tungemandler”; lymfoidt vev i tungen
- d) Palatum (ganen)
→ p. **molle** (bløt gane) danner **uvula** (drøvelen) som hindrer mat i å entre nesehulen
→ p. **durum** (hard gane)
→ **tonsilla palatina**, ganemandelen, m/lymfevv som beskytter mot infeksjoner
→ **tonsilla pharyngealis**; lymfoidt vev i pharynx. (Det som ofte fjernes kirurgisk)
- e) Dentes (tennene)
→ Primærtennene → utvikles fra 6mnd til 2-4år; 20stk. (10 pr. kjeve)
→ Sekundærtennene → utvikles fra 6-års alder; 32stk., (16 pr. kjeve)
→ dentes **incisivi** → fortennene; skarpe, biter av store deler
→ dentes **canini** → hjørnetennene; kjegleformet, holder tak og river av

- dentes **premolares** → forreste kinntennene; flatere overflate, knusere
- dentes **molares** → de bakerste kinntennene; samme som premolares
- dentes **serotinus** → 8. og bakerste kinntann; visdomstann!
- Hver tann består av en **corona dentis** (tannkrone) og en **radix dentis** (tannrot).
- Tannemaljen, **enamelum**, bekler tennene. Består hovedsakelig av kalsiumsalter.
- **Dentinum**, tannbenet (tannens hovedsubstans), omgir **cavitas pulparis** (tannhulen) som inneholder blodkar, bindevev og nerver kalt **pulp**.
- **Cementum** omslutter tannroten og omsluttet selv av vev kalt **periodontinum**; viktig mht festing av tennene til kjeven.

Glandulae salivariae majores (De store spyttkjertler)

Gl. parotidea (ørespyttkjertelen) → stor, utskiller klar væske rik på amylase, v/mandibularis

Gl. submandibularis (underkjevespyttkjertelen) → serøs, finnes i munnulvet

Gl. sublingualis (tungens spyttkjertel) → ligger under tungen, flere utførsels ganger.

Pharynx (svelget)

- 1) **Nasopharynx** → forbindelse ml munnhulen og trachea; gir luftpassasje under pusting
- 2) **Oropharynx** → passasje for mat fra munn, samt for luft til og fra nesehulen
- 3) **Laryngopharynx** → forbindelsen ml svelget og spiserøret (esophagus)

Svelging har tre hovedmekanismer:

- a) **Mat tygges**; blandes med spytt, føres gj. svelget av tungen
- b) **Svelgrefleksen utløses**:
 - *myk gane* heves; forhindrer mat i å entre nesehulen
 - *epiglottis* avlukker luftrøret, slik at ikke kan entres deri
 - *tungen* adskiller munnhulen og svelget
 - *muskler* i svelget slapper av, spiserøret åpnes
- c) **Peristaltisk bølge** tvinger maten ned i spiserøret og derfra ned i magen.

Esophagus (spiserøret)

- 23-26cm langt, penetrerer diafragma gj. åpningen **hiatus esophagus**.
- **pars abdominalis**; delen av esophagus som ligger ml diafragma og gaster.
- det nedre spiserørs lukkemuskler forblir vanligvis kontraherte, slik at oppgulp motvirkes. De slapper naturlig nok av når peristaltisk bølge når dem, og slik entres maten magen.

Gaster (ventriculus; magesekken)

- J-formet pose liknende organ hengende inferiort for diafragma. Kapasitet: ca 1,0 liter.
- strekker seg fra esophagus til **pylorus**.
- formet i **rugae**; tykke folder av mucosale og submucosale lag; gjør at magen kan utvides.
- blander mat m/magesyre, initierer proteinfordøyelse, noe absorpsjon, fører mat til tynntarm

- Inndeling av gaster:
- 1) **Pars cardiaca** → lite område ml esophagus og fundus gastricus
 - 2) **Fundus gastricus** → øverste avsnitt av gaster; midl. lagringsområde
 - 3) **Corpus gastricum** → ”magesaten”; hoveddelen av magen.
 - 4) **Pars pylorica** → område nærmest tynntarmen, inneholder lukkemuskelen **sphincter pylori**.

- **gl. gastrica propria** → har celler som utskiller sekresjonsprodukt; **magesyre** (saft)

- **chiefceller** → utskiller fordøyelsesenzymmer
- **parietalceller** → frigjør HCl, intrinsic factor (← B₁₂-abs.)
- **mukøse celler** → finnes i kjertlenes "hals"
- **pepsin**; viktig enzym i magesekken; utskilles av *chiefceller* som **pepsinogen**; dette omdannes til pepsin når det kommer i kontakt med HCl. Mukøs væske hindrer pepsin i å bryte ned proteiner i selve magen, slik at det kun nedbryter proteiner fra mat.
- **acetylcholin** stimulerer utskillelse av HCl, pepsinogen og **gastrin**; (øker sekresjon)
- prot./fett i tynntarmen utløser sekresjon av **cholesystokinin**; senker magens bevegelighet
- absorberer kun *litt* vann, visse salter, alkohol og lipidløselige medisiner.
- **chyme**; tyktflytende væske av matpartikler og magesyre; føres av peristaltiske bølger til sphincter pylori; denne åpner og chyme entrer tynntarmen. Hvor ofte magen tømmes avhenger av fluiditeten til chyme.

Pankreas (bukspyttkjertelen)

- i tillegg til sin endokrine funksjon også eksokrin; utskillelse av pankreatisk juice.
- C-formet, tett forbundet med tynntarmen
- pankreatiske acinære celler produserer pankreatisk juice.
- **hepatopankreatisk sphincter** kontrollerer bevegelse av pankreatisk saft til duodenum.

Pankreatisk juice → pankreatisk *amylase* → nedbryter karbohydrater
 → pankreatisk *lipase* → nedbryter fett
 → pankreatisk *nuklease* → nedbryter nukleinsyrer

Proteolytiske enzymer → *Trypsin, chymotrypsin, karboxypeptidase*:
 utskilles på inaktiv form, aktiveres av andre celler i tynntarm
 → splitter aminosyrer til proteiner!

Regulering av pankreatisk utskillelse:

- 1) *Sur chyme* kommer inn i duodenum.
- 2) *Sekretin* (peptidhormon) blir frigjort til blodet fra intestinal mucosa i duodenum
- 3) Pankreas blir *stimulert* av sekretin og *utskiller* pankreatisk saft
- 4) Pankreatisk saft med høy [HCO₃⁻] *nøytraliserer* den sure chyme.

Leveren

- inndeles i **lobi hepatis dexter** (høyre leverlap) og **lobi hepatis sinister** (venstre leverlap)
- disse er igjen inndelt i mindre **lobuli hepatis**; leverlobuler.
- en enkelt lobuli består av grupper av celler; igjen atskilt av vaskulære kanaler; **sinusoider**!
- leversinusoidene er bekledd innvendig m/**kupfferceller**; fjerner bakterier og partikler.
- blodet kommer inn i leveren via **venae portale hepaticus**.
- sekresjonsproduktene fra leverlobulene føres bort via **ductus communis hepaticus**.

Funksjoner: *Metabolisme* av karbohydrater, lipider og proteiner
Lagring av glykogen, jern samt vitamin A, D og B₁₂
Blodfiltrering; fjerner slik skadde erythrocytter etc v/ fagocytose
Detoxifisering av blodet
Utskillelse av galle → gulgrønn væske m/vann, gallesalter/-pigmenter,

(biliverdin/bilirubin), kolesterol og elektrolytter

Galleblæren

- pæreformet sekk v/ leverens overflate som fester til ductus communis hepaticus.
- bekledd med epitelceller, veggene inneholder glatt muskulatur
- lagrer galle ml måltidene, frigjøres til tynntarmen
- gallen i overskudd oppsamles i ductus hepaticus communis og føre tilbake til blæren
- gallen øker absorpsjon av fettsyrer, kolesterol og fettløselig vitamin A, D, E og K.
- mangel på gallsalter gir dårlig lipidabsorpsjon og vitaminmangel

Regulering av gallens frigjørelse

- gallen entrer ikke duodenum før **cholesystokinin** har stimulert galleblæren til kontraksjon
- pankreatisk lukkemuskel avslapper, slik at gallen kan entre **tynntarmen**. (duodenum)

Emulsifikasjon → gallsalter nedbryter store, hydrofobe lipid(fett)dråper ned til mindre dråper; dannelse av *miceller*, som kan taes direkte opp i tarmen!
→ her gjendannes triacylglyserol, som transporteres via lymfen i et kompleks kalt *lipoproteiner* → chylomicroner!

Tynntarmen

- strekkes fra m. sphincter pylori til starten av tykktarmen.
- fullfører nedbrytningen av næringsstoffer i chyme
- består av tre hoveddeler:

- 1) **Duodenum** (tolvfingerarmen) → ca 25-30cm lang, mest spesialiserte del!
- 2) **Jejenum** → midterste avsnittet av tynntarmen
- 3) **Ileum** → det anale avsnittet av tynntarmen

- både 2) og 3) støttes av den dobbeltsidige bukhinnefolden **mesenteriet**.
- **omentet** (dobbeltsidig fold) har celler som hindrer spredning av evt. infeksjon i tarmvegg

Struktur → dens indre veggs mukøse membran har mange små fremspring; **intestinale villi**; disse øker overflatearealet av tynntarmen og er aktive i absorpsjon.

- hver villus har nervefibre, blod- og lymfekapillærer.
- ml de ulike villi ligger kjertler, **gl. duodenales**.

Avsondering → gobletceller og kjertler skiller ut mukøs væske gj. hele tynntarmen som følge av stimulering fra chyme. Villi reabsorberer så væsken.
→ intestinal mucosa har nedbrytningsenzymer; peptidase, sucrase, lactase, maltase og lipase; bryter ned molekyler fra nedbrutt mat rett før absorpsjon.

Absorpsjon → fordøyelse av *karbohydrater* starter i munnen vha spyttets amylase og fullføres i pankreas av enzymer der.
→ fordøyelse av *proteiner* skjer via pepsin i magesekken, fullføres i tynntarm.
→ nedbrutte fettsyrer diffunderer til epitelceller, blir brukt til å resyntetisere de nedbrutte fettmolekyler. Disse danner med proteiner **chylomicroner**.

Bevegelser i tynntarmen → små, rytmiske kontraksjoner deler chyme opp i mindre deler
→ peristaltiske bølger driver chyme gj. tynntarmen
→ ”peristaltisk rush” : chyme fremdrives så hurtig at vann og

næringsstoffer ikke absorberes – gir **diare**.
→ **m. sphincter ileocecal** tillater i avslappet tilstand at restene av tynttarmens innhold kan komme inn i tykktarmen.

Tykktarmen

- Struktur
- 1) **Caecum** → ca 7 cm lang blindsekk nedenfor åpningen av ileum
→ tilknytning til **appendix veriformis** (blindtarm); m/lymfvev
 - 2) **Colon** → delt i fire deler:
 - a) colon ascendes ↑
 - b) colon transversum →
 - c) colon descendes ↓
 - d) colon sigmoideum S – form
 - 3) **Rektum** → endetarmen; festet til os sacrum av peritoneum
 - 4) **Canalis analis** → ca 3 – 4 cm, har mukøs membran som foldes til 6-8 stk. **columnae anales**; inneholder veneplekser.
 - 5) **Anus**
 - tarmkanalens ytre åpning; endetarmsåpningen
 - **m. sphincter ani internus**; intern lukkemuskel, inneholder glatt muskulatur; ufrivillig kontroll.
 - **m. sphincter ani externus**; ekstern lukkemuskel, inneholder skjelettmuskulatur; frivillig kontroll.

→ veggene i tykktarmen har samme oppbygning som resten av fordøyelseskanalen, men de har ikke villi!

- Funksjon
- har ingen fordøyende effekt. Danner og lagrer fett.
 - absorberer vann og elektrolytter fra chyme som er tilbake. Det som blir igjen utgjør **eksremitter (feces)**; av ufordøyet mat, 75% vann, bakterier og gallepigmenter som gir den karakteristiske farge.
 - secernerer kun mukøs veske; binder partikler og hjelper til med å kontrollere pH i tykktarmens innhold.

- Bevegelse
- peristaltiske bølger; mer sjelden enn i tynttarm; kun 2-3 ganger pr. døgn
 - skjer ofte etter et måltid som følge av gastroolisk refleks initiert av tynttarm
 - avføringsrefleks kan også initieres v/ å holde pusten og kontrahere abdomen
 - peristaltiske bølger forsterkes av reflekser fra ryggmargens sacrale del; det interne abdominale trykket øker, lukkemuskler avslapper og rektum tømmes

Ernæring og næringsstoffer

1) Vann

2) Makronæringsstoffer

- a) Karbohydrater → nedbrytes av amylase (3-400g pr. døgn)
- b) Proteiner → nedbrytes av lipase (80-100g pr. døgn)
- c) Lipider → proteaser/peptidaser (100g pr. døgn)

3) Mikronæringsstoffer

- a) Organiske: vitaminer, vann- og fettoppløselige
- b) Uorganiske: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , fosfat, $\text{Fe}^{2+/3+}$, Zn^{2+} , I, Cu^{2+} og Se^{2+}

Fordøyelse

- enzymatisk hydrolyse av fødens makronæringsstoffer (-molekyler) til mindre strukturer.
- fordøyelsesceller dannes i sekretoriske celler i magetarmkanalen og kjertler.

Fordøyelsessekret: vann, hydrolytiske enzymer, uorganiske ioner, muciner

→ utgjør totalt ca 6 – 9 l.pr. døgn etter følgende omtrentlige fordeling:

Spytt	1,0 – 1,5l	pH = 7
Ventrikkel	1,5 – 2,5l	pH = 1
Pancreas	0,5 – 1,0l	pH = 8
Galle	0,5 – 1,0l	pH = 7
Tarm	2,5 – 3,0l	pH = 7

a) Karbohydrater

Finnes i form av

- Stivelse (amylose)
- Glykogen (amylopektin)
- Sukkrose
- Laktose

- Fruktose
- Glukose
- Kostfibre

Forekomst

- poteter, ris, brød
- muskler, lever, poteter, ris, brød
- vanlig ”sukker”; i desserter, søtsaker, osv.
- melk; vanlig å mangle laktase, kan da ikke spalte laktosen: fører til diare
- frukt og honning
- frukt og honning
- kullhydrater som ikke kan opptas! Viktigste er cellulose og ligniner. Enzymer spalter disse polymerene av glukose til monomerer.

b) Lipider

- triacylglycerol (glyserol + fettsyrer)
 - fosfolipider (glyserol + fettsyrer + fosfater) → bl.a. i eggeplommer
 - kolesterol
 - essensielle fettsyrer
- smør, oljer, fettliknende substanser
 - cellemembranens viktigste byggesten
 - i lever, eggeplommer, helmelk, smør, ost, kjøtt
 - kan ikke syntetiseres av kroppen; må tilføres!

c) Proteiner

- keratin
 - elastin og kollagen
 - aktin og myosin
 - kjeder av aminosyrer
 - essensielle aminosyrer
- hår og negler
 - fibre i bindevev
 - muskler
 - kjøtt, fisk, ost, nøtter, melk, egg, kornprodukt
 - kan ikke syntetiseres av kroppen; må tilføres!

→ dannes som inaktive forstadier: **zymogener!** Fx vil pepsin dannes slik:

	H ⁺	
pensinogen	→	pepsin + peptid
trypsinogen	→	trypsin
chymotrypsinogen	→	chymotrypsin
proelastase	→	elastase
prokarboxypeptidase	→	karboxypeptidase

Studiemål 18

Beskrive urogenitalsystemet, herunder nyrenes funksjon i opprettholdelsen av elektrolytt-, vann- og syre/basebalansen, deres utskillelse av avfallsstoffer i urinen og kunne forklare kroppens væskebalanse og regulasjon.

Urogenitalsystemet

Organa urinaria (urinorganene): 1) Nyrene, 2) Urinledere, 3) Urinblære og 4) Urinrøret:

1) Ren/nephrons (nyren)

Struktur

- ligger på hver sin side av ryggraden, lokalisert **retroperitonalt**; bak parietal peritoneum.
- ”bønneformet”, omgitt av **capsula renalis** (består av capsula *adiposa* + capsula *fibrosa*)
- **hilum renale**; ”hult kammer” hvis åpning blod- og lymfekar, nerver og urinleder går gj.

- **pelvis renalis**; nyrebekkenet; relativt stort, ”stjerneformet”; utgangspunkt for tilheftning av
 - 1) **Medulla renalis** (nyremargen); består av **tubuli renalis recti** og samlerørene. Nyrens margsubstans utgjøres av 6-20 pyramideformede strukturer; **pyramides renales**.
 - 2) **Cortex renalis** (nyrebarken) som består av **glomeruli** og **tubuli renales contorti**.

Funksjon

- regulere volum, sammensetning og pH i kroppsvæsker
- fjerne metabolske biprodukter fra vann, kombinere disse m/ vann og elektrolytter til **urin**
- utskille **EPO**; hjelper til med dannelse av erytrocytter
- utskiller **renin**; med på å regulerer blodtrykket

- Inneholder **blodkar**
 - **arteriae renales**: → forsyner nyrene med blod
 - **interlobare**; ml. pyramides renales
 - **arcutae**; ml. r. medulla og r. Cortex
 - **afferente**: fører til glomerulus
 - **efferente**: fører fra glomerulus

 - **venae renales**: → frakter blod bort fra nyrene
 - **interlobare**: ml. pyramides renales
 - **arcutae**; ml. r. medulla og r. cortex

- Inneholder det **juxtaglomerulære apparat** hvor distale tubulus møter afferent arteriole.

Komponenter:

- a) Juxtaglomerulære celler i afferent arteriolevegg
- b) Tubulusepithelceller, benevnes **macula densa**
- c) Mellomliggende celler

- utskiller **renin** v/ fall i blodtrykk som macula densa merker når $[Cl^-]$, $[Na^+]$ og $[K^+]$ ↓
- renin reagerer m/ angiotensinogen til **angiotensin I**, som omformes til **angiotensin II**.

→ AngII øker det osmotisk trykket glomerulus` kapillærer, hvilket minsker fallet i filtrasjonsraten (se senere) når blodtrykket er lavt.

→ Inneholder **nfroner**:

Struktur nyrens funksjonelle enhet; finnes i cortex, ca. 1mill. stk.pr.nyre, består av:
a) **Corpusculum renale**: omfatter glomerulus og dens omgivende kapsel
b) **Glomerulus**: ansamling av blodkar inni corpusculum renale
c) **Capsula glomeruli**: kapselen omkring glomeruli; **Bowman`ske kapsel**!
d) **Tubuli renales**: tubulære system; mikroskopiske kanaler hvori tilbake-diffusjon og selektiv reabsorpsjon av filtratet skjer.

Tubuli renales contorti (den oppkveilede del av tubuli renales)
Tubuli renales recti → proximal tubulus; like etter glomerulus
→ ”nephron loop”; kalles også **Henle`s slynge**)
→ distale tubulus; fører til samlerørene.

→ **Cortikale** nefroner → ”overfladiske”; kort Henle`s slynge

→ **Juxtamedullære** nefroner → lang Henle`s slynge

Funksjon → regulerer vann og [elektrolytter] i kroppsvæsker, danner urin gj. tre stadier:
→ filtrasjonstrykk proporsjonalt m/ filtrasjonsrate! (ca125ml/min el.180l/døgn)
→ ca.80% av plasma filtreres *ikke*

- 1) Glomerulær filtrasjon
- 2) Tubulær reabsorpsjon
- 3) Tubulær sekresjon

1) **Glomerulær filtrasjon** → når blodet passerer glomerulus, skjer en *ultrafiltrasjon* – en væskepassasje (pga både **osmotisk** trykk i glomerulus` plasma og **hydrostatisk** trykk i Bowman`ske kapsel) gj.semipermeabel membr.

→ plasmavann og lavmolekylære stoffer fra blodbanen filtreres ut i hulrommet i den Bowman`ske kapsel går ut, mens proteiner og høymolekylære stoffer blir igjen i blodet.

2) **Tubulær reabsorpsjon** → det dannede ultrafiltrat, *preurin* el. *tubulsvæske*, strømmer fra kapselrummet til det tubulære system og videre gj. dette frem til nyrebekkenet.

→ i overstående beskrevne prosess endres ultrafiltratets volum og sammensetning seg; noen stoffer (fx vann) transporteres fra tubulusvæsken og tilbake til blodbanen – tubulær reabsorpsjon!

→ skjer hovedsakelig i tubuli renales proximale oppkveilede del.

3) **Tubulær sekresjon** → andre stoffer vil transporteres den motsatte vei – fra blodbanen og til tubulusvæsken (preurinen) – hvilket betegnes tubulær sekresjon!

Økning av filtrasjonsraten

- a) Ved kontraksjon av *efferent* arteriole presses blod *tilbake* til glomerulus – raten øker
- b) Hvis det *osmotiske trykk* (gjenblivende partikler e. filtrasjon) i kapillærene synker
- c) Senkning i *hydrostatisk trykk* i Bowman`ske kapsel gjør at mer væske kan filtreres

Senkning av filtrasjonsraten

- a) Ved kontraksjon av *afferent* arteriole minsker blodstrømmen - filtrasjonsrate synker
- b) Hvis det *osmotiske trykk* i kapillærene (i glomerulus) øker!
- c) Økning i *hydrostatiske trykk* (fx pga nyrestein el. forstørret prostata) i Bowman`ske kapsel presser væske tilbake i tubuli renales - økt kapseltrykk gir senkning i raten!

ADH`s (Antidiuretisk hormon) regulerende rolle

→ stimulerer til reabsorpsjon av vann og Na⁺-ioner på følgende måte:

- 1) Vannkonsentrasjonen i blodet synker
- 2) Økt osmotisk trykk i kroppsvæsker gir osmoreseptorer hypothalamus beskjed om å signalisere til hypofysen, slik at den frigjør ADH.
- 3) ADH fraktes med blodet til nyrene
- 4) ADH påvirker tubuli renales` oppkveilede del samt Henles`s slynge til å øke vannabsorpsjon ved osmose
- 5) Urin konsentreres, og urinvolumet synker!

Aldosteron → utskilles av binyrene i respons på endringer i blodets [Na⁺] og [K⁺].
→ stimulerer tubuli renales distale del til reabsorbere Na⁺- og utskille K⁺-ioner.

Urea → (kalles også urinstoff el. carbamid) biprodukt av katabolisme av aminosyrer.
→ dens plasmakonsentrasjon gjenspeiler mengden proteiner i maten
→ ca 50% reabsorberes

Urinsyre → produkt fra metabolisme av visse organiske baser i nukleinsyrene
→ absorberes gj. aktiv transport til glomerulært filtrat, noe utskilles i urinen.

Urin → sammensetningen reflekterer vann- og avfallsmengde fra kroppen
→ ca 95% utgjøres av vann, produserer ml 0,5 – 2,5liter pr. dag, avhengig av temperatur, væskeinntak og emosjonell tilstand.
→ er produksjon < 30ml. pr. døgn, indikerer dette nyresvikt!

2) Ureter (urinlederen)

→ to stk, (en fra hver nyre) fører urinen fra nyrene til urinblæren, ca 25cm lange
→ oppbygning av veggene: (innerst – ytterst)

a) Tunica mucosa	(slimhinne)
b) Tunica muscularis	(glatt muskulatur)
c) Tunica adventitia	(fibrøst bindevev)

→ glatt muskulatur fremdriver urin gjennom peristaltiske bølger
→ innmunningen til urinblæra kontrolleres av en mukøs klaff som hindrer urin i å gå tilbake

3) Vesica urinaria (urinblæren)

→ har mange folder – stor ekspansjonsmulighet, konserverer urin og fører den inn i urinrøret

→ **Trigonum vesicae**; trekantet omr. ml innmunningene av ureteres/uretra. Ingen slimhinne.

→ oppbygning av veggen: (innerst – ytterst)

- a) Tunica mucosa → blæreslimhinnen
- b) Tela submucosa → bindevev og elastiske fibre under slimhinnen
- c) Tunica muscularis → **m.detrusor vesicae** gl.muskulatur i veggen av blæren
→ **m.urethrae sphincter interna/externa**: kontrollerer henholdsvis ufrivillig/frivillig tømming av blæren.
- d) Tunica subserosa → bindevevslag under peritoneum
- e) Tunica serosa → blærens peritonealbekledning

→ urineringsrefleksens senter ligger i ryggmargen; utløses når urinblæren fylles opp.

→ lagringskapasitet: ca. 600ml før smertereseptorene stimuleres, dog oppstår trang til urinering ved ca.. 150ml. Ved 300ml føles blæren full og kontraksjonene i blæren øker.

4) Urethra (urinrøret)

→ fører urin fra urinblæren til utsiden av kroppen

→ veggens oppbygning:

- a) Tunica mucosa (slimhinne)
- b) Tunica muscularis (tykt lag av glatt muskulatur)
- c) Tunica adventitia (bindevev)

→ inneholder også **gl.urethrales**; urinveiskjertler, som skiller ut mukøs væske i røret.

Studiemål 19

Beskrive reproduksjonssystemets oppbygning og funksjon hos kvinner og menn.

Reproduksjonssystemet

Det mannlige reproduksjonssystem

- Testis (testiklene)** → lokalisert i **scrotum**; omsluttet av fibrøse kapsler
→ underdeles av **septa** i ca 250 **lobuli testis**
→ **epididymis** (bitestiklen) ligger medialt på utsiden av testis; oppkveiling av denne fortsetter i **vas/ductus deferens** (sædlederen); ca 6 m lang, inneholder spermatiser (umodne spermceller)
→ inneholder *spermatogene celler* som gir opphav til spermceller.
→ har også *interstitielle celler* som produserer mannlige kjønnshormon
- Spermceller** → ca 0,06mm lange
→ inndelt i "hodet" (23 kromosomer), "kropp" (mitokondrier) og "halen" (mikrotubuli)
- Spermatogonesen 1) Udifferensierte **spermatogonia** i mannlige embryo (46 krom.)
2) Mitose: spermatogonia blir til **primære spermatocytter**.
3) Meiose: prim.spermatocytter blir til **sekundære spermatocytter**
4) Sekundær spermatocyt deles og blir **spermatider**
5) Spermatiser modnes til **spermceller**.
- Prostata kjertel** → kalt blærehalskjertelen, plassert under urinblæren.
→ oppbygd av 30–50 tubulo-alveolære kjertler
→ utskiller melkeaktig væske med alkalisk pH – nøytraliserer væske som inneholder spermceller og øker deres bevegelighet.
- Gl. bulbo-urethralis** → mukøs kjertel i diafragma urogenitale; utskiller mukøs væske som respons på seksuell stimulering; lubrikerer glans penis.
- Sædvæske → spermceller (testis), sekresjonsprodukter (prostata, bulbo-urethralis)
→ ca 2-6ml, 120 millioner spermceller pr.ml., pH ca 7,5
→ spermcellene er først bevegelige når de blandes m/sekret fra kjertler
- Scrotum** → poseliknende struktur av hud og subkutant vev
→ inndeles i to kamre, hvori der ligger en testikkel
- Penis** → fører urin og sædvæske ut av kroppen, omgitt av hud og bindevev
→ forstørres under ereksjon: dens "kropp" har tre rør erektile vev: to stk. **corpus cavernosum penis** og en **corpus spongiosum penis**.
→ **glans penis**; forstørrelse av corpus spongiosum; tynn hud m/ mange sensoriske reseptorer for seksuelle stimuli. Inneholder urethras åpn.
- Ereksjon → frigjørelse av NO – arteriene dilaterer og erektile vev fylles med blod

Emisjon → bevegelsen av spermceller og sekreter fra testis til urethra.
Ejakulasjon → skjelettmuskelfibre i erektilt vev tvinger sædvæsken ut gj. penis

Hormonell kontroll av mannlige reproduksjonssystem

GnRH fra hypothalamus stimulerer hypofysen til å utskille gonadotropiner:

- 1) **LH** → utvikling av testikulære interstitielle celler som utskiller mannlige kjønnshormoner
- 2) **FSH** → initiering av spermatogenese

Androgener → mannlige kjønnshormoner; prod. av testis, adrenal cortex, interstitielle celler

Testosteron → viktigste androgen; forstørrelse av testikler og penis, samt:

→ reguleres av en negativ feedback mekanisme

- 1) Vekst av kroppshår
- 2) Forstørret strupehode
- 3) Tykkere hud og sterkere ben
- 4) Økt muskelvekst
- 5) Cellulær metabolisme, økt produksjon av erytrocytter
- 6) Seksuell aktivitet

Det kvinnelig reproduksjonssystem

Ovariene → størrelse: 3 * 2 * 1 cm. Har en medulla (marg) og en cortex (bark)

→ av løst bindevev, lymfekar, nervefibre

→ deres overflate dekkes av kubisk epitelvev

Follikler → består av en enkelt, stor **primær oocyt** omgitt av follikulære celler.

→ undergår meiose som stanser og starter opp først ved puberteten igjen.

→ ca.1 mill. (fødsel), ca.400 000 (pub.) og ca.400-500 frigis i løpet av et liv.

Oogenese 1) **Primær oocyt** (krom) undergår meiose → *sekundær oocyt* (23krom)
(ved delingen dannes også en **first polar body**)

2) **Sekundær oocyt** befruktes og deler seg → **zygote** dannes!
(ved delingen dannes også **sekundær polar body**)

→ **polar bodies`** funksjon er å la eggcellen oppsamle store mengder cytoplasma, hvilket er nødvendig for å gi næring til zygoten.

Ovulasjon → frigjøring av polar bodies` fra follikkel etter oogenese av primær oocyt.

→ gjør at modningen av follikler (eggløsningen) går hurtigere

Tuba uterina → egglederen (2 stk), ca 10 cm lang, munner ut i livmorhulen

→ bekles av enkelt, lagdelt epitel som utskiller mukøs væske samt cilier som hjelper å dra egget inn i livmoren under ovulasjon.

Uterus → livmoren; hult, muskulært organ: strl.7 * 2 * 2,5 cm

→ egget befruktes i eggleder, livmor mottar embryo og opprettholder utvikling

→ livmorveggen: a) **endometrium** (epitelvev, kjertler)
b) **myometrium** (muskellag)
c) **perimetrium** (serøst, beskyttende lag)

→ **cervix uteri**; livmorhalsen, forbinder vagina og uterus.

Vagina → skjeden, fibromuskulær gang, ca 10 cm lang. Vaginas oppbygning:
a) Mukøst lag (plateepitel, ingen mukøse kjertler)
b) Muskulært lag (glatt muskulatur)
c) Fibrøst lag (løst bindevev, fester vagina til nærliggende organer)

Labium minus pudendi → ytre kjønnsleppe; fettvev og glatt muskulatur dekket av hud

Labium majus pudendi → indre kjønnsleppe; tilsluttes ytre kjønnsleppe og klitoris.

Clitoris → "kilderen", rudimentær penis u/urethra og corpus spongiosum

Vestibulum vaginale → rommet mellom de små kjønnslepper.

→ inneholder kjertler; **gl. vestibuli**, (lubrikerer) samt **bulbus vestibuli**; erektilt vev (tilsvarende mannens corpus spongiosum)

Hormonell kontroll av det kvinnelige reproduksjonssystem

Hypothalamus øker sekresjonsnivået av GnRH (gonadotropin-releasing hormones) ved 10 års alderen, som igjen stimulerer hypofysen til å frigjøre LH og FSH.

Østrogen → forstørrelse av sekundære, kvinnelige kjønnsorganer
→ utvikling av sekundære kvinnelige kjønnskarakteristikker
→ påvirkning av brystkjertler
→ forandringer i livmoren under reproduksjonssyklus.
→ androgener vil også produsere visse endringer i kvinner under puberteten, fx hårvekst og dypere stemme. Kvinnelig skjelettform skyldes lav [androgen]

Progesteron → virker både under menstruasjonssyklus og graviditet (se senere)

Kvinnelig reproduksjonssyklus – menstruasjonssyklusen (**menarche** = aller første syklus)

- 1) Hypofysens forlapp utskiller **FSH** og **LH**
- 2) FSH stimulerer *modning av follikkel*
- 3) Follikulære celler produserer og utskiller **østrogen**:
 - a) Østrogen opprettholder sekundære kjønnskarakteristikker
 - b) Østrogen forårsaker fortykninger i livmorveggen
- 4) LH stimulerer til **ovulasjon** (eggløsning)
- 5) Follikulære celler blir til **corpus luteum** – celler som utskiller østrogen og progesteron
 - a) Østrogen fortsetter å stimulerer utviklingen av livmorveggen
 - b) Progesteron stimulerer livmorhinnen til å bli mer vaskulær og glandulær
 - c) Østrogen og progesteron hemmer utskillelse av LH og FSH fra hypofysen
- 6) Dersom eggcellen ikke befruktes, *degenererer corpus luteum* og slutter dermed med å utskille LH og FSH
- 7) **Sammentrekning** av blodkar i livmor når konc. av østrogen og progesteron minsker.
- 8) **Livmorhinnen oppløses**, og produserer menstruell utflod.

9) Hypofysens forlapp er ikke lenger hemmet, og utskiller igjen FSH og LH

10) Den menstruelle syklusen gjentas.

Menopausen → inntreffer pga aldring av ovariene, etter ca. 35år med sykluser.
→ ingen follikler modnes lenger, ingen eggøsning, [østrogen] faller.

Mamma → kjertelvev, bindevevsstrenger og fettvev
(brystkjertel) → spesialiserte for utskillelse av melk etter graviditet; 15-20 alveolære ganger
→ menn og kvinner har egentlig like brystkjertler, men menns utvikles ikke.

Prevensjon

- 1) Coitus interruptus → uttrekning av penis like før utløsning
- 2) Rytmask metode → "sikre dager"
- 3) Mekaniske barrierer → kondomer, spiral
- 4) Kjemiske barrierer → kremer, spremdrepende oljer, m.m.
- 5) P-piller → motvirker LH's initiering av eggøsning
- 6) P-sprøyte → virker i 3mnd pr. sprøyte, hindrer modning av 2. oocytter
- 7) Kastrering → menn: kutter vas deferens
- 8) Sterilisering → kvinner: kutter egglederne

Seksuelt overførbare sykdommer

→ ca 20stk, produserer få eller ingen symptomer på tidlig stadium, kalles "silent diseases"
→ fx **gonore / klamydia** → bakterier entrer vagina og spres gj. reproduksjonsorganene
→ gir krampe etterfulgt av plutselig feber og almen svekkelse

→ fx **AIDS** → aquired immune deficiency sndrome
→ bryter ned immunforsvaret, Hiv-virus spres gjennom sædvæske og blod

Studiemål 20

Beskrive individets vekst og utvikling.

Graviditet, vekst og utvikling

Vekst → økning i antall celler, forstørrelse av nydannede celler
Utvikling → **prenatal** periode → befruktning til fødsel (0.-9.mnd)
→ **postnatal** periode → fødsel til død

Graviditet → totalt 9 mnd, inndelt i 3 x 3mnd` s perioder kalt **trimestere**
→ eggcelle løsner, entrer eggleder: møter spermcelle (som er hjulpet frem av livmorskontraksjoner under orgasme samt væske utskilt pga høy [østrogen] i første del av menstruasjonssyklus)
→ når høy [progesteron] øker sjansen for befruktning på mest gunstig tidspkt.

1) Befruktning → spermcelle bindes til **zona pelludica**; eggcellens overflate.
(0.-1.uke) → sperm- og eggcellens blir til **zygote**; kromosomer blandes.
→ zygoten deler seg videre, og etter ca.3 dager befinner ansamlingen av celler seg i livmoren; består av 16 celler og kalles da **morula**.
→ etter nye 3 dager degenererer zona pelludica; celleansamlingen kalles **blastocytt**; festes i livmorvegg ved hjelp av **tropoblaster** → start på *embryonisk stadie!*
→ **placenta** (morkaken) fester embryoet til livmorveggen ; utveksling av næringsstoffer, gasser og avfallsstoffer mellom mor og embryo.
→ **yolk sac**; danner blodceller og gir opphav til senere kjønnsceller

2) Embryonisk stadium → alle organer dannes ut fra de tre **kimlag**:
(2. – 8.uke)

1) **Ektoderm** → epiteltev, nervesystemet og sensoriske organer
2) **Mesoderm** → epiteltev, muskeltev og alle typer bindetev samt nyrene
3) **Endoderm** → hovedsakelig epitelbekledning i fordøyelses- og urinveissystemet.

2.uke → **fosterhinnen** utvikles, inneholder fostervæske. Snurper seg sammen på undersiden av fosteret og danner **funiculus umbilicales** (navlestrengen; to arterier, en vene) som forbinder fosteret og placenta.
→ kalles **gastrula** ved slutten av 2.uke.

3.uke → **allantois** dannes; gir opphav til arterier og vener i navlestrengen. (←senere)

4.uke → hodet og kjever utvikles
→ hjertet begynner å slå

5.-7.uke → utvikling av fingre og tær samt øyne, nese og munn
→ alle viktige organer er ferdig utviklet ved slutten av 7.uke

8.uke → tropoblastene utdifferensieres til **chorioner villi**; de av disse som er i

kontakt med endometrium overlever, de andre degenererer.
→ fom 8.uke og frem til fødsel kalles avkommet **foster**; alle organer er nå i prinsippet utviklet, herfra skjer hovedsakelig vekst

3) Fosterets stadier

3mnd → kroppen forlenges, ossifikasjonsentre dannes i de fleste ben
→ kan avgjøre kjønn på fosteret

4mnd → ca 20cm langt, stadig forlengning av ben

5mnd → voksing avtar noe, de første bevegelser oppstår

6mnd → øyehår og øyevipper, skrukkete hud, høyere vekt

7mnd → lagring av fett i underhudsvev, øyelokk åpnes, ca 40cm langt

8mnd → hjerneceller daner nettverk og organer spesialiseres

9mnd → testikler sendes fra sitt opphavsted ved nyrene og ned til scrotum
→ fordøyelse- og respirasjonssystemet fortsetter å utvikle seg
→ full termin: ca 50cm langt og veier normalt fra 2,7 – 3,6kg.

4) Postnatal periode

(perioden etter fødselen)

→ fom fødsel – 4.uke e. fødsel kalles **neonatale periode**. (første del av postnatal periode)

→ hurtige, fysiologiske tilpasninger: → puste; livsviktig å lære å oppta O₂ og utskille CO₂!

→ høy metabolsk rate; oppta og fordøye næringsstoffer

→ nyfødte kan lett bli dehydrert, da deres lever ikke produserer konsentrert urin

→ lære å regulere kroppstemperatur

→ **colostrum** (brystmelk); av antistoffer fra mors immunsystem (mot infeksjoner) + proteiner

→ utskillelse blokkeres før fødsel av *progesteron* i placenta; etter fødsel overtar **prolactin** og initierer utskillelse av brystmelk fra **mamma**.

Hormonelle endringer under graviditet

1) Celler i *embryo* utskiller hormonet **human chorionic gonadotropin** etter implantasjon; dette opprettholder corpus luteum, som fortsetter å utskille østrogen og progesteron.

2) *Placenta* utskiller store mengder **østrogen** og **progesteron**. Disse har ulike virkninger:

→ fortsatt utvikling av livmorhinnen og opprettholdelse av denne

→ hemme sekresjon av LH og FSH fra hypofysens forlapp

→ utvikling av brystkjertler

→ hemmer livmorskontraksjoner (kun østrogen)

→ forstørrer reproduksjonsorganene (kun progesteron)

→ *placenta* utskiller også **lactogen** som stimulerer brystenes utvikling

3) **Relaxin** hemmer livmorskontraksjoner (i myometrium) inntil fødselen begynner

4) Økt utskillelse av **aldosteron**; øker reabsorpsjon av Na^+ i nyrene, som gir vannretensjon.

5) **PTH** fra parathyroidea opprettholder en høy Ca^{2+} -konsentrasjon i blodet til moren.

Tilpasninger i fosterets sirkulasjon

- 1) **Fosterets blod** → har større O_2 -bærende kapasitet enn hos voksne
- 2) **Vena umbilicale** → frakter iltet (oksygenet) blod fra placenta til fosteret
- 3) **Venosus ductus...** → frakter 50% av blod fra **vena umbilicale** direkte til **v. cava inferior**, slik at dette blodet passerer utenom leveren
- 4) **Foramen ovale** → transporterer blod fra **vena cava inferior** til høyre og venstre **atrium** gjennom **septum atriale**. På denne måten ledes blodet utenom lungene. (Disse tas ikke i bruk av fosteret.)
→ ("arret" etter foramen ovale hos voksne kalles **fossa ovalis**)
- 5) **Arteriosus ductus...** → fører noe blod fra **trunkus pulmonalis** til **aorta**, slik at blod går utenom lungene
- 6) **Arteriae umbilicales** → frakter blod fra **arteriae iliaca interna** til **placenta**. Her vil blodet re-oksygeneres; iltet på nytt. (Ptk.2-6 gjentas)

Fødselsprosessen

→ Progesteron motvirker livmorskontraksjoner under graviditeten. Når placenta eldes vil [progesteron] senkes, og **prostaglandiner** utskilles – dette initierer livmorskontraksjoner.

→ strekninger i vagina- og livmorvev sent i graviditeten initierer utskillelse av **oxytocin**; dette stimulerer til kraftige kontraksjoner i livmoren. Positivt feedback system.

