

# Hormonsystemet

Soneterapi og massasjeterapi

# Læringsmål hormonsystemet

**Etter gjennomført emne er det forventet at studenten kan**

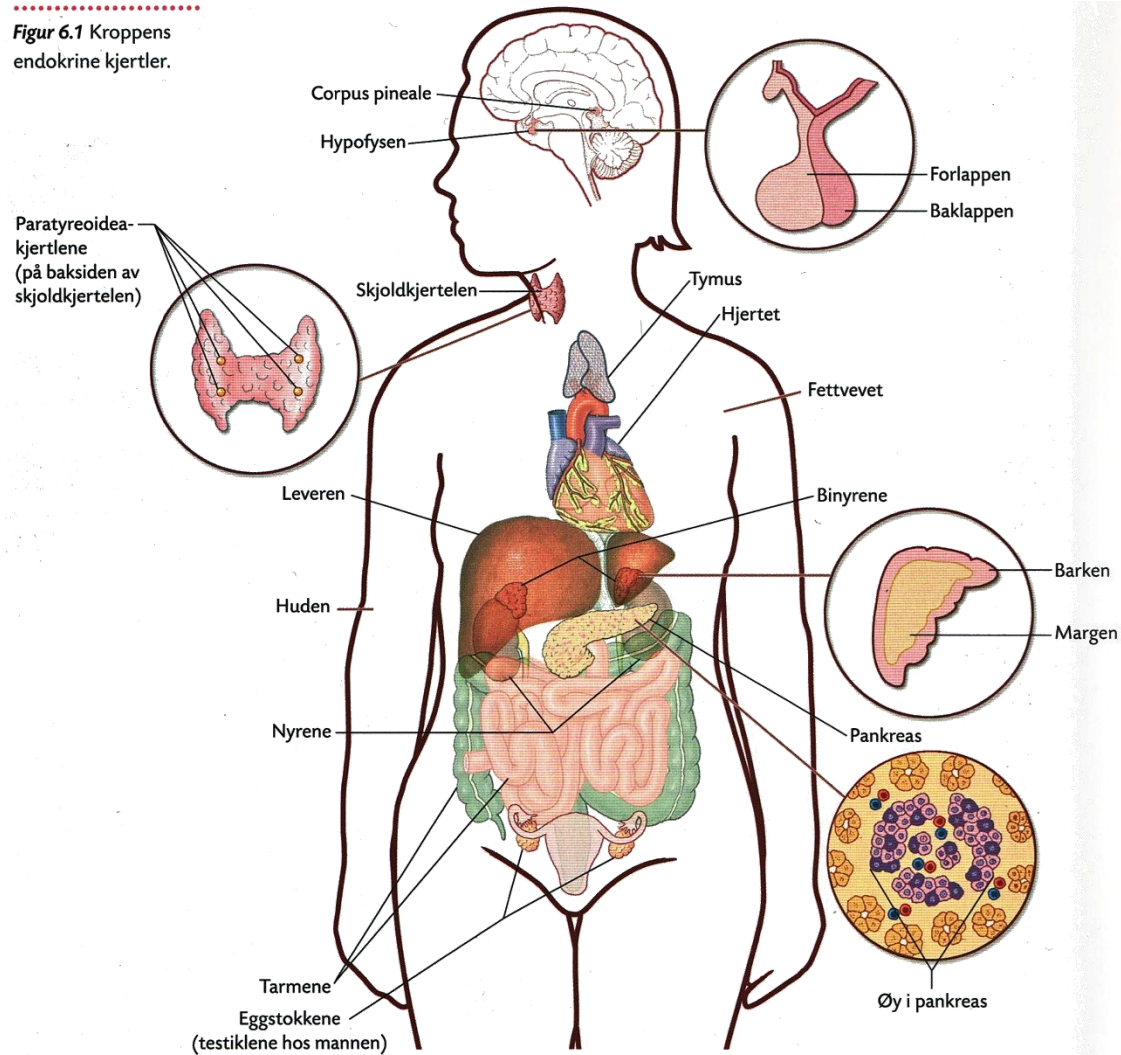
- Generelt om det endokrine systemet og hormoner

## Oppbygning og virkemåte

- De fleste hormonproduserende cellene er samlet i *endokrine organer* (kjertler)
- I motsetning til *eksokrine* kjertler som f.eks svettekjertler, har endokrine kjertler ingen utførselsganger
- De sender istedenfor sine produkter inn i *blodbanen* eller *ekstracellulærvæsken* (*vevsvæsken*)
- I tillegg til kjertler produserer flere av kroppens vev og organer hormoner (f.eks: hud, hjerte, tarm)

# Endokrine organer (kjertler)

.....
   
**Figur 6.1** Kroppens
   
 endokrine kjertler.



# Hvorfor trenger vi et hormonsystem?

- Kroppen er bygd opp av *ulike celletyper* som er spesialisert til å utføre *bestemte funksjoner*
- *Spesialiseringen* og arbeidsdelingen mellom cellene krever en *samordning* av aktivitetene i de forskjellige celletypene



# Forskjellige måter celler kommuniserer på

1. Kontakt-avhengig kommunikasjon
2. Parakrin & Autokrin kommunikasjon
3. Synaptisk kommunikasjon
4. Endokrin kommunikasjon

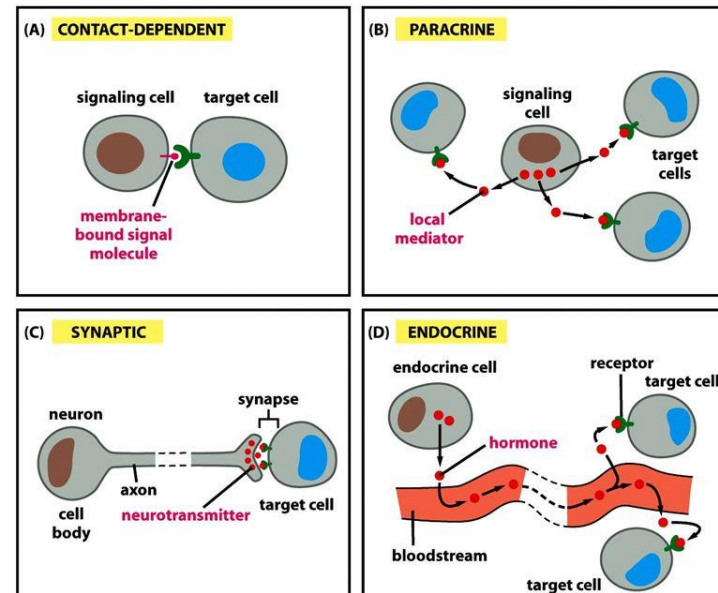


Figure 15-4 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

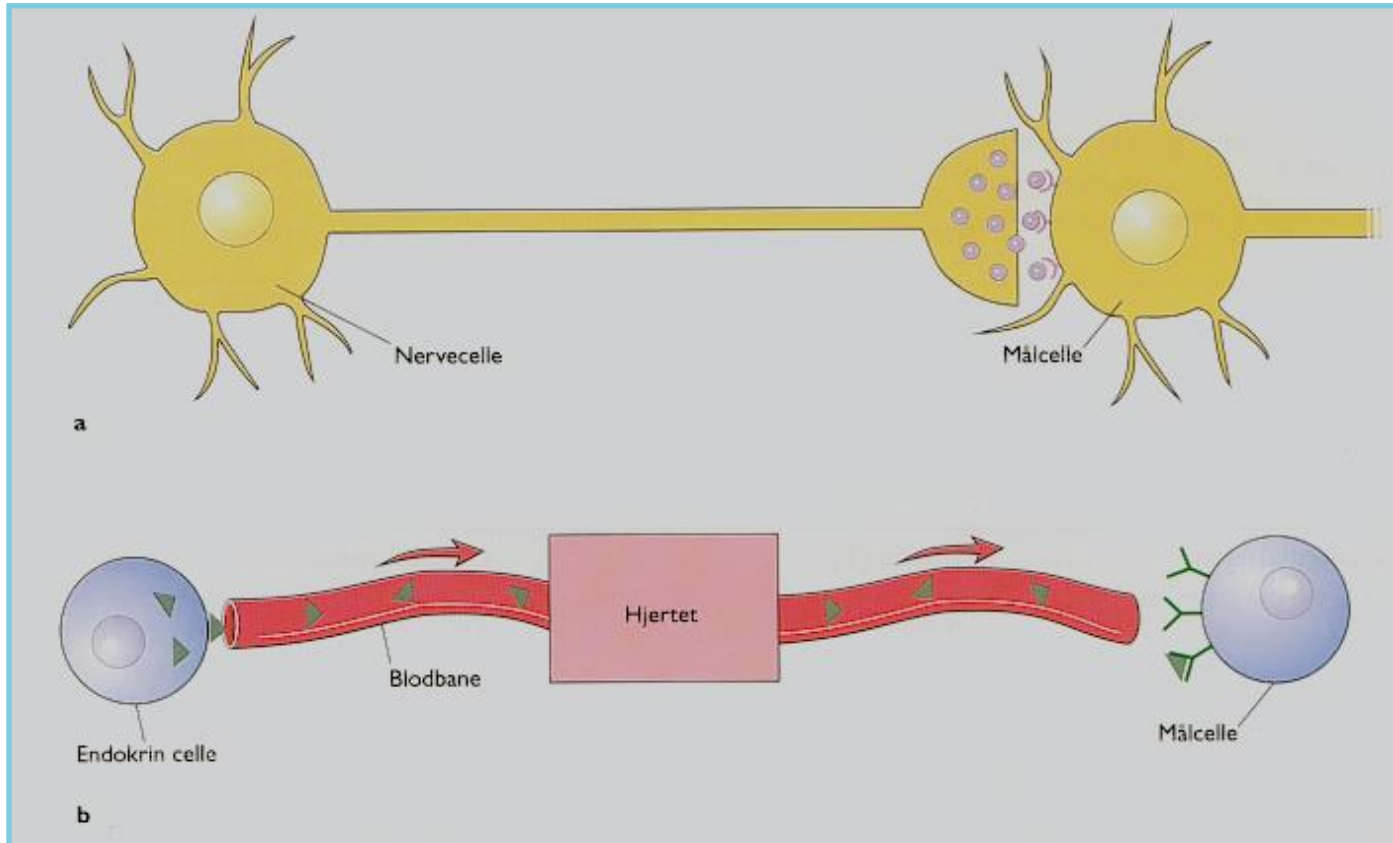
Eksempler?

# Undrespørsmål

Cellekommunikasjon ligner på menneske-kommunikasjon på flere måter. Hvilke av følgende typer menneske-kommunikasjon er analoge til;

- 1) Autokrin 2) Parakrin 3) Endokrin og 4) synaptisk cellekommunikasjon
  - a) En telefonsamtale
  - b) Snakke med andre mens man er i en cocktail-bar
  - c) En radioannonsering
  - d) Snakke med seg selv

# Nerver versus hormoner

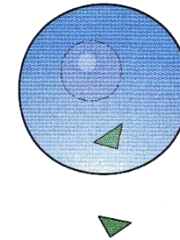




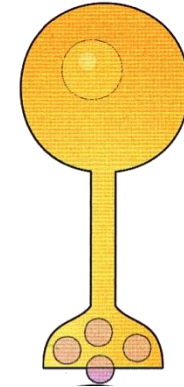
# Hormoner: fordeler og ulemper

- Et *hormon bruker lengre tid* på å nå fram til målcellen enn en nerveimpuls
- Dette gjør at det endokrine systemet *jobber langsommere* enn nervesystemet
- Imidlertid er de fleste prosesser som det endokrine systemet skal regulere, *prosesser som går over lang tid* (f.eks kjønnsmodning og vekst)
- Endokrine systemet godt egnet til å regulere generelle prosesser fordi den *kan nå alle kroppens celler* via blodbanen og ekstracellulærvæsken

b Endokrin celle



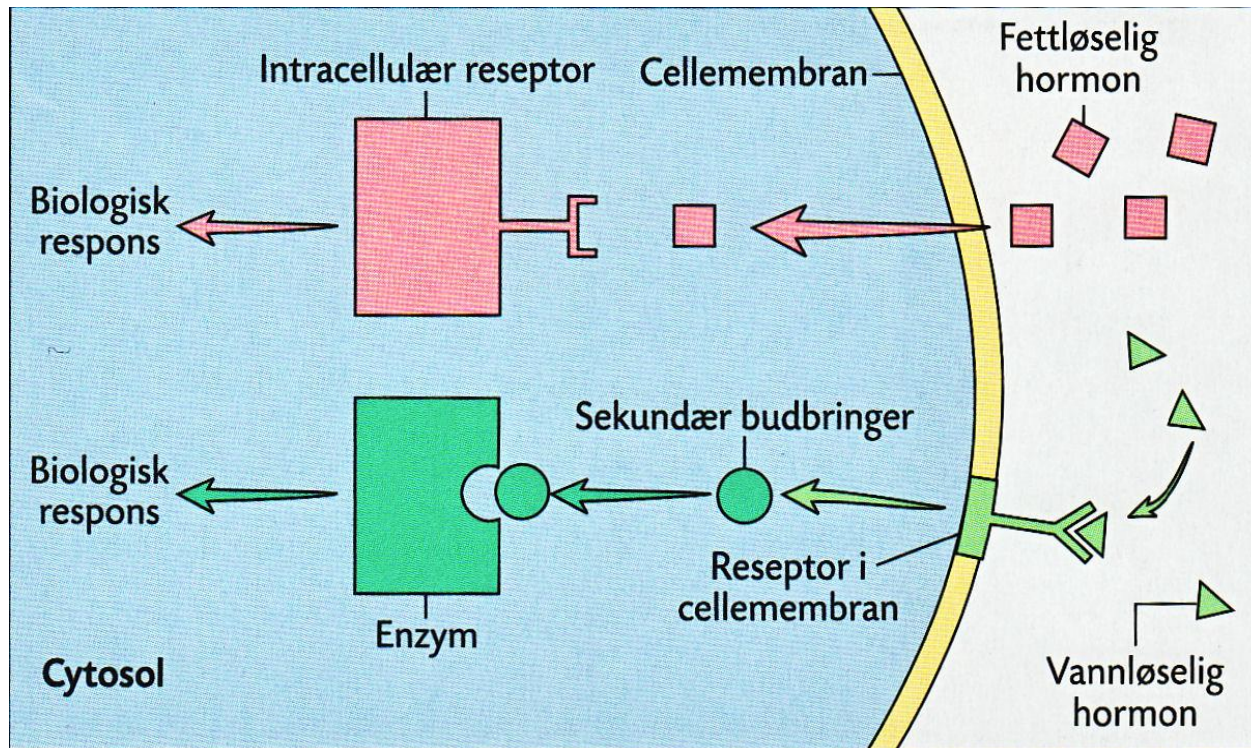
e Nervecelle



# Fellestrekk mellom det endokrine systemet og nervesystemet

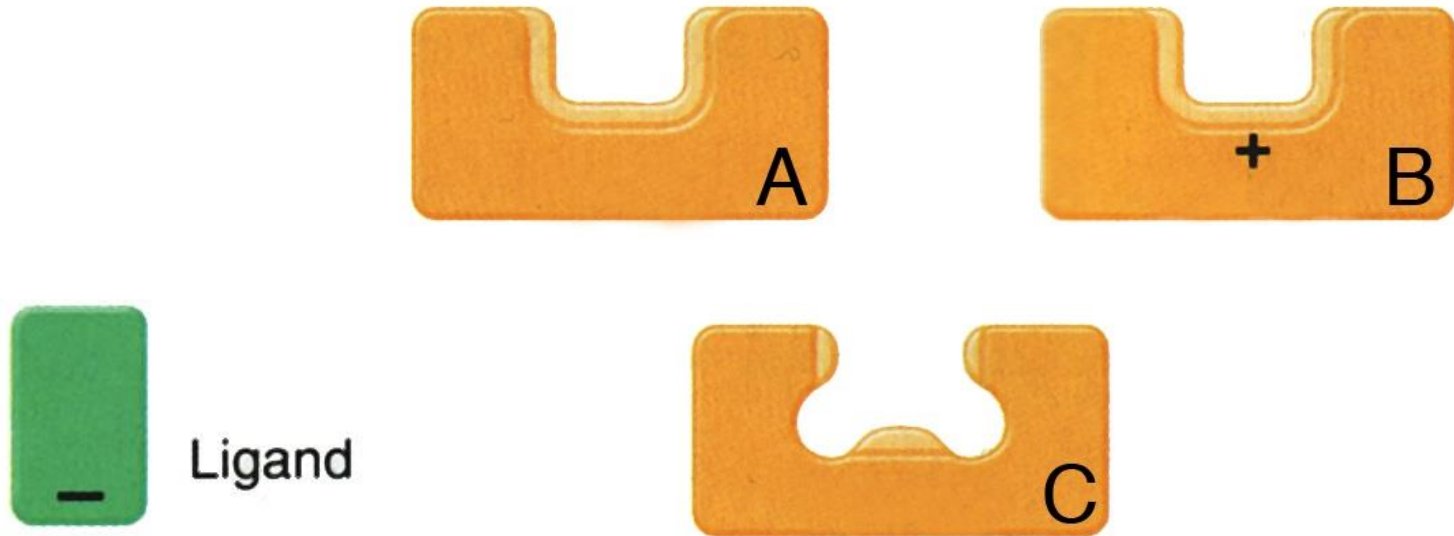
- Begge systemene *påvirker prosesser* i målorganer som ligger *et stykke unna* kontrollsenteret
- Den informasjonen de to systemene sender til sine målceller, *styres på grunnlag av tilbakemeldinger* fra målorganene til kontrollsenteret
- Denne type prosesstyring kalles *tilbakekoblingskontroll (feedback)*

# Vannløselig vs. fettløselige hormoner



- For at et hormon skal utøve sin effekt må den *binde* seg til en *reseptor* i målcellen enten internt (fettløselig) eller i cellemembran (vannløselig)
- Reseptorer er *spesifikke* og binding fører til biologiske responsen i målcellen
- En presis regulering av hormon konsentrasjonen foregår via *tilbakekoblingskontroll (feedback)*
- Graden av *påvirkning avhenger av hormonskonsentrasjon* i vevsvæsken som omgir målcellene og *bindingstyrken (Affiniteten)* til hormon/reseptor kompleks

# Affinitet

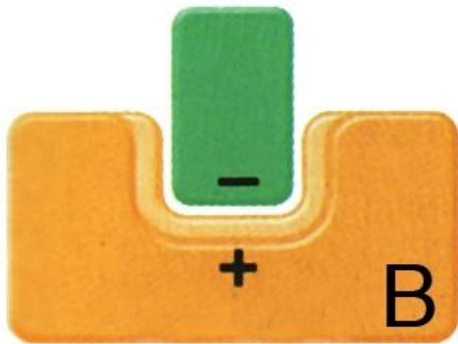


Høy affinitet

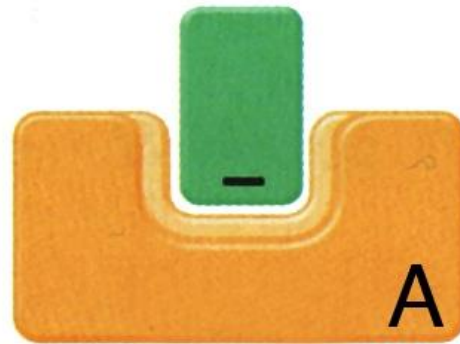
Middels affinitet

Lav affinitet

# Affinitet



Høy affinitet



Middels affinitet

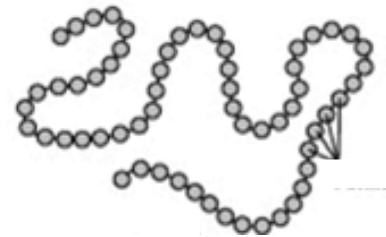


Lav affinitet

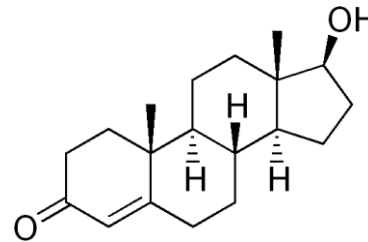
## Hormonene

Hormonene er ikke en ensartet gruppe og har svært forskjellig struktur og deles i 3 grupper:

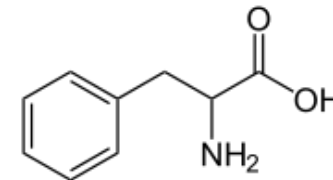
**Peptid- og protein hormoner**



**Steroidhormoner**



**Aminosyre- og fettsyreforbindelser**



# Peptid- og proteinhormoner

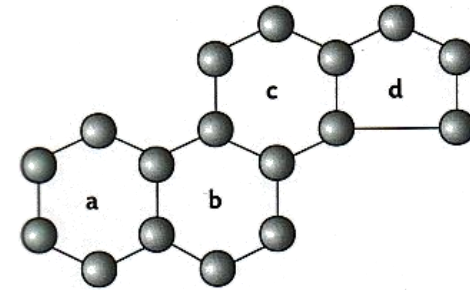


- Dette *utgjør den største gruppen* av hormoner
- De er *vannløselige* og har dermed sine reseptorer i cellemembranen på målcellene
- Siden de er vannløselige må de pakkes i *vesikler* og frigjøres via *eksocytose* når cellen blir stimulert
- Økt sekresjon fører til økt produksjon av hormonet, dermed fylles lageret opp igjen

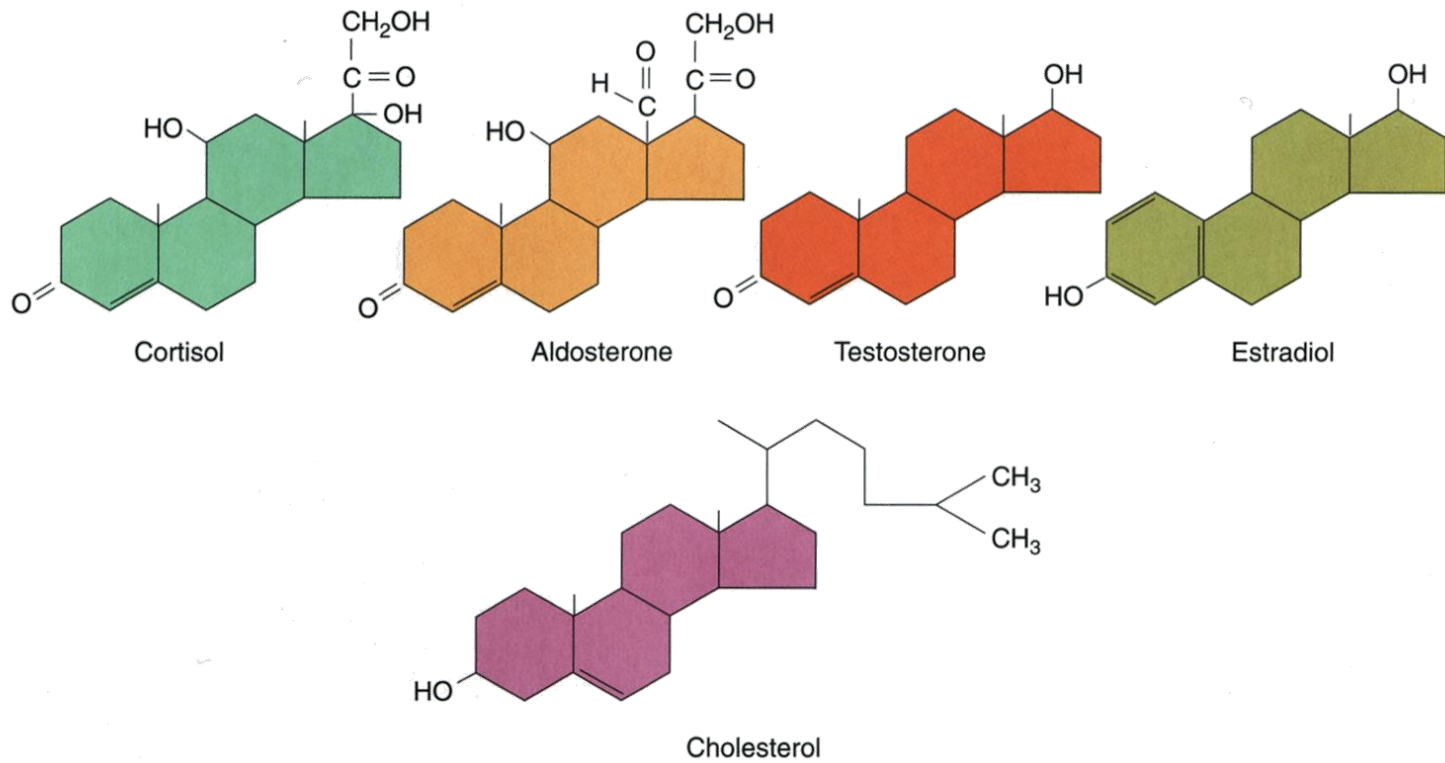


# Steroid hormonene

- Steroidhormonene dannes ved en trinnvis *omdannelse av kolesterol*
- Steroidhormonene er *fettløselige* og diffunderer dermed rett ut av cellen så snart de er produsert
- Cellen må starte produksjon så snart den er blitt stimulert siden det *ikke finnes noe lager* av disse hormonene
- Steroidhormonene innbefatter *kjønns hormonene* og *binyrebark hormonene*



# Steroid hormone



# Aminosyre- og fettsyreforbindelser

- Aminosyrer:

*Hormoner omdannet fra aminosyren tyrosin*

*Tyreoiderhormonene og katekolaminene hører til denne gruppen*

*Både vannløselige og fettløselige*

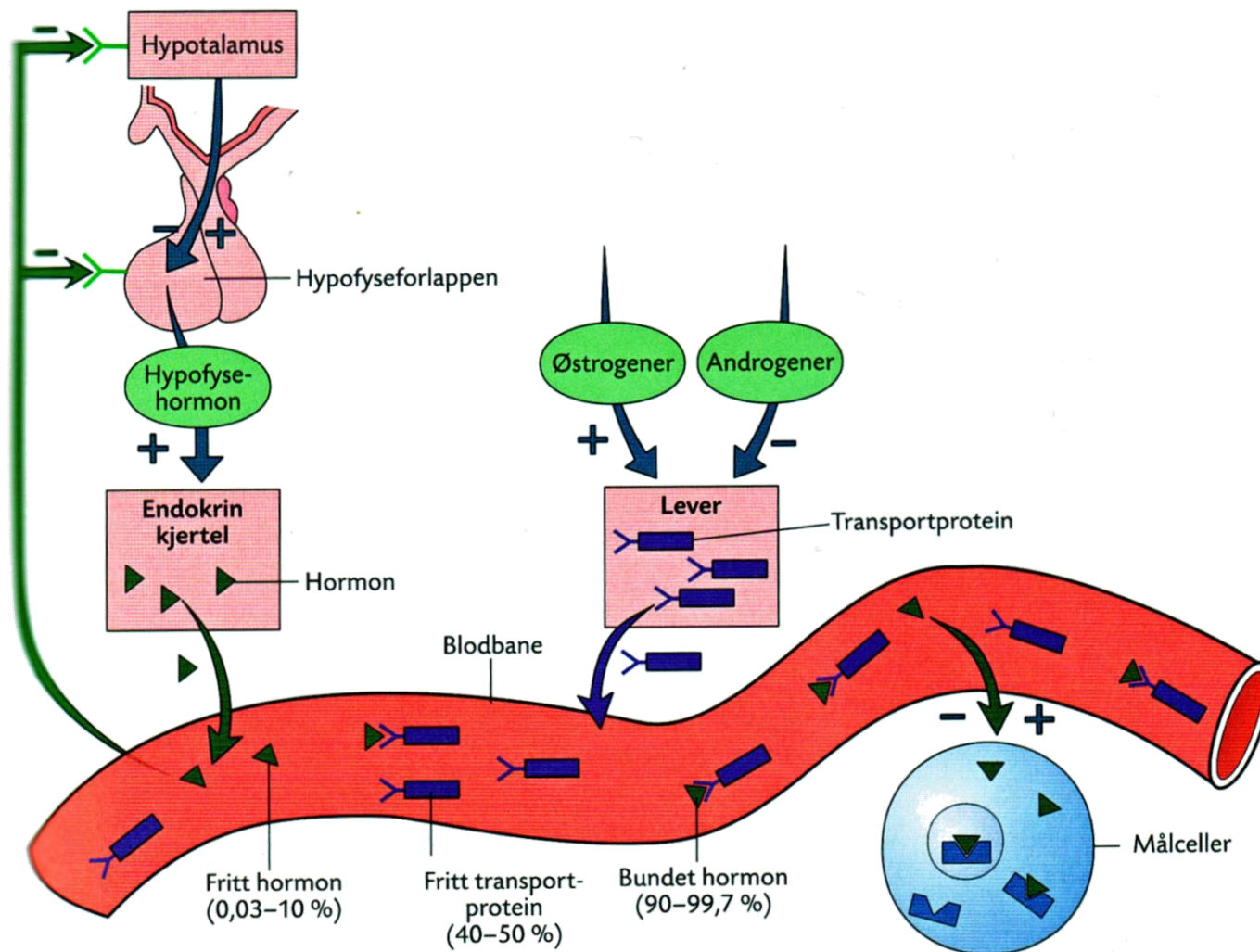
- Fettsyrer:

*Gruppen kalles eikosanoider og er fettløselige*

*Omdannet fra fettsyren arakidonsyre*

*Eikosanoider blir produsert i mange celler og har en lokaleffekt ofte via produksjon av cytokiner*

# Transport av hormoner



# Transport

- Hormonene fraktes i *blodplasma* eller via *ekstracellulærvæsken*
- Fordi begge er en vandig løsning må hormonene som ikke er vannløselige transporteres i en *modifisert vannløselig form*
- Transportproteiner danner et kompleks med de fettløselige hormonene slik at de blir vannløselig og dermed kan fraktes rundt i blodet
- Dette komplekset kan imidlertid *ikke diffundere gjennom cellemembranen*, slik at det kun er den frie fraksjonen som vil utløse en biologisk reaksjon i målceller

# Transportproteinene

**Tabell 6.2** Sirkulerende transportproteiner

Transportproteiner	Hormoner som transporteres
<b>Spesifikke:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– kortikosteroidbindende globulin (CBG)</li> <li>– vitamin D-bindende protein (DBP)</li> <li>– tyroksinbindende globulin (TBG)</li> <li>– seksualhormonbindende globulin (SHBG)</li> </ul>	Kortisol Vitamin D-metabolittene Tyreoideahormonene Kjønnshormonene
<b>Uspesifikke:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– albumin</li> <li>– prealbumin (transtyretin)</li> </ul>	Mange steroidhormoner Tyreoideahormonene Tyroksin Noen steroidhormoner



# Nedbrytning og utskilling

- Nedbrytning og utskilling av hormoner skjer i *leveren* og *nyrene*

## Vannløselige

- Sirkulerer fritt i blodbanen og blir brutt ned *raskt* både i *blod* og *vev*, i tillegg til å bli skilt ut via *urinen*
- Dermed *kort levetid*, (sekunder – minutter)

## Fettløselige

- *Beskyttet* mot nedbrytning og filtrering via transportproteiner
- *Lang levetid*, langvaring stimulering av målceller (timer – dager)
- *Omdannes i leveren* til vannløselige stoffer som *skilles ut med urinen*

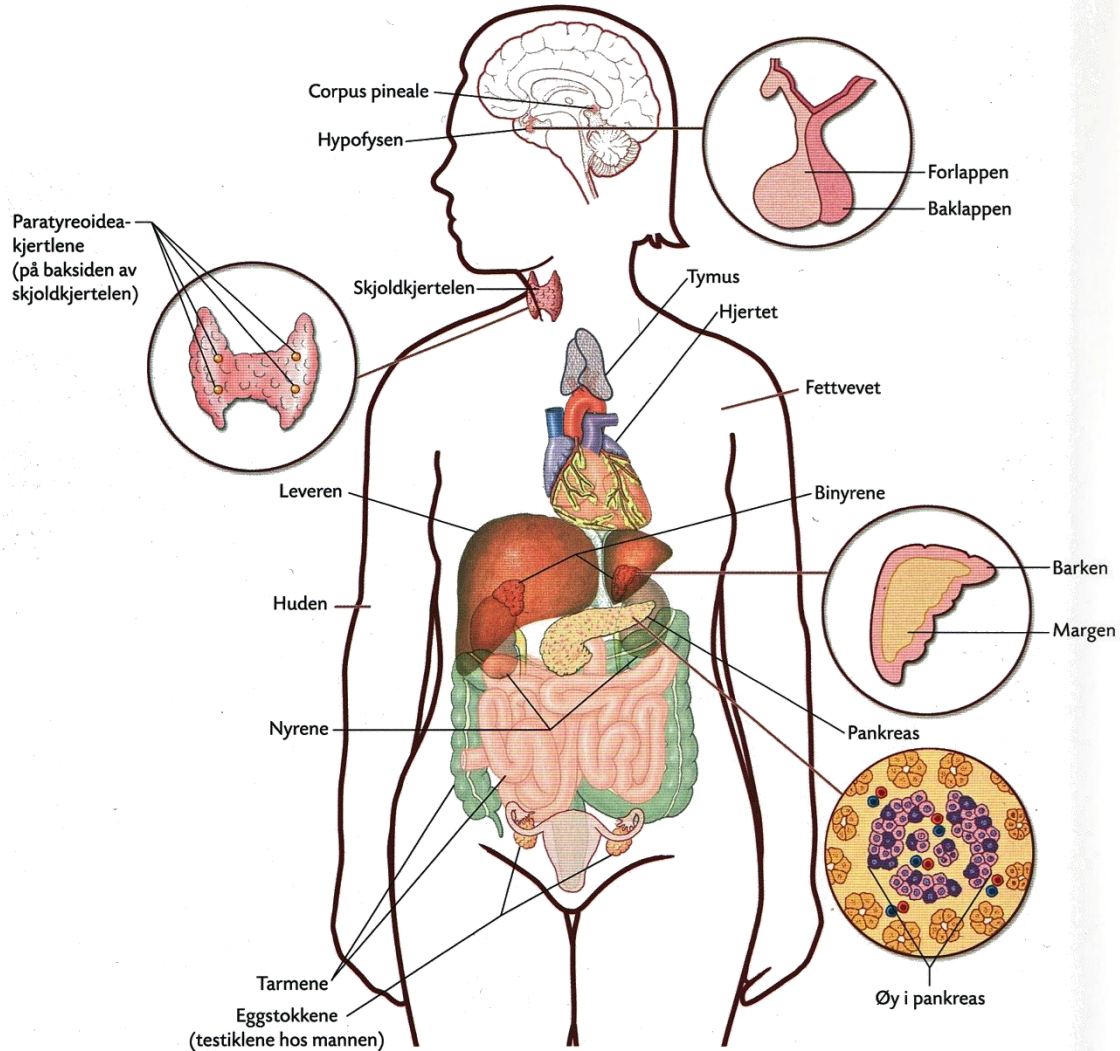
# Gruppeoppgaver

- Hva er en endokrin kjertel?
- Hva er en eksokrin kjertel?
- Hva betyr det når et stoff virker parakrint?
- Hva betyr det når et stoff virker autokrint?
- Hva menes med affinitet?
- Hva lages peptid/protein hormonene av?
- Hvordan foregår nedbrytning av vannløselige hormoner?
- Hvordan foregår nedbrytning av fettløselig hormoner?



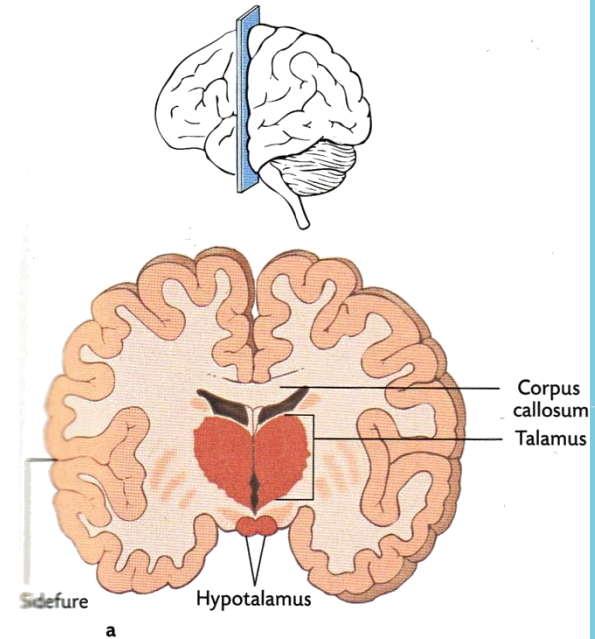
# Endokrine kjertler

# Endokrine organer (kjertler)



# Hypotalamus

- Lite område på hjernens underside rett under thalamus
- Overordnet senter for det *endokrine* systemet samt det *autonome* nervesystemet
- Styringen av det endokrine systemet skjer ved hjelp av *hypofysen*



# Hypofysen

- Hypofysen består av to deler:

## Forlappen (adenohypofysen):

Utvikles fra taket i den primitive munnhulen

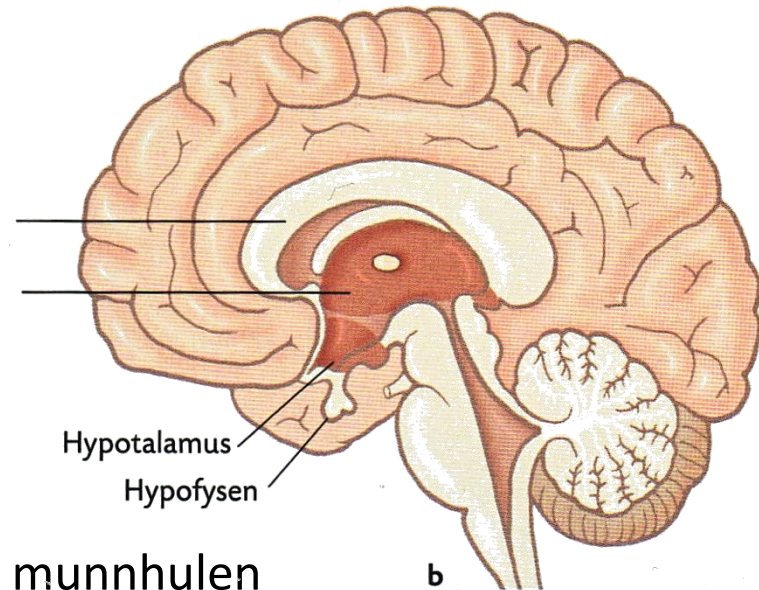
Inneholder hormonproduserende celler

## Baklappen (nevrohypofysen):

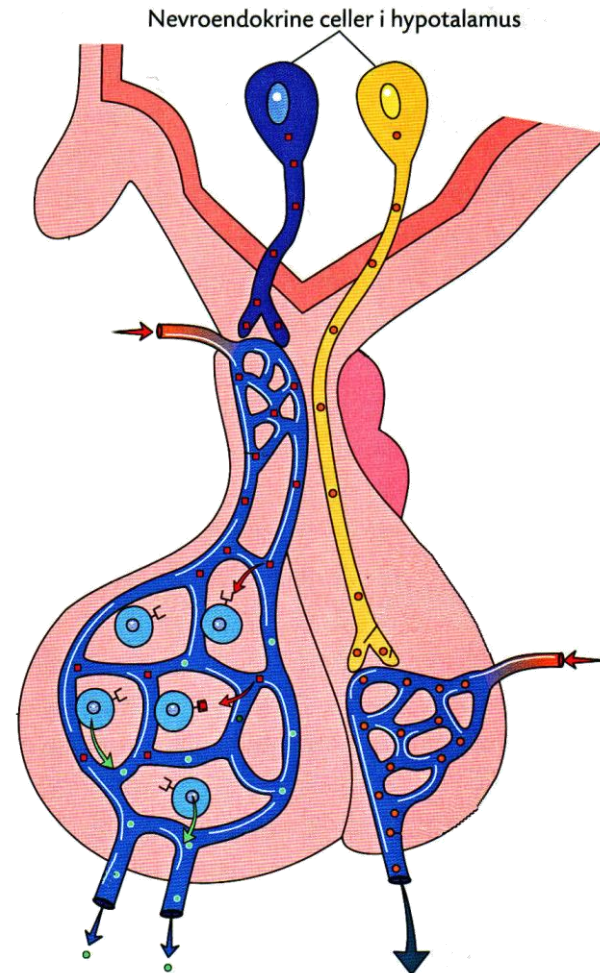
Utvikles fra nervesystemet

Ingen hormonproduserende celler

Hormoner frisettes fra nerver som kommer fra hypothalamus



# Hypotalamus kobling til hypofysen



# Hypofysens baklapp

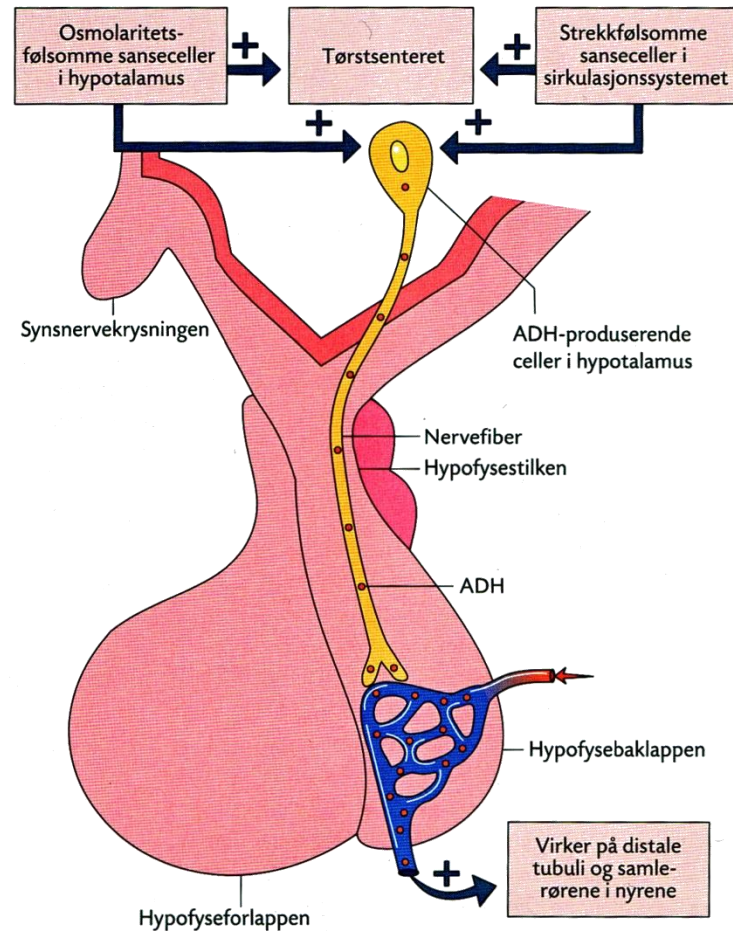
- Det er to hormoner som skilles ut fra hypofysebaklappen:

*Antidiuretisk hormon (ADH), også kalt vasopressin og Oksytosin*

- Hormonene er små peptider (9 aminosyrer) som er kjemisk svært like. Kun 2 aminosyrer utgjør forskjellen!

# ADH – antidiuretisk hormon

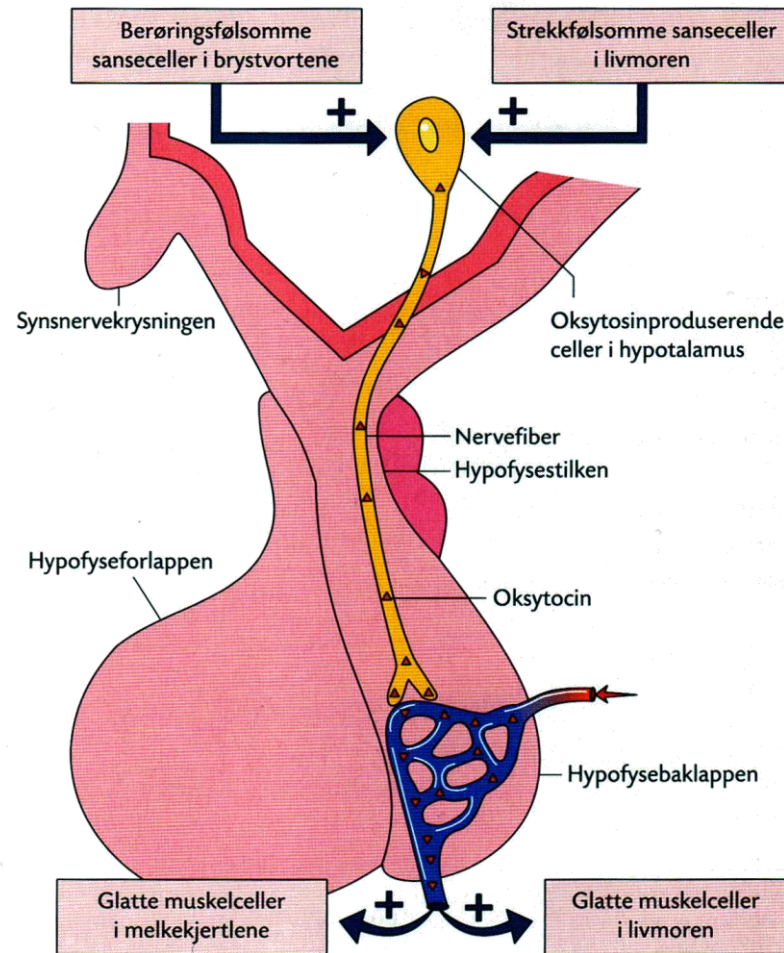
- Respons på lavt blodtrykk
- Respons på høy osmolaritet





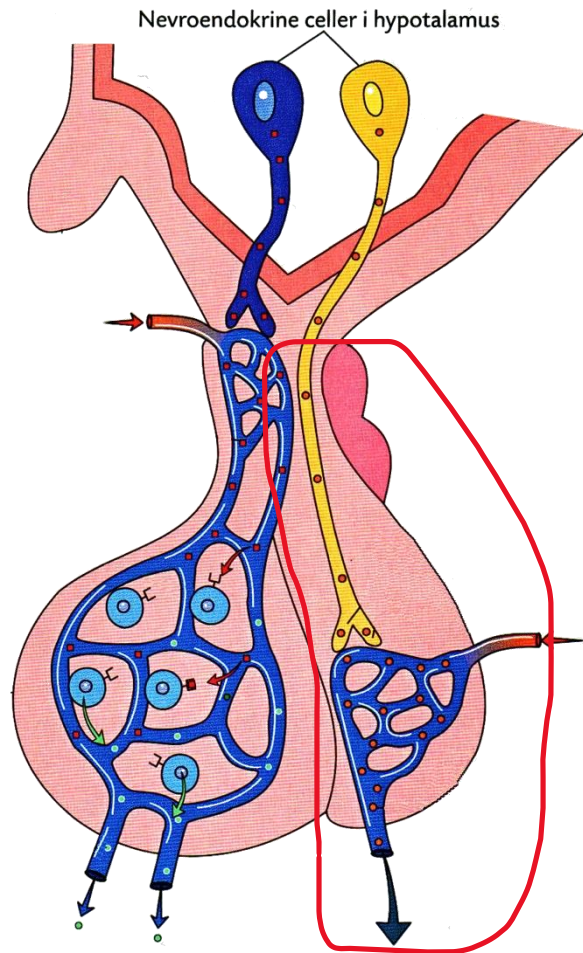
# Oksytocin

- Respons på berøring av brystvorter
- Respons på mekanisk trykk i livmoren





# Oppsummering: hypofysebaklapp



*ADH*

*Oksytosin*

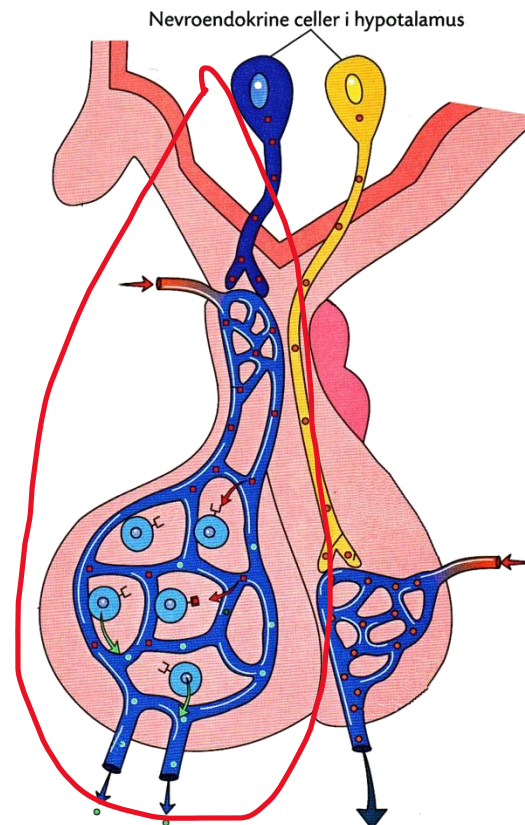
# Regulering av hormonproduksjon – Negativ feedback

<https://medeasy.no/lecture/anatomi-og-fysiologi/5-negativ-feedback>

# Forlappens hormoner

- Hypofyseforlappen består av mange forskjellige typer endokrine celler, som produserer ulike *peptidhormoner*

1. FSH
2. LH
3. TSH
4. ACTH
5. GH
6. Prolaktin



# Hypotalamus kobling til forlappen

- Hypotalamus regulerer sekresjonen av de enkelte hormonene i hypofyseforlappen ved å produsere nevrohormoner som er:

*Stimulerende (releasing hormones - RH)*

*Hemmende (release inhibiting hormones - IH)*

*Kombinasjon av stimulerende og hemmende*

- Alle *hypotalamus hormonene er peptider, unntatt dopamin, som tilhører katekolaminene (derivert fra AS tyrosin)*

# Regulering av hypofysehormonene

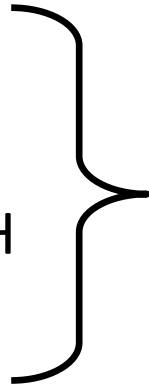
## Hypothalamus

TSH-RH

Gn-RH

ACTH-RH

GH-RH



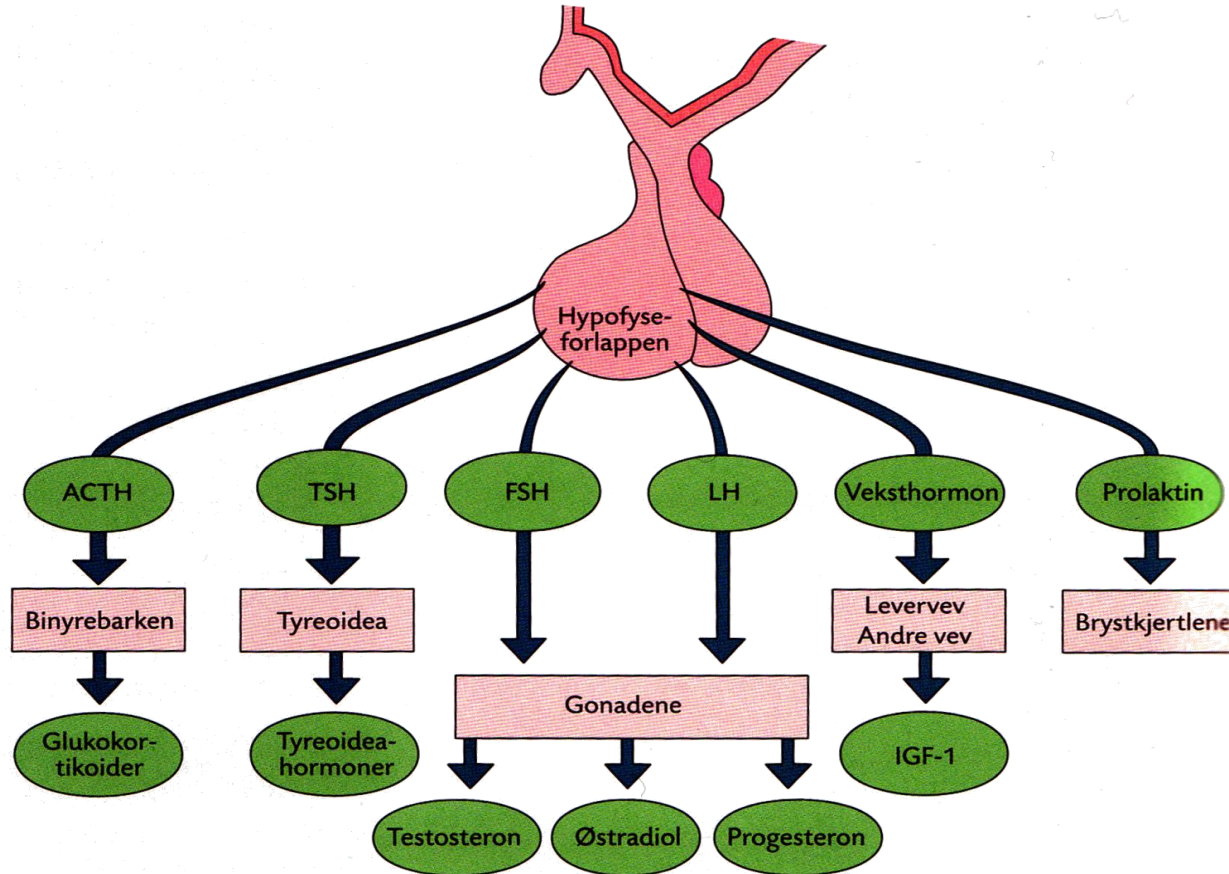
PRL-IH

## Hypofysen

Økt sekresjon av  
tilsvarende hormoner i  
hypofyseforlapp

Reduserer sekresjon i  
hypofyseforlapp

# Hypofyseforlapp-hormonene

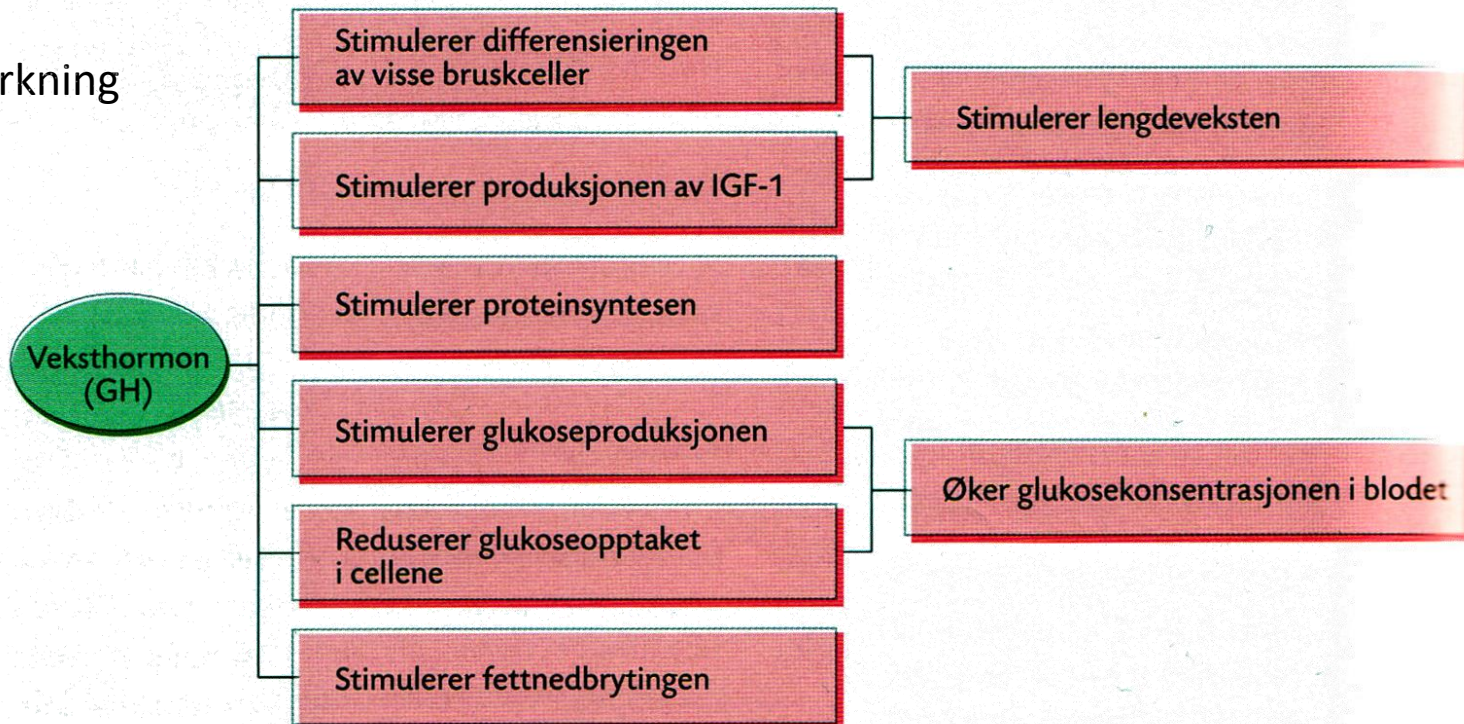


Hvert hormon produseres i egne celletyper, med unntak av LH og FSH som produseres i samme celletype

# Veksthormon GH – peptid hormon

- Regulering av hypotalamus via: :
  - GH-RH → stimulerende (sterkest virkning)
  - GH-IH → hemmende

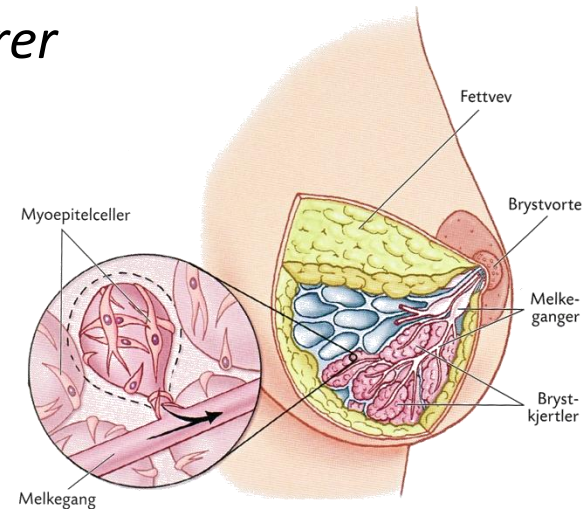
- Virkning





# Prolaktin – peptid hormon

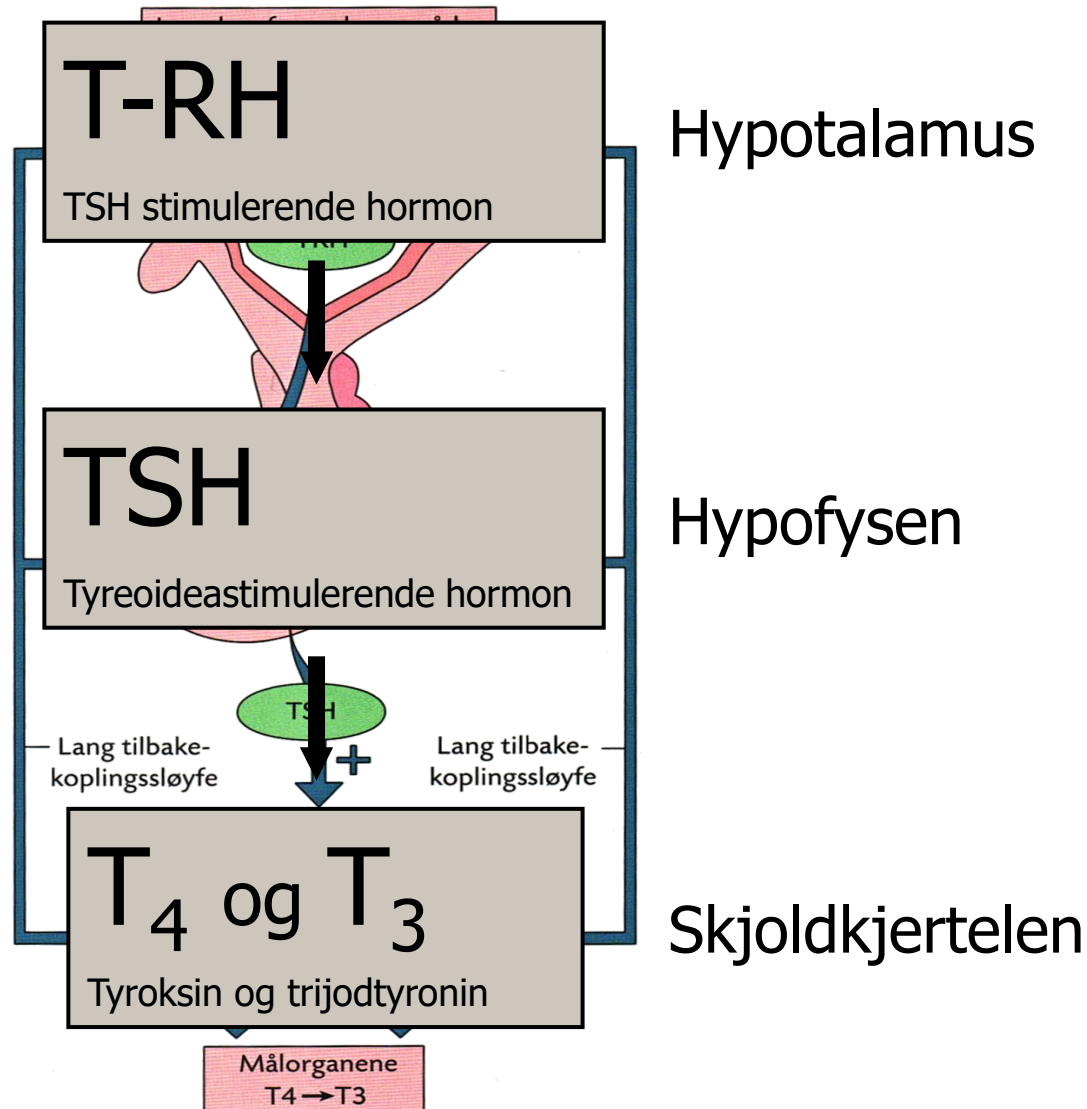
- Prolaktin har sitt navn fordi det *stimulerer* utviklingen av *melkekjertlene* og *produksjonen av melk*
- Reguleres av hypotalamus via:
  - PRL-RH* → *stimulerende*
  - PRL-IH* → *hemmende*
- Viktigste fysiologiske signalet om å øke prolaktin utløses reflektorisk ved amming  
(*sensorisk nervefibre fra brystvorten til hypotalamus*)





# TSH – Tyroidea-stimulerende hormon

- Reguleres av hypotalamus via: T-RH → stimulerende



Skjoldbrusk-  
kjertelhormoner

Stimulerer varmeproduksjon  
i de fleste celler

Regulerer  
energiomsetning

Nødvendig for  
normal lengdevekst

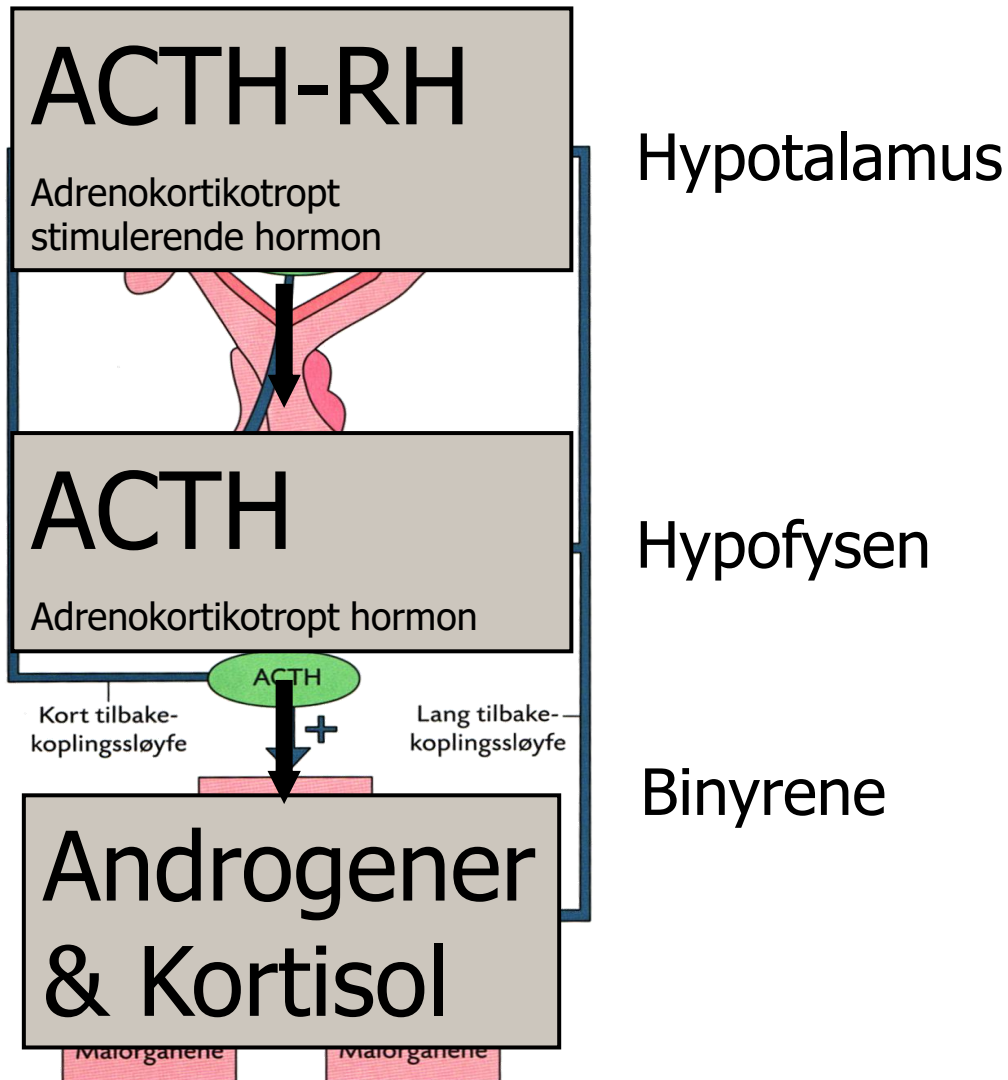
Nødvendig for normal utvikling  
av sentralnervesystemet hos  
fosteret og det nyfødte barnet

Øker det sympatiske  
nervesystemets virkning

Stimulerer impulslednings-  
hastigheten i nervesystemet

# ACTH – Adrenokortikotropt hormon

- Reguleres av hypotalamus via: ACTH-RH → stimulerende



# Androgener

- Binyrebarken produserer flere kortikoider med androgen virkning, det vil si steroidhormoner med samme virkning som det mannlige kjønns hormonet testosteron
- Reguleres først og fremst via ACTH
- Virkning:
  - langt mindre potent en testosteron og betydning derfor uklar hos menn. Hos kvinner har androgener betydning for behåring og seksuallysten som i større grad er regulert av androgener enn av østrogener*

# Kortisol (Glukokortikoider)

- Kortisol utskillelsen er styrt av hypofysens ACTH produksjon
- Det er stor døgnvariasjon på utskillelsen av ACTH, som er atskillig høyere om morgenen enn om kvelden
- Kortisol *påvirker alle kroppens celler* og har mange forskjellige virkninger:

*Nedbrytning av protein og fett*

*Viktig stresshormon*

*Hemmer DNA syntesen og øker proteinnedbrytningen*

*Virker anti-inflammatorisk i høye doser*

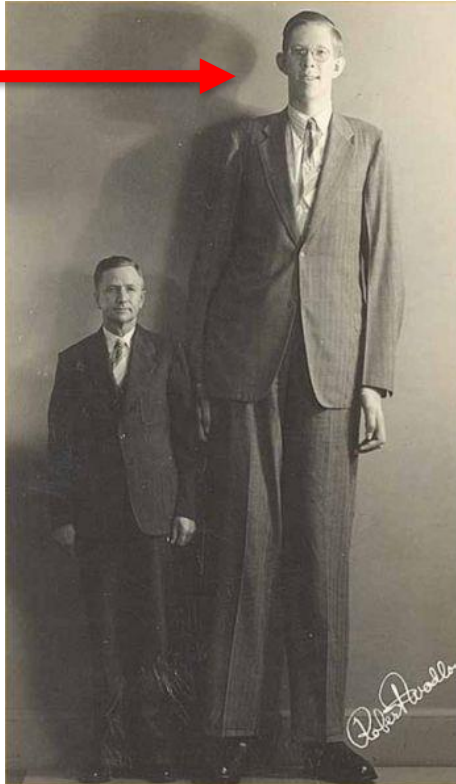
*Hemmer immunsystemet*

# FSH (Folikkelstimulerende hormon & LH (Luteiniserende hormon

- Regulering av hypotalamus via: :
  - *Gn-RH – Gonadotropinstimulerende hormon*
- Virkning :
  - *Virker på testiklene til produksjon av testosteron*
  - *Virker på ovariene til produksjon av østrogen*

# Gruppeoppgaver:

- Beskriv denne personen:



*Robert Wadlow (1918-1940) – Hvilken hormonforstyrrelse snakker vi om her?  
 Hvordan ble han så høy?*

# Binyrene

Liten trekant på toppen av hver nyre.  
Består av marg og bark.

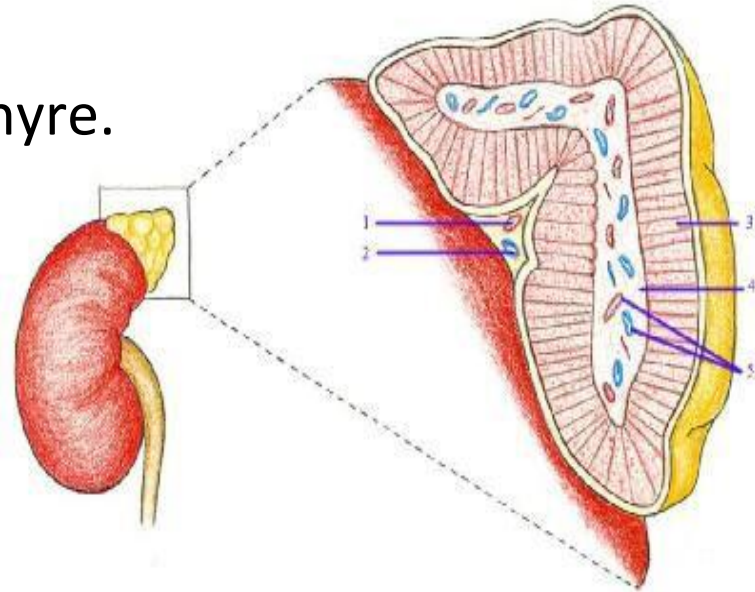
## Marg (indre del):

- Adrenalin og noradrenalin

## Bark (ytre del)

Består av tre lag som utskiller hver sine hormoner. Alle er steroidhormoner og er fettløselige.

- Aldosteron: Virker på blodtrykket og væskemengden i kroppen ved øke reabsorpsjon av vann og salt i nyren.
- Androgener: Samme virkning som testosteron.
- Kortisol



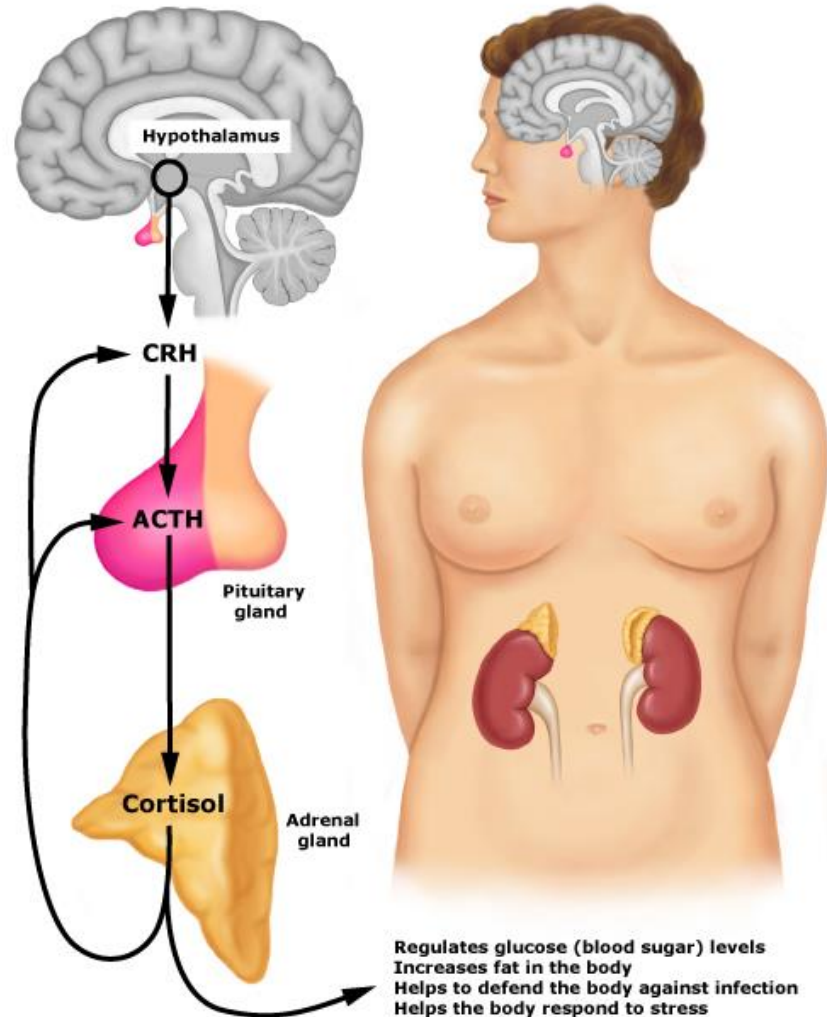


# Kortisols virkning

- **Energiomsetning:** Stimulerer nedbrytingen av proteiner slik at aminosyrene kan brukes til å lage nytt glukose. Stimulerer også til nedbryting av fett til fettsyrer som brukes til energi av kroppens celler. Dette skjer mellom måltidene og kortisol virker da ganske likt som glukagon.
- **Stresshormon:** Kortisol stiger i stressende situasjoner ("fight and flight") og øker da glukosenivået i blod og øker blodtrykket.

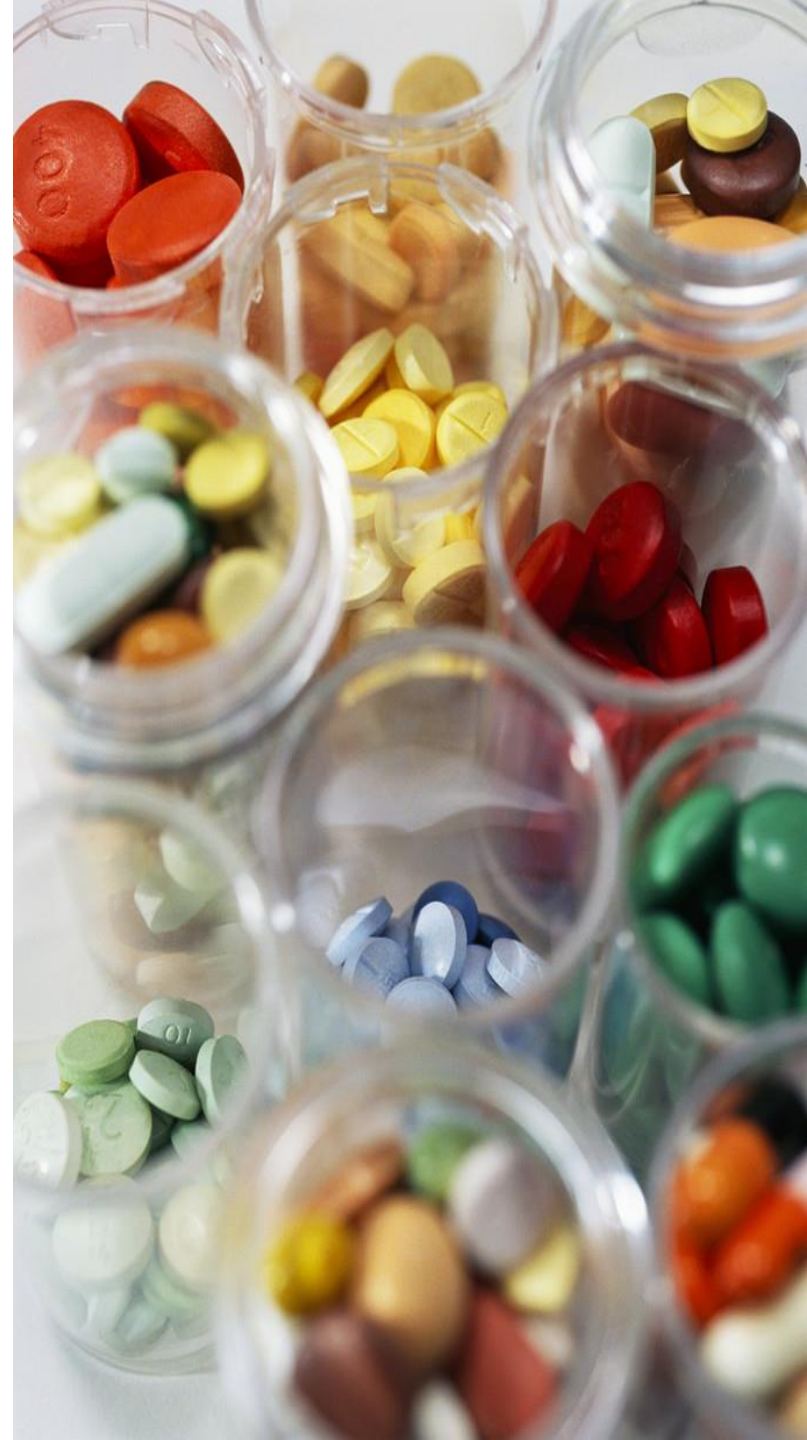
# Kortisols virkning, forts.

- **Veksthemmende:** Relevant i stressituasjoner der kroppen ikke skal bruke energi til vekst.
- **Betennelsesdempende:**  
Antiinflammatorisk virkning:  
Reduserer tilstrømningen av hvite blodceller til betennelsesstedet  
  
Hemmer immunsystemet:  
reduserer antallet hvite blodceller som sirkulerer i blodet



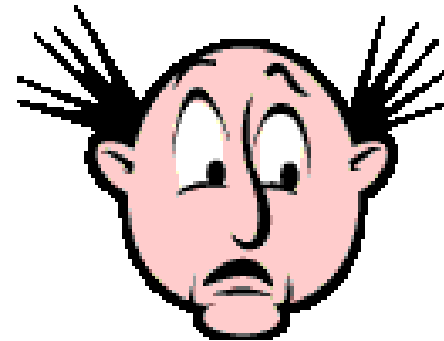
# Kortison som medisin

- Kunstig laget kortisol kan brukes som medisin (kalles ofte kortison, glukokortikoider, steroider).
- Det brukes først og fremst for å dempe betennelse og immunsystemet, f.eks. ved hudeksem, leddgikt eller astma og har ofte veldig god effekt.
- De mange virkningene av kortisol gjør også at kortison som medisin har mange bivirkninger, f.eks. høyt blodsukker, vektøkning og høyt blodtrykk.



# Adrenalins virkning

- Produksjon av adrenalin øker raskt når det sympatiske NS aktiviseres ved stress.
- Bryter ned glykogen i leveren og musklene → glukosemengden i blodet øker.
- Bryter ned fett i fettvev til energi.
- Hjertets kontraksjonsstyrke og frekvens øker → større minuttvolum.
- Fordeler blodet slik at mer blod går gjennom arbeidende skjelettmuskulatur, hjerte og hjerne.
- Blodtrykket øker.
- Hjernen påvirkes slik at man bli mer våken og på vakt.



# Regulering av metabolisme

To sentrale hormoner i reguleringen av metabolismen:

## Insulin

- Skilles ut ved høyt glukosenivå i blodet.
- Produseres i pankreas
- Hovedoppgave å stimulere lagring av næringsstoffer

## Glukagon

- Skilles ut ved lavt glukosenivå i blodet.
- Produseres i pankreas
- Hovedoppgave å frigjøre næringsstoffer fra energilagrene i kroppen

# Regulering av metabolisme, forts.

Insulin og glukagon påvirker:

Leverceller – danner glykogen og fyller opp glykogenlagrene etter måltidene,

Fettceller – stimuleres til å ta opp fett fra blodet og lagre det i fettcellene

Skjelettmuskelceller – stimuleres til å ta opp glukose og danne glykogen

# Avsluttende oppgaver

1. Hva er virkningene av insulin og glukagon og hvor produseres de?
2. Hvilke hormoner produseres i binyrene?
3. Hvordan virker kortisol?
4. Hvilke virkninger har adrenalin?
5. Hvordan opprettholdes blodsukkeret mellom måltidene?
6. Hvilke hormoner påvirker glukosenivået i blodet og hvordan?