

# Sensorische Systemen

## Hoofdstuk 43



### Overzicht van Sensorische Receptoren

Sensorische receptoren voorzien in informatie van de interne en externe omgeving, cruciaal voor overleving

-**Exteroceptoren** sensen externe stimuli

- voorbeelden: zien, horen, proeven; beweging

-**Interoceptoren** sensen interne stimuli

-meestal simpeler dan exteroceptoren

-voorbeelden: temperatuur, bloeddruk, pijn

## Overzicht van Sensorische Receptoren

Receptoren kan men groeperen in 3 klassen

1. **Mechanoreceptoren:** stimulatie door mechanische krachten bvb druk tast, gehoor, evenwicht
2. **Chemoreceptoren** detecteren chemische substanties of veranderingen reuk, smaak
3. **Energie-detecterende receptoren** reageren op electromagnetische en warmte energie zicht (fotoreceptoren)

eenvoudig: naakte zenuwuiteinden

complexer: associatie van sensorisch neuron met gespecialiseerde epitheliale cellen

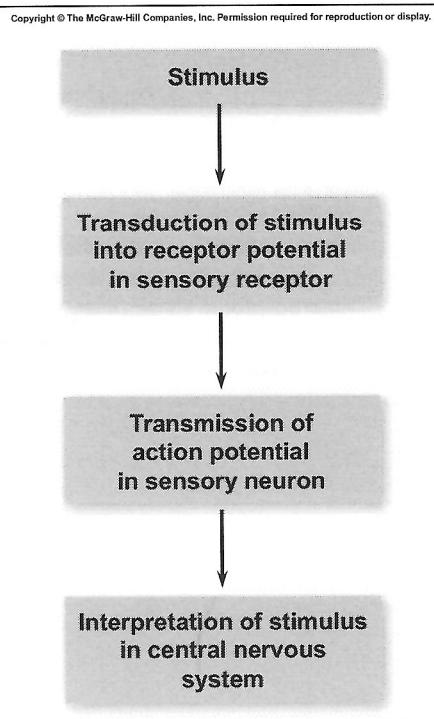
3

## Overzicht van Sensorische Receptoren

Sensorische informatie wordt doorgegeven aan het CZS en waargenomen in een 4 stappen proces:

1. Stimulatie
2. Transductie
3. Transmissie
4. Interpretatie bvb. we kijken met onze ogen en zien met onze hersenen

sensorische waarneming is subjectief



2

## Overzicht van Sensorische Receptoren

Sensorische cellen reageren op stimuli via **stimulus-afhankelijke ionenkanalen** in hun membranen  
-Open of toe, afhankelijk van het sensorisch systeem  
-meestal gebeurt een depolarisatie van de receptorcel, analoog aan de EPSP  
-noemt men de **receptor potentiaal**, is ook graduateel (summatie)

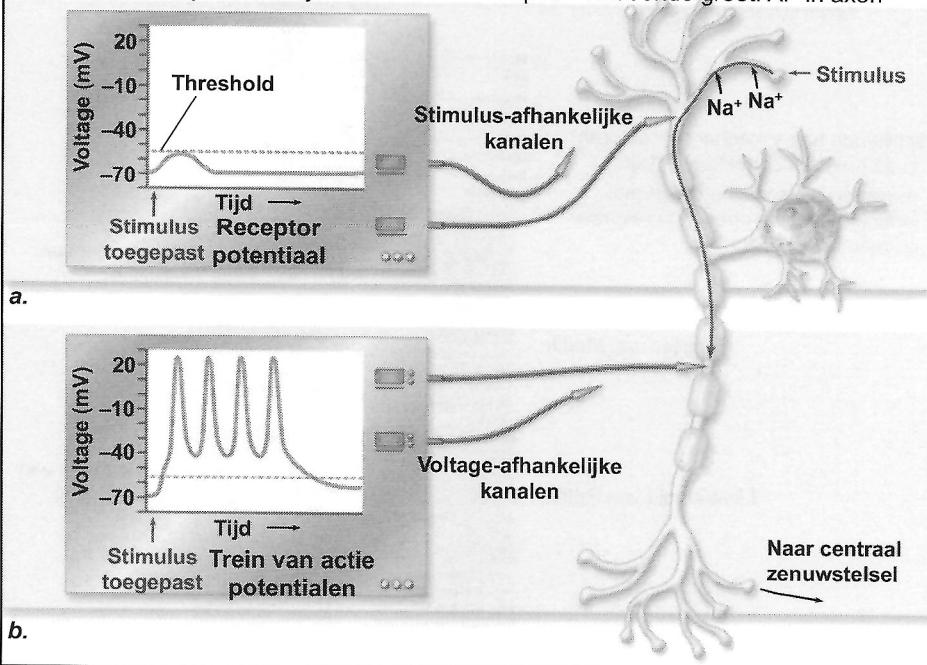
Als de receptorpotentiaal, of de summatie van receptorpotentiaLEN boven een drempelwaarde uitsteekt wordt een actiepotentiaal gegenereerd

Hoe groter/sterker de sensorische stimulus, hoe groter de depolarisatie van de receptorpotentiaAL, en des te hoger de frequentie van de APs

5

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

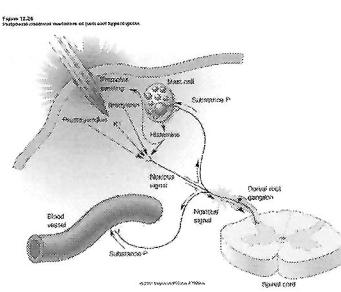
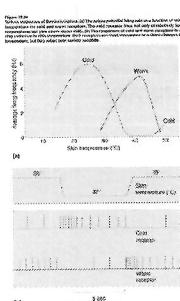
Stimulus – depol. van vrij zenuwuiteinde – R pot – voldoende groot: AP in axon



## Mechanoreceptoren: tast en druk

Cutane receptoren (in huid) reageren op stimuli tussen extern en intern milieu - reageren op warmte, pijn, tast en druk

- **pijnreceptoren** vervoeren impulsen die worden waargenomen als pijn
  - dikwijls vrije zenuwuiteinden doorheen het lichaam, vooral daar waar kans op schade groot is
  - reageren bvb op extreme temp, chemische substanties, intense mechanische stimuli
- **Thermoreceptoren** zijn naakte dendritische uiteinden van sensorische neuronen  
gevoelig voor veranderingen in temperatuur  
**koude receptoren** zitten hoger in de huid, en zijn veel talrijker dan warmte receptoren



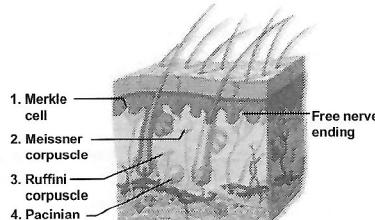
7

## Mechanoreceptoren

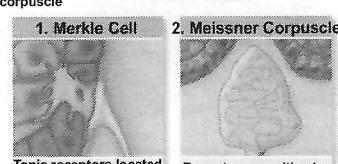
verschillende types mechanoreceptoren

in de huid zijn betrokken bij tast

- bevatten sensorische cellen met ionenkanalen die openen in respons op membraan distortie

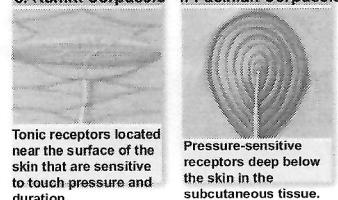


### Schijfjes van Merkle



**1. Merkle Cell**  
Tonic receptors located near the surface of the skin that are sensitive to touch pressure and duration.

### Lichaampje van Ruffini



**3. Ruffini Corpuscle**  
Tonic receptors located near the surface of the skin that are sensitive to touch pressure and duration.

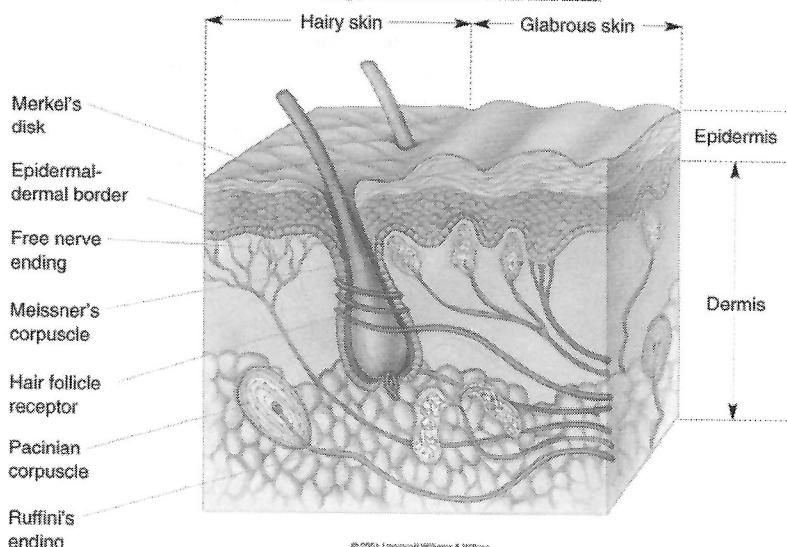
Lichaampje van Meissner

Lichaampje van Vater Pacini

8

- positie van verschillende mechanoreceptoren in de huid
- Allen gevoelig voor fysische distortie van de huid
- Niet-gemyeliniseerd axon – mechanosensitieve ionkanalen

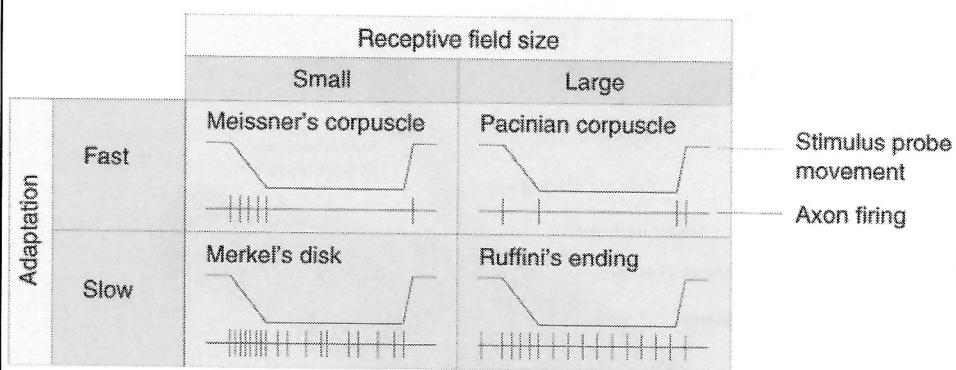
**Figure 12.1**  
Somatic sensory receptors in the skin. Hairy and glabrous skin have a variety of sensory receptors in the dermal and epidermal layers. Each receptor has an axon, and except for free nerve endings, all of them have associated non-neuronal tissues.



© 2005 Lippincott Williams & Wilkins

Transiente versus aanhoudende respons = AP vuren; dus verschillende adaptatie

**Figure 12.3**  
Variations among somatic sensory receptors of the skin in receptive field size and adaptation rate. (Source: Adapted from Vallbo and Johansson, 1984.)



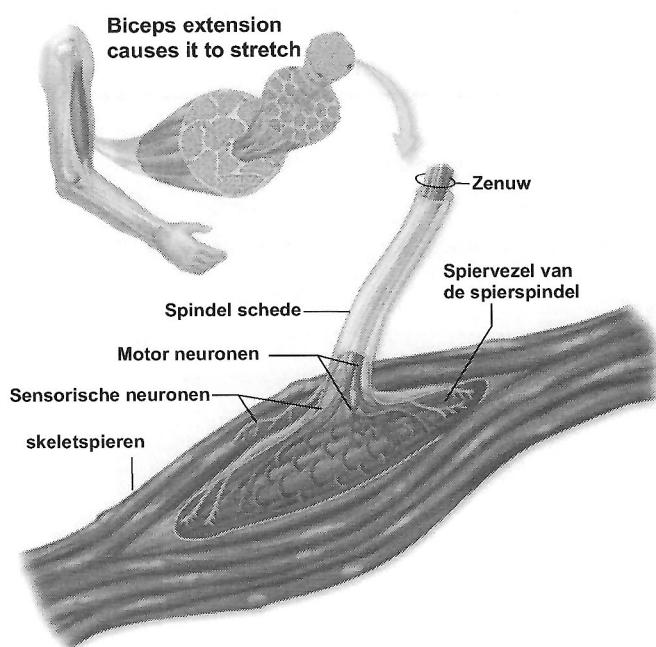
## Mechanoreceptoren

### Proprioceptoren monitoren **spierlengte** en **spiertrekkkracht**

- voorzien in informatie over de relatieve positie of beweging van de lichaamsdelen
- voorbeelden:
  - spierspindel (registreert lengte van spiervezels – staat in parallel)
  - Golgi tendon orgaan (registreert trekkkracht op spiervezels – staat in serie – voorkomt overdreven trekkkracht op pezen)

11

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



12

## Mechanoreceptoren

### Baroreceptoren monitoren bloeddruk

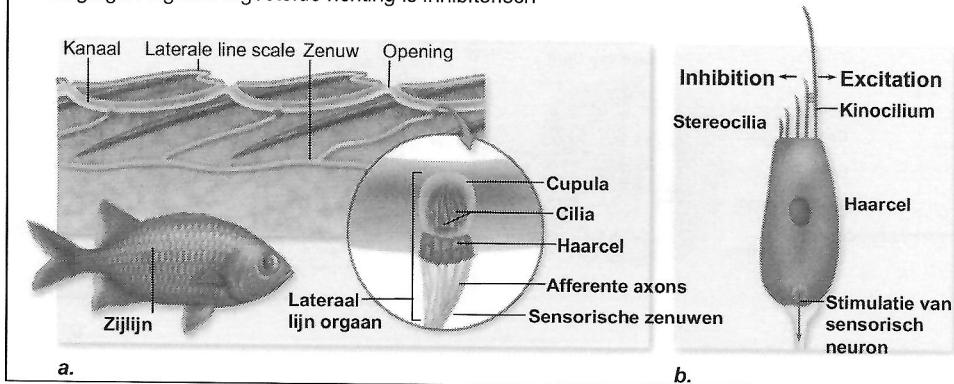
- sterk vertakt netwerk van afferente neuronen in de sinus carotis en de aortaboog
- Detecteert trekkracht of uitrekken van de wand van deze bloedvaten
  - bij bloeddrukverlies, daalt de frequentie van de impulsen van de baroreceptoren - CZS reageert door het sympatisch ZS te stimuleren wat leidt tot verhoogde hartslag en vasoconstrictie en dus herstel van bloeddruk (homeostase)

13

### Zijlijnsysteem bij vissen – detectie van lage frequentie vibratie inschatten afstand tot objecten

- kanalen lopend over de lengte van het lichaam van de vis onder het huidoppervlak
- bevat haarcellen met cilia die projecteren in de gelatineuze cupula
  - Haarcellen hebben veel kortere cilia, stereocilia, en 1 lang kinocilium
  - geïnnerveerd door sensorische neuronen die de impulsen doorgeven aan de hersenen

Buigen van de stereocilia in de richting van het kinocilium heeft een stimulerend effect  
Buigen in tegenovergestelde richting is inhibitorisch



## Het oor bij Land Vertebraten

Lucht vibraties lopen doorheen het auditief kanaal van het buitenoor

Vibraties raken het tympanum (trommelsvies) wat leidt tot beweging van 3 kleine gehoorbeentjes in het benige middenoor

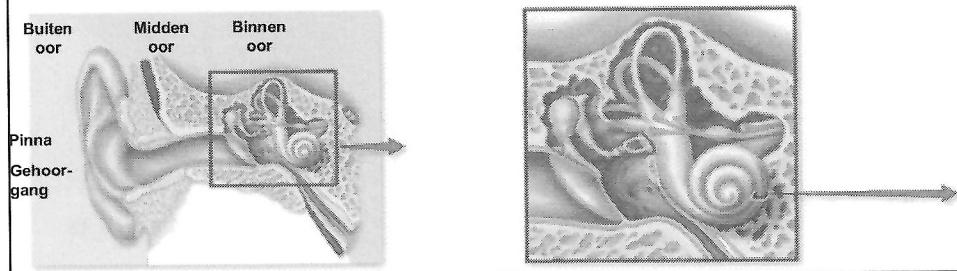
Malleus (hamer), incus (aanbeeld) en stapes (steigbeugel)

de stapes vibreert tegen het ovaal venster, wat toegang geeft tot het binnenoor

Het binnenoor bevat de cochlea, een benige structuur die deels het cochlear kanaal bevat  
het vestibulair kanaal ligt boven op dit kanaal, terwijl het tympanisch kanaal er onder ligt

Alle 3 deze kamers zijn gevuld met vloeistof

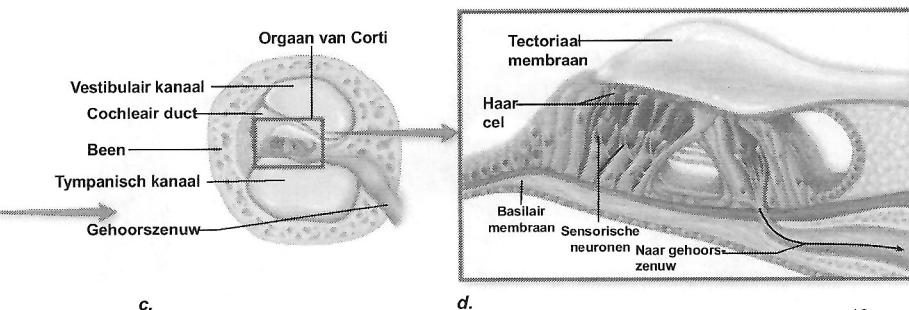
druk golven verplaatsen zich in het tympanisch kanaal naar het ronde venster, een ander flexibel membraan



het orgaan van Corti, zet geluid om in een elektrisch signaal in de cochlea, en bestaat uit:

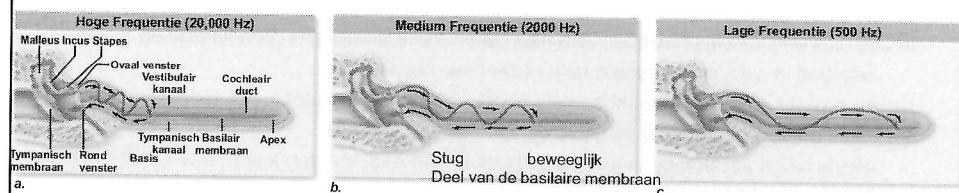
- Basilaire membraan: bodem van coeleaire ductus
- Haarcellen met geassocieerde sensorische neuronen
- Tectorieel membraan: Overhangende, gelatineuze membraan

Stereocilia van de haарcellen buigen in respons op vibraties van de basilaire membraan  
-zenden zenuwimpuls naar de hersenen, die daar worden geïnterpreteerd tot geluid



The basilaire membraan van de cochlea bestaat uit elastische vezels die antwoorden op verschillende frequenties, of toonhoogte, van het geluid

Gehoorscherming mens: 20- 20.000 Hz



17

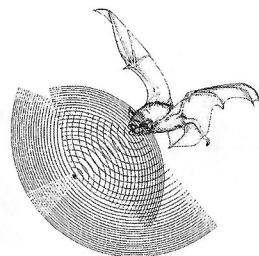
### Navigatie op basis van geluid

sommige zoogdieren kunnen de aanwezigheid en afstand van objecten inschatten op basis van geluid

-vleermuizen, walvissen, dolfijnen

-zij zenden geluid uit en bepalen de tijd die nodig is om deze geluiden te laten terugkeren: **echolocatie**

sonar (**sound navigation and ranging**) is gebaseerd op echolocatie principes

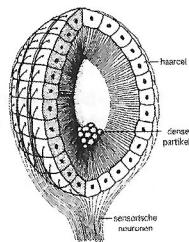


18

## ZEFL VERGELIJKEN MET GEHOOR (tem slide 22)

Detectie van de positie en beweging van het lichaam - evenwicht

Meeste invertebraten kunnen zich oriënteren tov de gravitatie mbv sensorische structuur: **statocyst**  
 - gecilieerde haarcellen + calcium carbonaat stenen: **statolieten**



In vertebraten zijn de receptoren voor gravitatie opgebouwd uit 2 kamers in het membranous labyrinth: **utriculus and sacculus**

In utriculus en sacculus bevinden zich haarcellen met stereocilia en een kinocilium  
 - ingebed in calcium carbonaat-rijke **otoliet membraan**

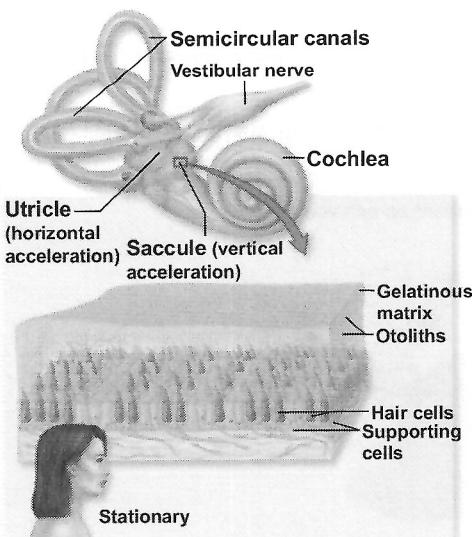
Utriculus meer gevoelig voor horizontale acceleratie (zoals in auto)

Sacculus meer gevoelig voor verticale acceleratie (zoals in lift)

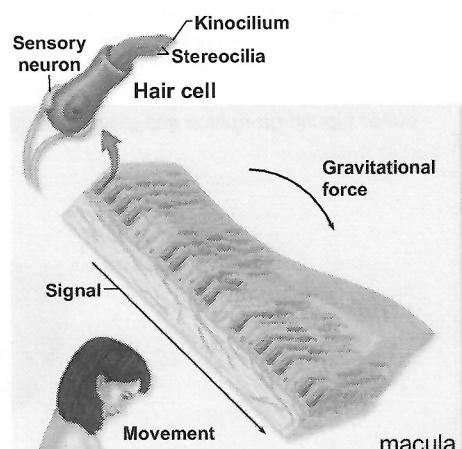
- Beide types acceleratie veroorzaken buiging van cilia, en produceren dus een AP in een geassocieerd sensorisch neuron

19

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



a.



b.

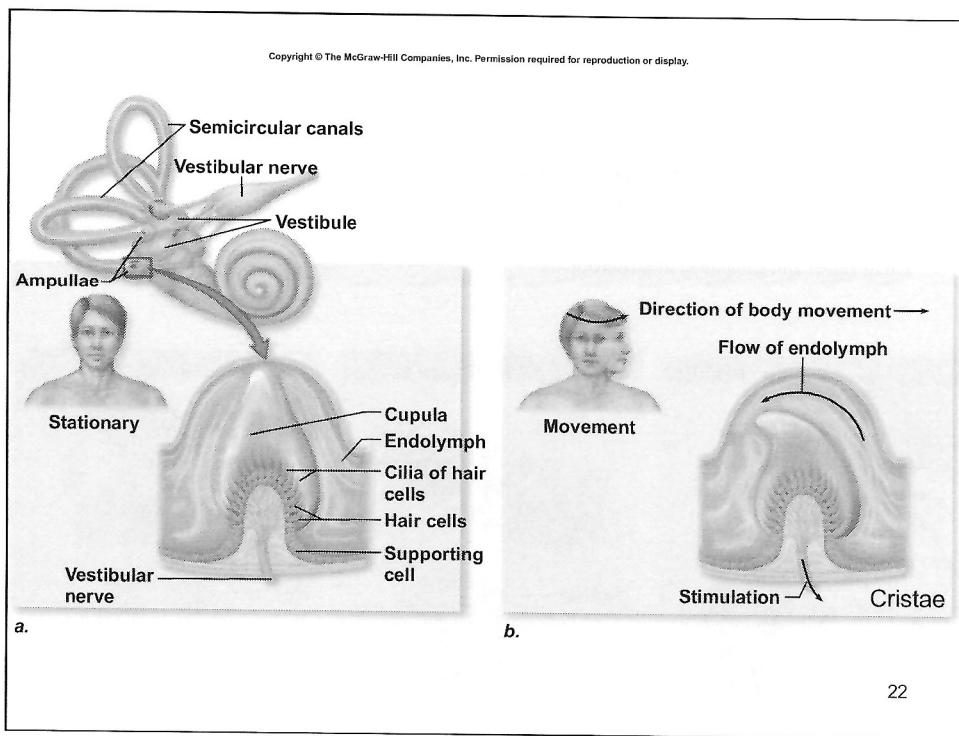
10

### Detectie van de positie van het lichaam - evenwicht

utriculus en sacculus zijn continu met drie semicirculaire kanalen die angulaire acceleratie in gelijk welke richting detecteren  
-op het einde van de kanalen zitten gevulde kamers, de ampullae  
-Groepjes cilia van haarcellen steken tot in de ampullae  
-Tips van de cilia zijn ingebed in een gelatineuze cupula, die doorloopt tot in de endolympfe van elk kanaal

bij hoofdrotatie, duwt het vocht in het semicirculair kanaal tegen de cupula, en veroorzaakt zo buiging van de cilia  
-Buiging in de richting van het kinocilium lokt een receptorpotentiaal uit  
-Stimuleert een AP in het geassocieerd sensorisch neuron  
Sacculus, utriculus en semicirculaire kanalen vormen samen het **vestibulair apparaat**

21



22

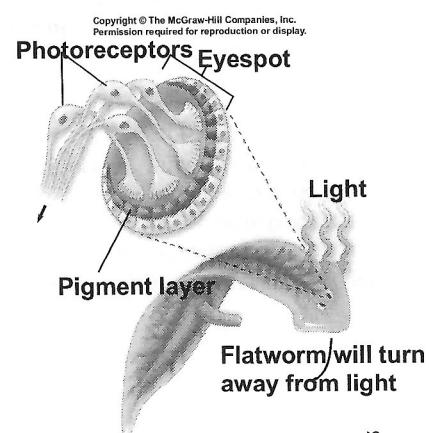
## Zicht

Zicht begint met het vangen van lichtenergie door **fotoreceptoren**

-Visuele informatie wordt gebruikt om de afstand, de richting, de beweging, en de eigenschappen van objecten te bepalen

Invertebraten hebben simpele visuele systemen met fotoreceptoren gegroepeerd in een **oogspot**

-Platwormen kunnen richting van licht bepalen maar kunnen geen beeld vormen



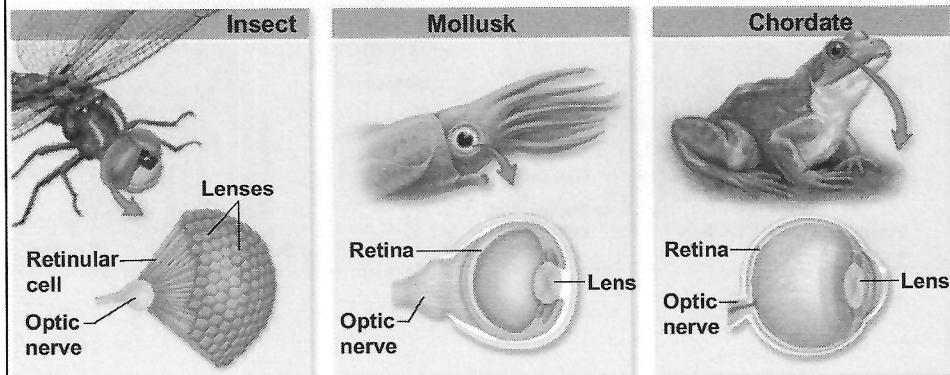
?3

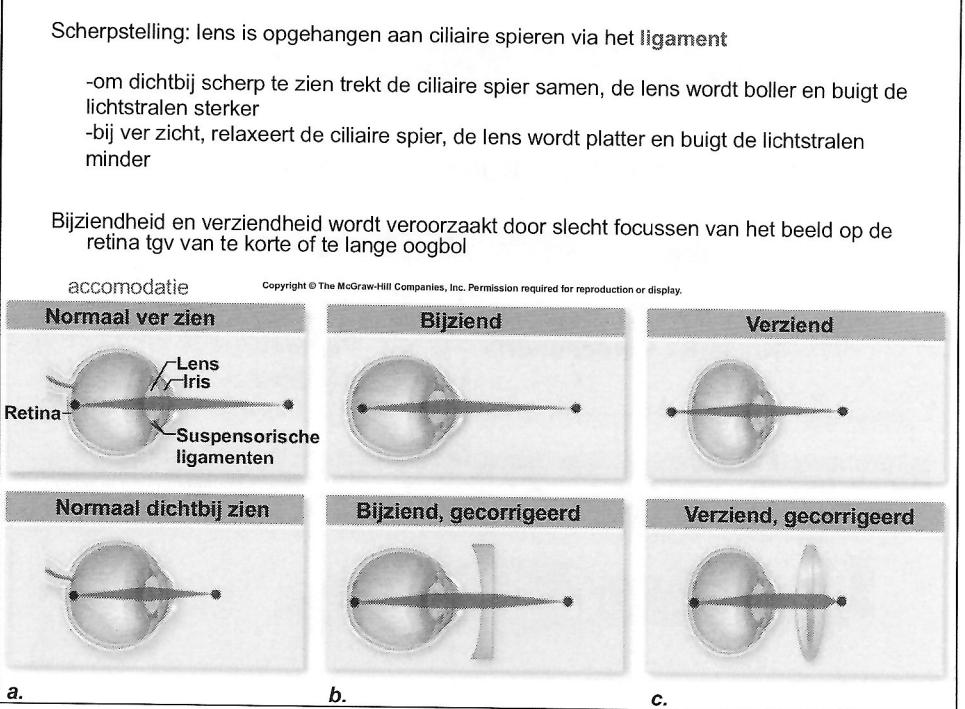
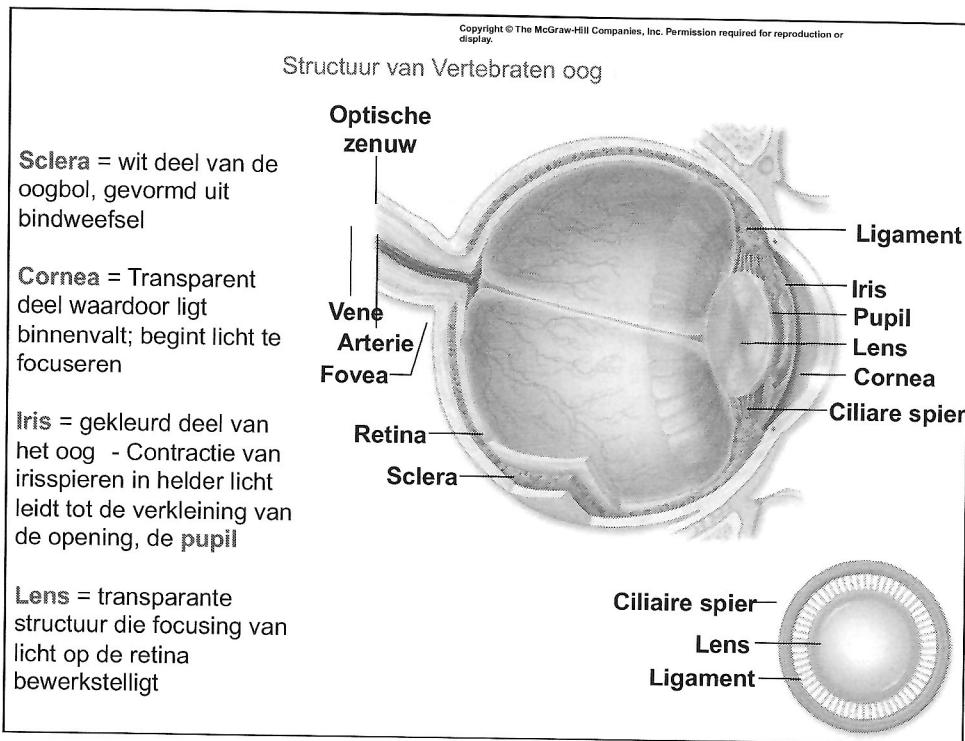
## Zicht

Bij leden van vier phyla zijn goed ontwikkelde, beeldvormende ogen ontstaan

-Annelida, molluska, arthropoda, en de chordata

Deze ogen zijn gelijkend in structuur





## Structuur van Vertebraten oog

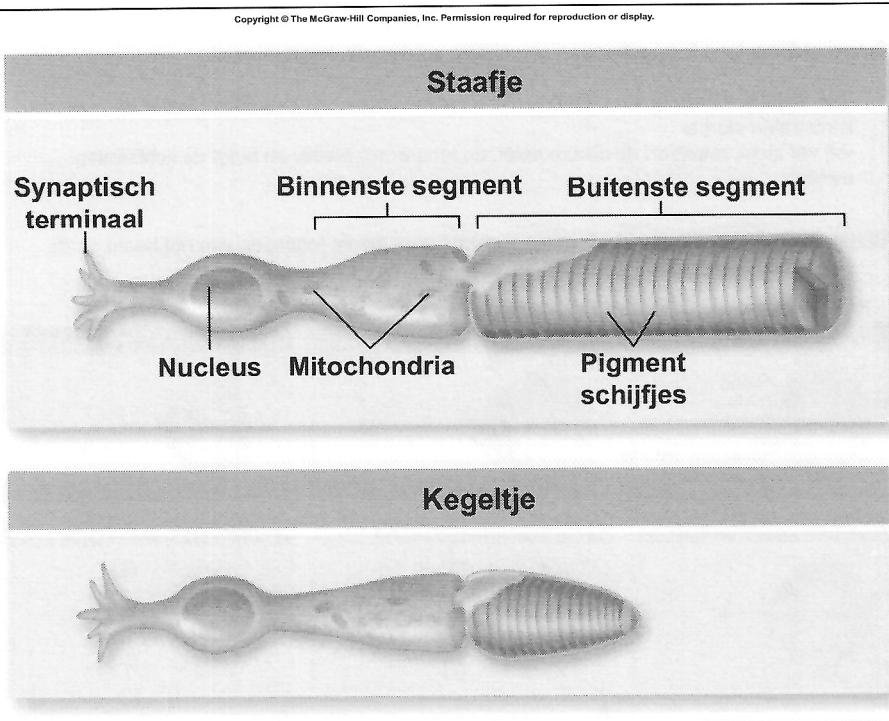
Twee types receptoren in de vertebraten retina:

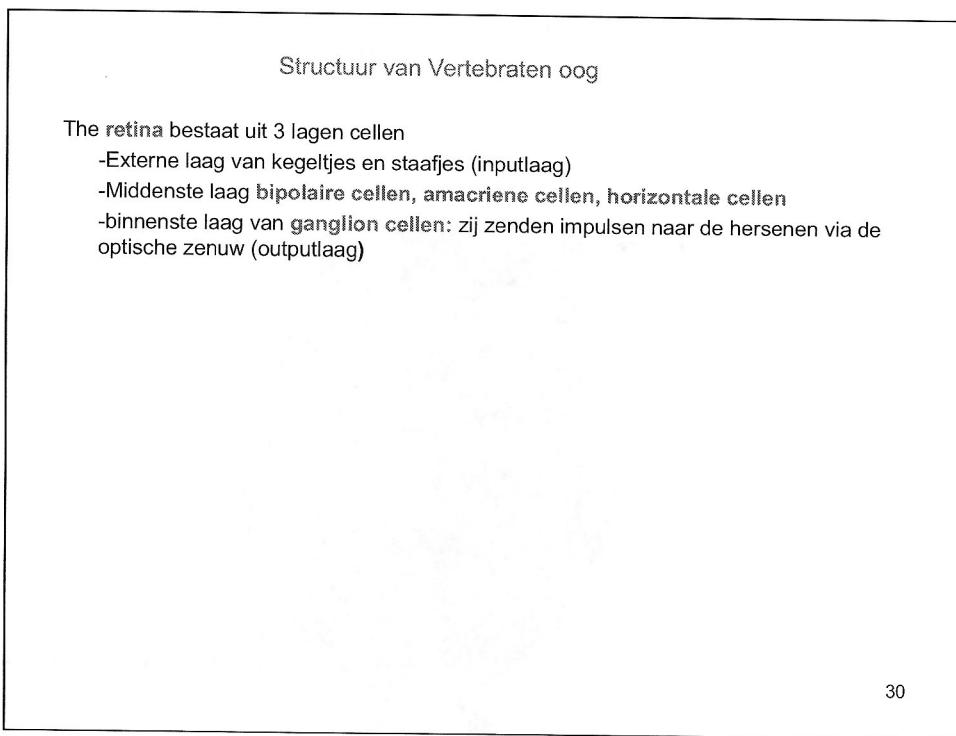
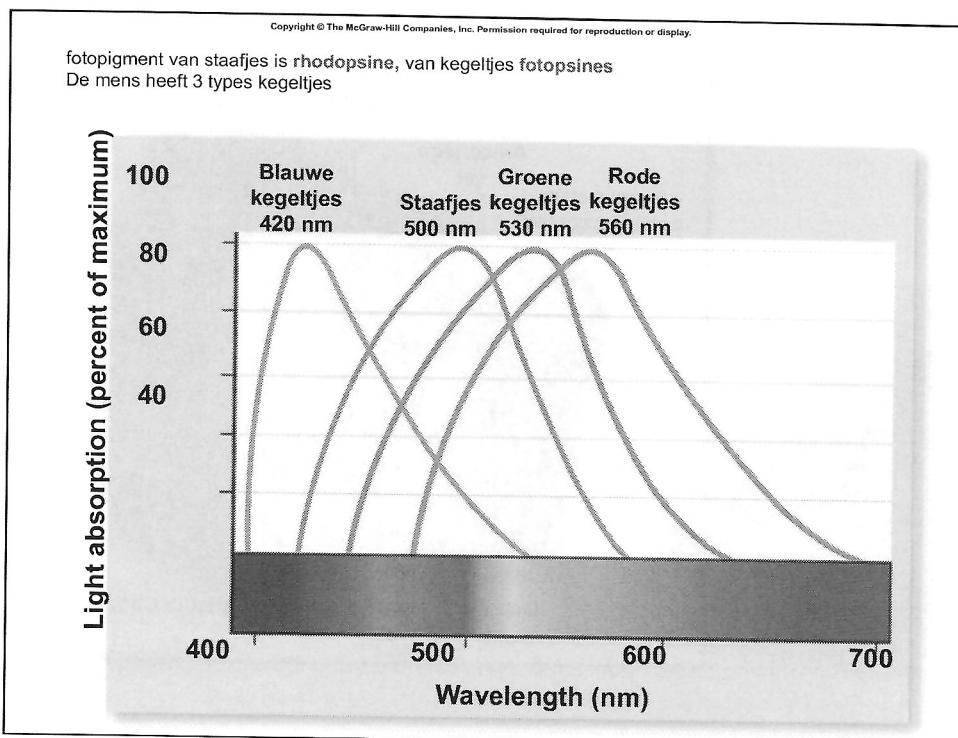
- staafjes = zwart-wit zicht bij zwakke verlichting
- kegeltjes = kleurenzicht en scherp zicht, goede verlichting nodig
  - zitten vooral centraal in retina, de fovea

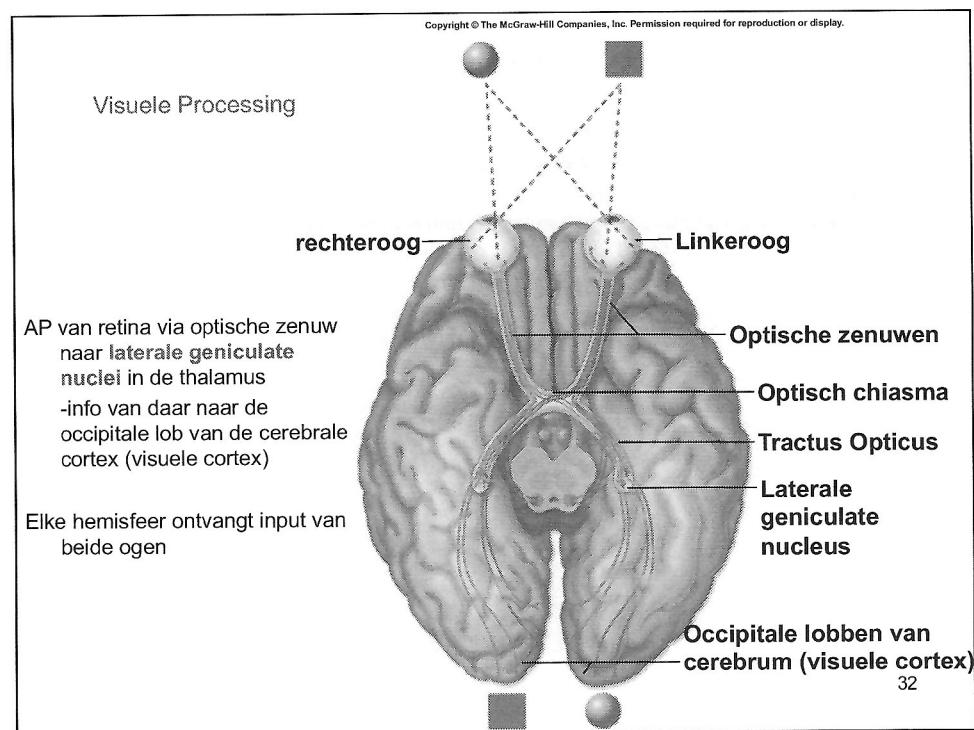
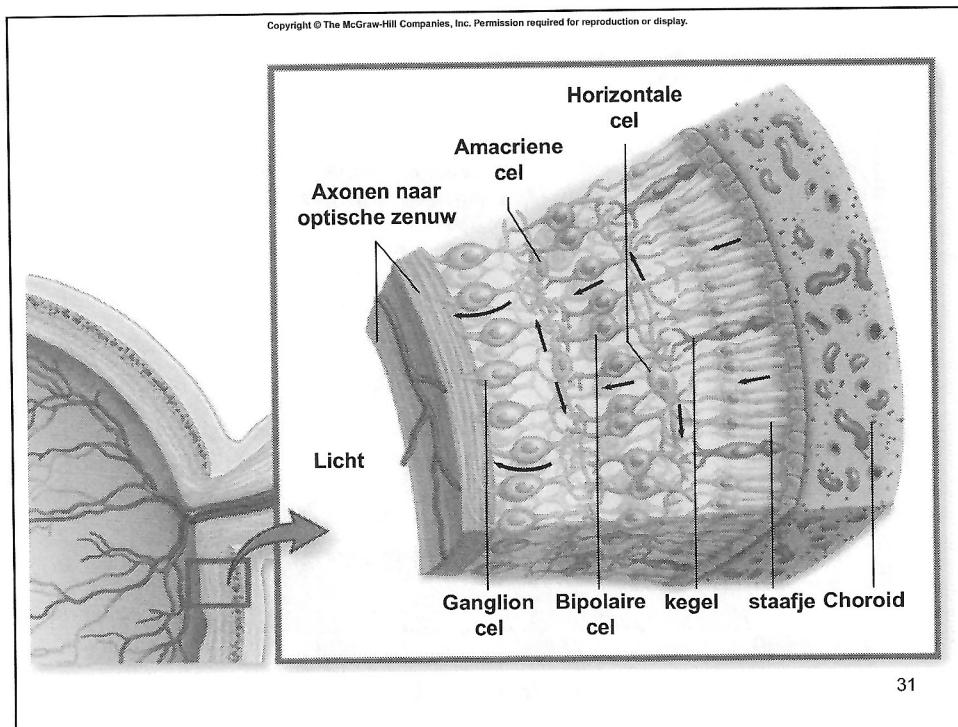
Kegeltjes en staafjes hebben dezelfde basis structuur

- binnenste segment rijk aan mitochondria en vesikels gevuld met neurotransmitter
  - via cilium verbonden met buitenste segment
- gevuld met 100den afgeplatte schijfjes met fotopigment

27





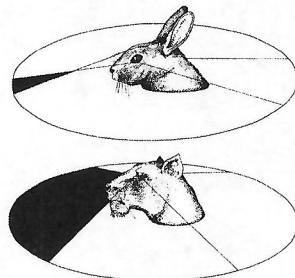


## Visuele Processing

Primaat en predatoren hebben twee frontaal gerichte ogen, 1 aan elke kant van het gezicht

- de twee visuele velden overlappen, belangrijk voor **binoculair zicht**
- waarneming van diepte en 3D – detailzicht

Prooidieren hebben hun ogen dikwijls meer zijwaarts ingepland in het hoofd - dit verhindert binoculair zicht, maar vergroot het totale receptieve veld – snelle detectie van de predator en vluchten



33

# Het Endocrien Systeem

## Hoofdstuk 44



### Signalisatie via chemische boodschappers

Vier mechanismen van celcommunicatie:

- Direct celcontact: **gap junctions** – desmosomen, etc.
- Neurale signalisatie via **synapsen**: neurotransmitter beïnvloedt de postsynaptische cel
- **Endocriene** signalisatie via bloed: hormoon bereikt vele cellen verspreid in lichaam
- **Paracriene** signalisatie: invloed op nabijgelegen cellen

#### Hormoon

- wordt gesecreteerd in de extracellulaire vloeistof en getransporteerd door bloed
- kan op een afstand inwerken
- alleen doelcellen met receptor kunnen reageren

#### Paracriene/autocriene regulatoren

- worden niet via bloed getransporteerd
- cellen reguleren elkaar binnen een orgaan of beïnvloeden zichzelf

#### Feromonen

- worden vrijgesteld in het milieu voor communicatie tussen individuen van 1 species

Definitie van hormoon vervaagt:

Sommige neurotransmitters worden via het bloed getransporteerd en ageren als **neurohormonen**

- bvb NA vrijgesteld door de bijnier coördineert de activiteit van het hart, lever, bloedvaten bij stress
- bvb ADH wordt vrijgezet door hypothalamus naar hypofyse

Hormoonproductie en release wordt dikwijls direct of indirect gereguleerd door het zenuwstelsel

- bvb hypothalamo-hypofysaire as

## Endocriene klieren

Het endocriene systeem omvat alle organen en weefsels die hormonen produceren

**Endocriene klieren**, gespecialiseerd in de secretie van hormonen

- ook organen, zoals de lever, die hormonen secreteren naast andere functies

↓

**Exocriene klieren** secreteren hun producten, zoals speeksel of melk, in een kanaal voor transport naar de buitenwereld toe

## Chemische klassen van hormonen

Moleculen die werken als hormonen moeten 2 basiskarakteristieken vertonen:

1. voldoende complex zijn om regulatorische informatie te kunnen vervoeren naar de doelcellen
2. voldoende stabiel zijn om te weerstaan aan afbraak alvorens de doelcellen te bereiken

Drie chemische klassen voldoen aan deze criteria:

### 1. Peptiden en proteïnen

- ADH, insuline, GH
- glycoproteïnen – LH, TSH

### 2. Aminozuurderivaten (amine-hormonen)

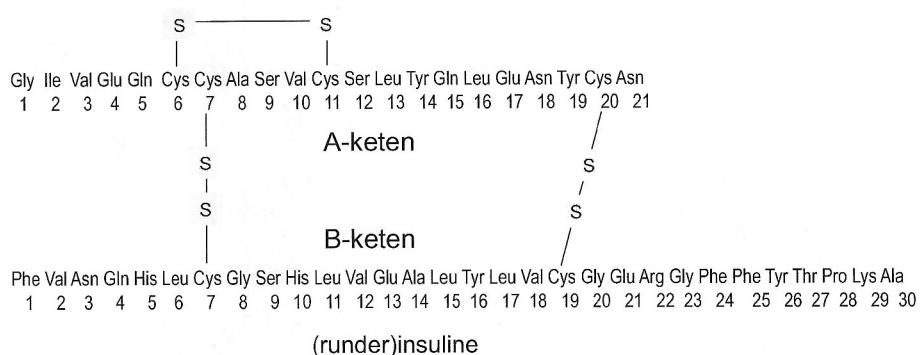
- catecholamines (tyrosine)
- schildklierhormonen (tyrosine)
- melatonine (tryptofaan)

### 3. Steroïden (lipiden, cholesterolderivaten)

- geslachtssteroïden (testis, ovarium, placenta)
- corticosteroïden (enkel door adrenale cortex)

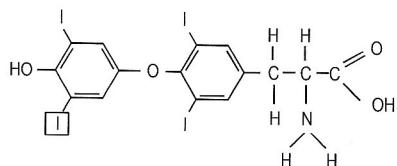
5

## polypeptiden

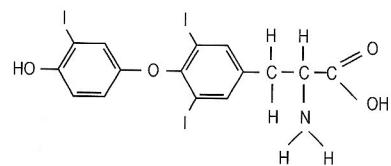


6

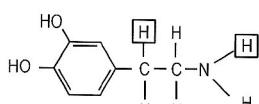
### amines



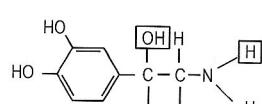
Thyroxine T<sub>4</sub>



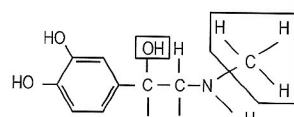
Triiodothyronine T<sub>3</sub>



Dopamine



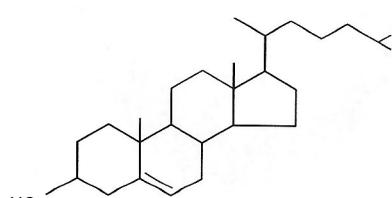
Noradrenaline (= norepinephrine)



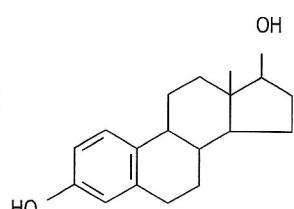
Adrenaline (= epinephrine)

7

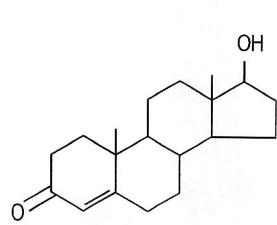
### steroiden



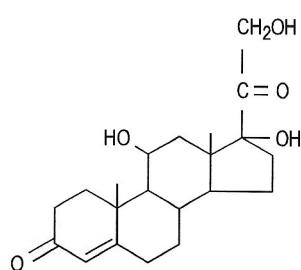
Cholesterol



Oestradiol



Testosteron



Cortisol

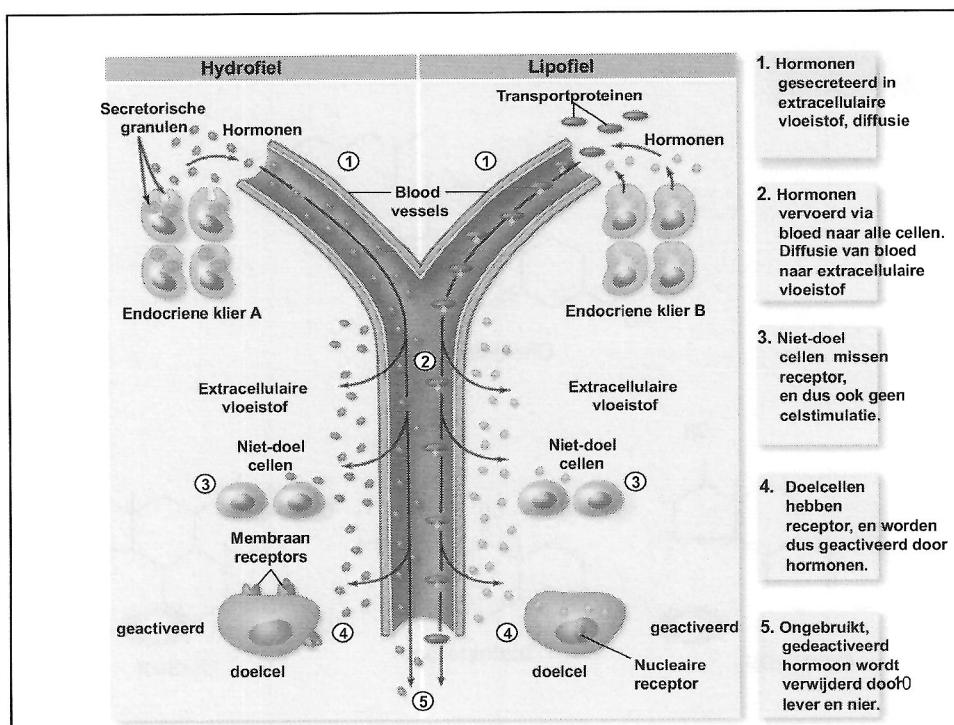
8

## Cellulair werkingsmechanisme

Hormonen zijn:

- **Lipofiel** (hydrofoob of apolair) = vet-oplosbaar
  - steroidhormonen en schildklierhormonen
  - binden aan **intracellulaire receptoren** en vormen complexen
  - receptorcomplexen binden aan DNA in kern
  - langdurige werking (dagen tot weken)
  
- **Hydrofiel** (polair) = water-oplosbaar
  - alle andere hormonen
  - binden aan **receptoren op celmembraan**
  - werking meestal via secundaire boedschappermoleculen
  - kortstondige werking (minuten tot uren)

9

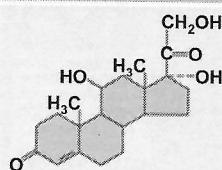


## Lipofiele Hormonen

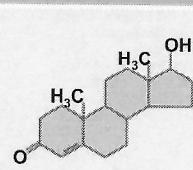
Lipofiele hormonen:

- steroïdhormonen (afgeleid van cholesterol)
- thyroïdhormonen (tyrosine + jodium)
- retinoïden of vitamine A

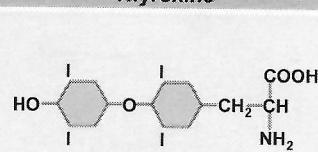
Cortisol (Hydrocortisone)



Testosterone



Thyroxine



11

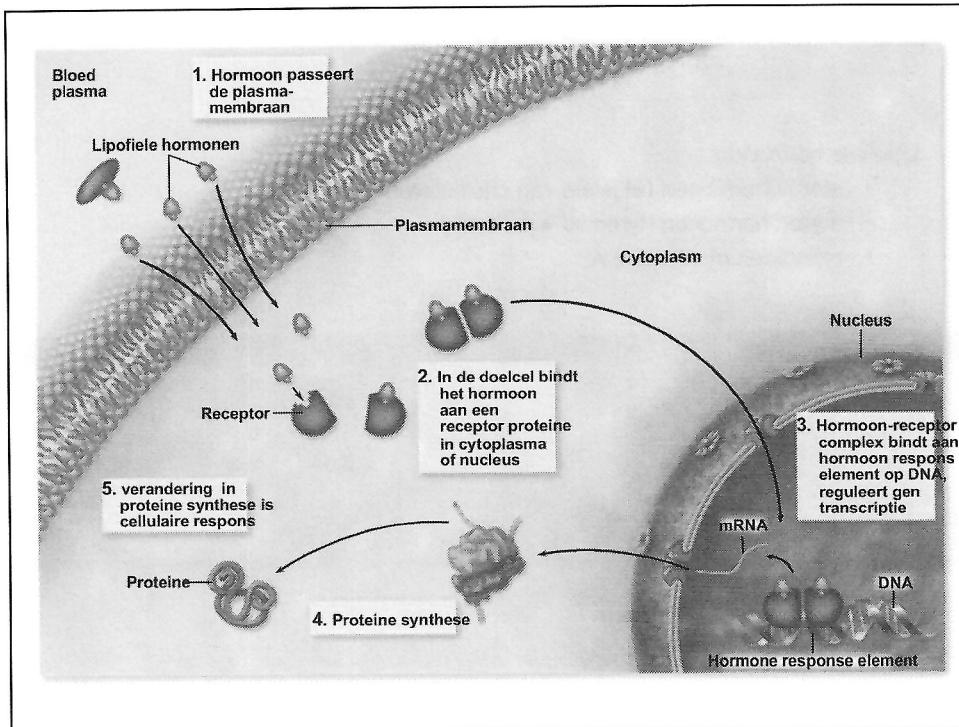
## Lipofiele Hormonen

- circuleren in het bloed gebonden aan transport eiwitten
- dissociëren van de carriér t.h.v. de doelcellen
- passeren de celmembraan en binden aan een intracellulaire receptor, aanwezig in het cytoplasma of in de nucleus
- hormoon-receptor complex bindt aan **hormoon-respons element** in DNA
- reguleren zo genexpressie (hormoon-geactiveerde transcriptiefactors)

bvb. thyroïd hormoon bindt aan R in hypofyse bij mens - inhibeert de expressie van thyrotropine = negatieve feedback

bvb. oestrogeen bindt aan R in levercellen van kip – zet aan tot productie van vitellogenine, wordt getransporteerd naar ovaria om eigeel te vormen

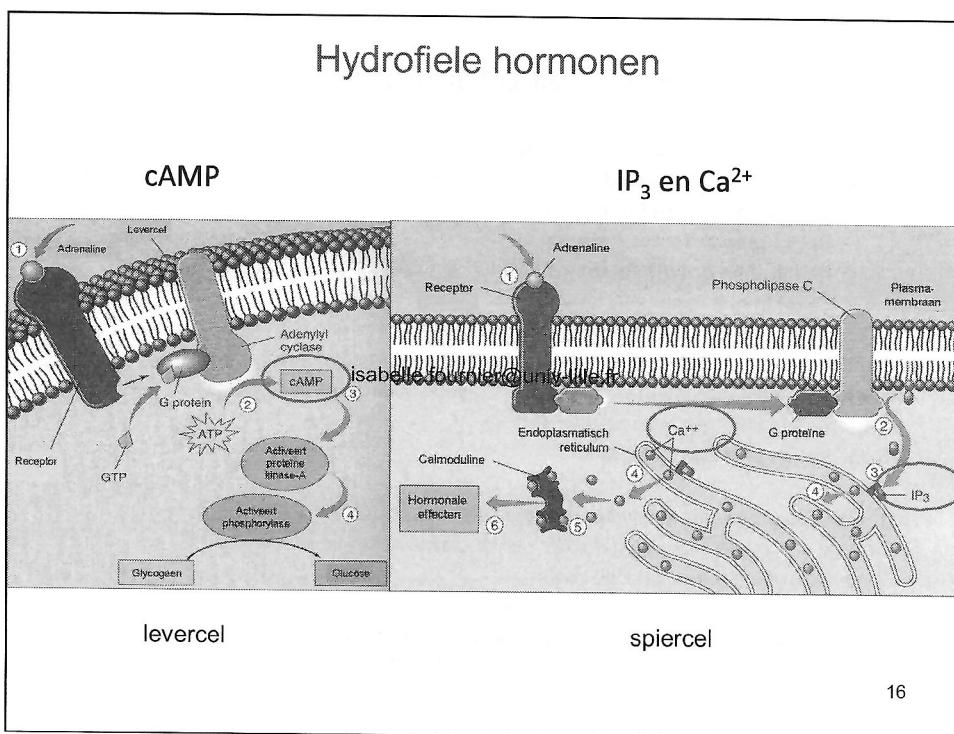
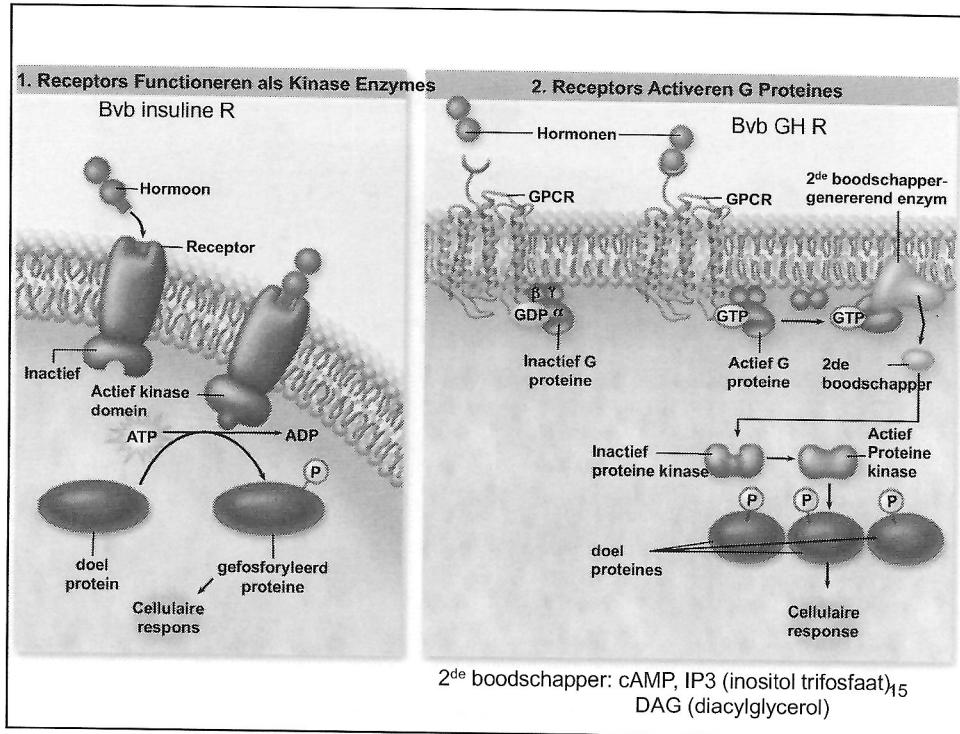
12

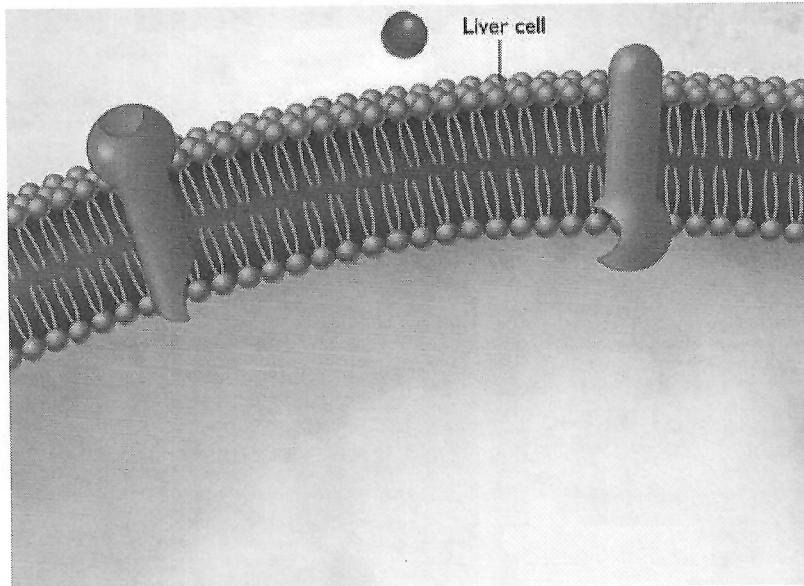


## Hydrofiele hormonen

Hydrofiele hormonen: peptiden, proteïnes en catecholamines

- te groot of polair om celmembraan te passeren
- hormonen binden aan extracellulaire receptoren
- initiëren signaaltransductiewegen
  1. activatie van **proteïne-kinases (RTKs)**
    - (de)activeren intracellulaire eiwitten via **fosforylatie**
  2. productie van **tweede-boedschapper** moleculen (GPCRs)
    - G-proteïne inhibiteert of activeert tweede-boedschapper genererend enzym – inhibitie of activatie van target
    - receptor kan gebonden zijn aan verschillende G-proteïnes in verschillende cellen – variëteit aan responsen mogelijk





Invloed van adrenaline op een levercel

## Paracriene regulatoren

Paracriene regulatie treedt op in meeste organen

- Groeifactoren** zijn proteïnen die groei en celdeling (mitose) promoten in specifieke organen
  - Epidermal growth factor = huid
  - Nerve growth factor = neuronen
  - Insulin-like growth factor = been
  - Cytokines = immuunsysteem

Het endotheel van bloedvaten is rijke bron van paracriene regulatoren

- Nitric oxide (NO)** promoot vasodilatie van gladde spiercellen in bloedvat
- Endotheline** stimuleert vasoconstrictie
- Bradykinine** promoot vasodilatie

**Prostaglandines** (vetzuur, gesynthetiseerd uit arachidonzuur)

- Diverse groep van vetzuren geproduceerd in zowat elk orgaan
- Reguleren gamma aan functies zoals:
  - gladde spiercontractie, longfunctie, inflammatie (zwelling, pijn, koorts)
- Synthese wordt geïnhibeerd door **nonsteroid anti-inflammatory drugs (NSAIDs)** zoals aspirine en ibuprofen (inhibitie van cyclo-oxygenase 2)

18

## Hypofyse - hypothalamus

### De hypofyse

- hangt met steel aan de **hypothalamus**
- bestaat uit twee delen:
  - anterieure of **adenohypofyse**: glandulair
  - posterieure of **neurohypofyse**: fibreus

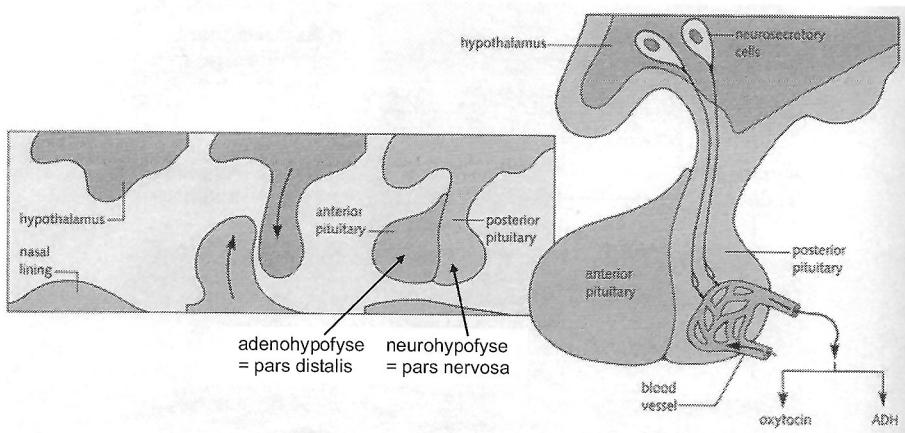
**De neurohypofyse** ontwikkelt uit de hersenen en blijft direct verbonden met de hypothalamus via een bundel van axonen

Stockeert en zet twee neurohormonen vrij, die eigenlijk geproduceerd worden door neurale cellichamen in de hypothalamus = **neuroendocriene reflex**

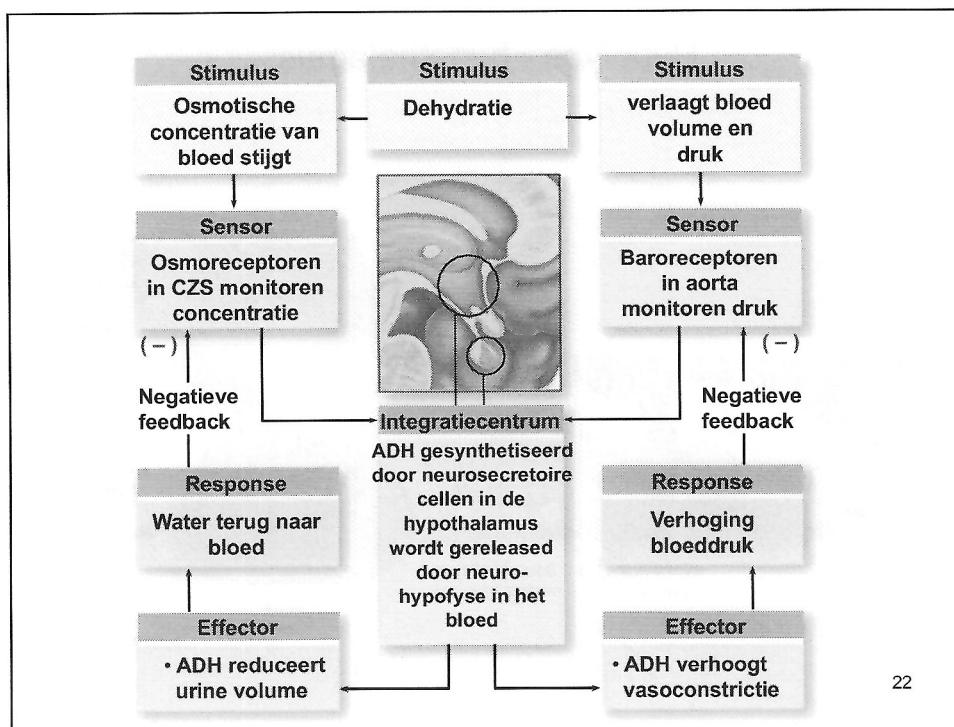
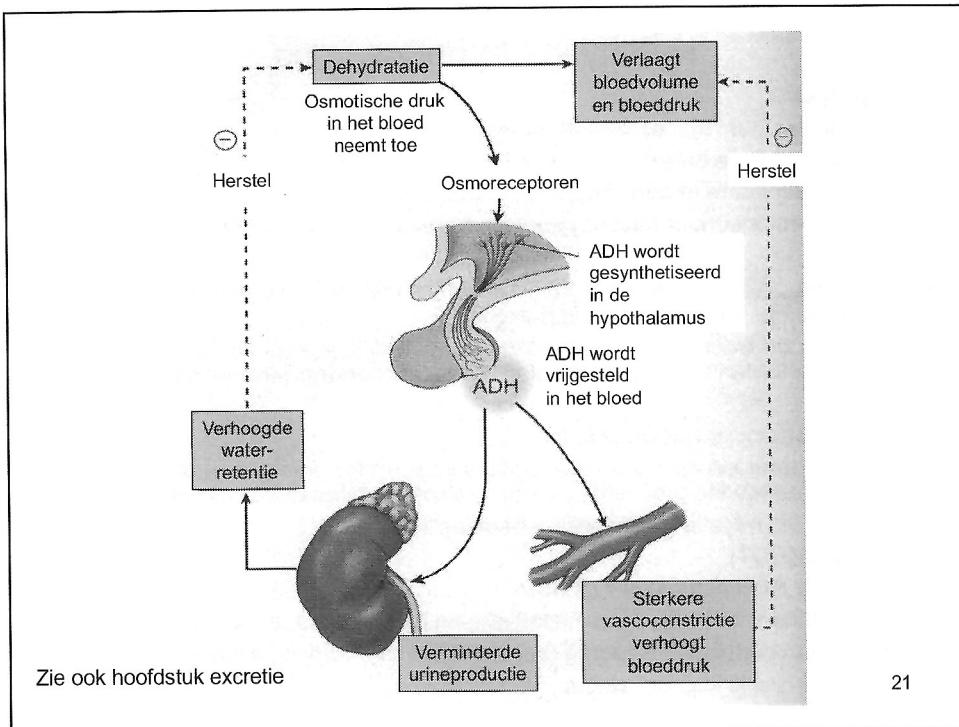
- **Antidiuretisch hormoon (ADH)**
  - peptide hormoon dat waterreabsorptie stimuleert thv de nierbuisjes, en dus diurese (urine productie) inhibeert (alcohol inhibeert ADH secretie)
  - werking via negatieve feedback - homeostase
- **Oxytocine (OT)**
  - net zoals ADH opgebouwd uit 9 AZ
  - in zoogdieren stimuleert het melkejectie en uteruscontractie tijdens de arbeid
  - reguleert voortplantingsgedrag (eerder paracriene werking binnen CZS)
  - versterkt band in relaties = knuffelhormoon

19

## Hypofyse - hypothalamus



20



## Hypofyse - hypothalamus

De adenohypofyse ontwikkelt uit een zakje van epitheliaal weefsel thv de mondholte van het embryo

Produceert minstens zeven essentiële hormonen

- tesamen de **trope hormonen of tropines** genoemd
- op te delen in 3 families
  - peptide hormonen, proteïne-hormonen en glycoproteïne-hormonen

### Peptide hormonen

- minder dan 40 AZ in grootte
- Adrenocorticotroop hormoon (ACTH)
- Melanocyt-stimulerend hormoon (MSH)

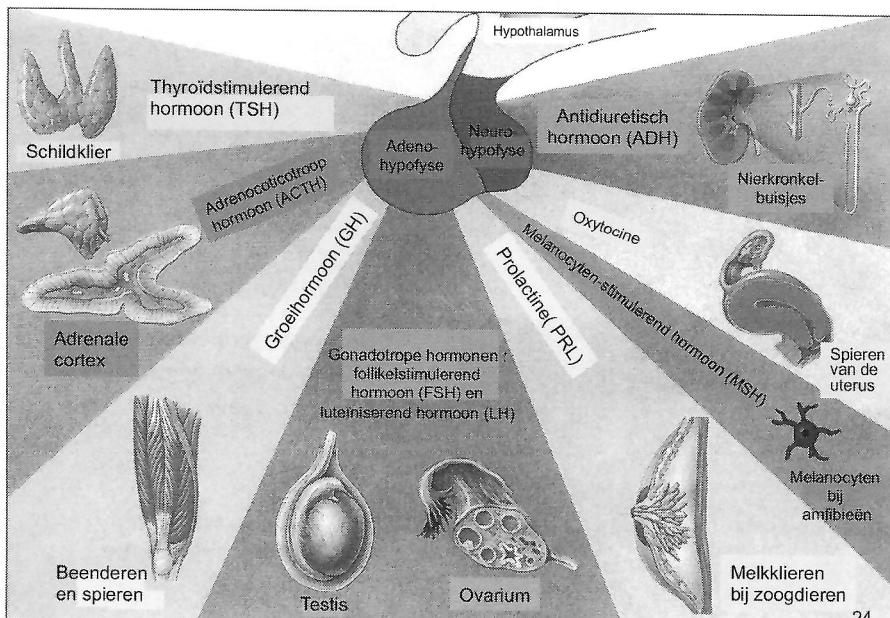
### Proteïne hormonen

- enkele keten van ongeveer 200 AZ
- Groei-hormoon (GH)
- Prolactine (PRL)

### Glycoproteïne hormonen

- dimeren, alpha (a) en beta (b) subunits, elk zowat 100 AZ
- Thyroid-stimulerend hormoon (TSH)
- Luteinizerend hormoon (LH)
- Follikel-stimulerend hormoon (FSH)
- LH en FSH zijn gonadotropines

23



24

## Hypofyse - hypothalamus

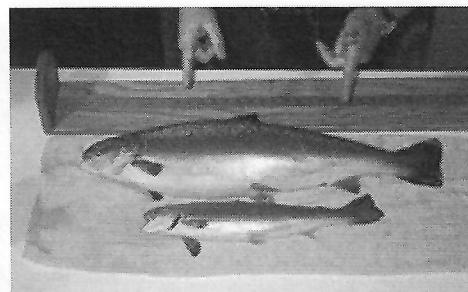
De adenohypofyse of “master klier” oefent directe en indirecte effecten uit:

- Direct: activatie van niet-endocriene doelen
  - PRL, GH, MSH – spier, lever, been
- Indirect: activatie van andere endocriene klieren
  - ACTH, TSH, LH, FSH – ovaria, schildklier, bijnier

**Hypofysectomie** is het chirurgisch verwijderen van de hypofyse

25

## GH : groei en melkproductie

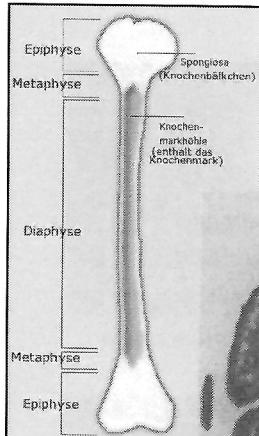


transgene zalm met extra GH gen  
en wild-type zalm van zelfde leeftijd

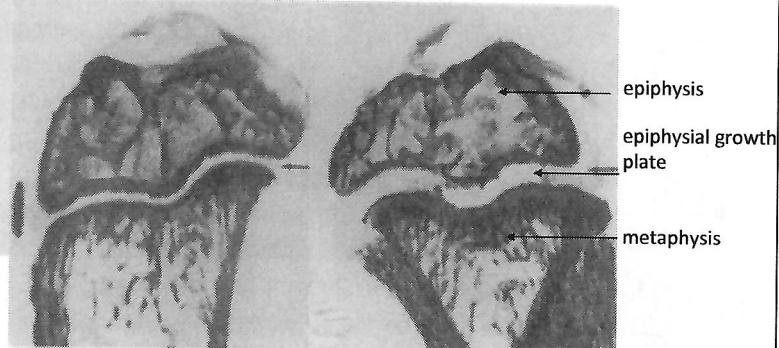


gebruik van rbST (recombinant bovine  
somatotropine) voor stimulatie  
melkproductie

26



## GH en groei van beenderen



GH-behandeld

GH stimuleert groei beenderen en aanmaak spieren bij kinderen  
- ook invloed op metabolisme van eiwitten, vetten en suikers

## GH en groei van beenderen

### Groeihormoon

- stimuleert groei van spieren en bindweefsel
- promoot ook productie van **insulin-like growth factor**: stimuleert celdeeling in de epifyse-groeiplaten, en dus botverlenging

**Gigantisme** wordt veroorzaakt door excessieve secretie van GH in kinderen

**Hypofyse dwerggroei** wordt veroorzaakt door deficiënte GH secretie bij kinderen

GH veroorzaakt in volwassenen geen verandering in lengte omdat groeiplaten in botten transformeren van kraakbeen naar been tijdens de pubertijd

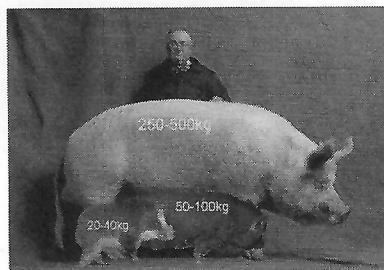
Overmatige GH secretie in adulthen veroorzaakt **acromegalie** (vervorming been/zachte weefsels, vooruitstekende kin, lange vingers, verdikking huid: vorm van gigantisme bij volwassenen)



*gigantisme en dwerggroei bij mens*



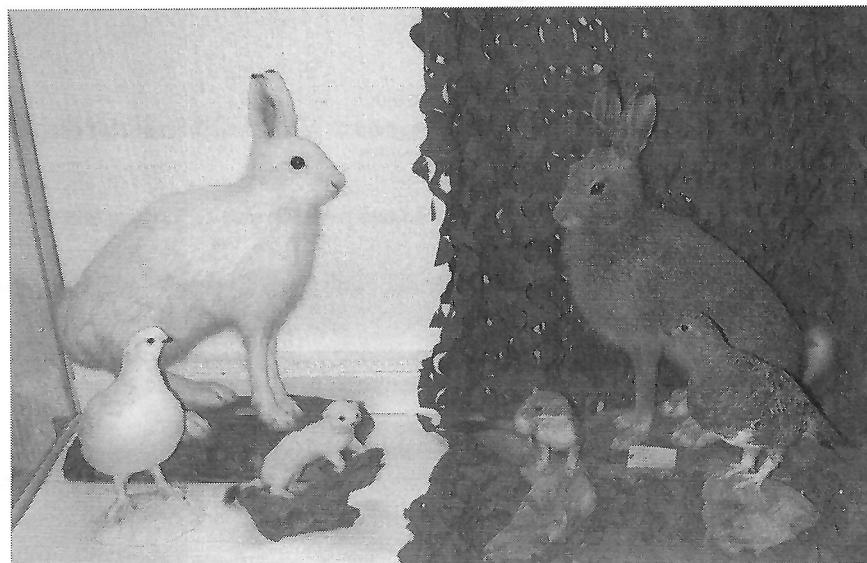
*sex-linked dwerggroei bij kip*



*dwergvarkens*

29

### MSH en melanine pigmentatie



*MSH controleert kleurverschil winter- en zomervacht  
heeft ook invloed op voederopname*

30

## Hypofyse - hypothalamus

Activiteit van adenohypofyse wordt gecontroleerd door hormonen van de hypothalamus

- Neuronen secreteren **releasing hormonen en inhiberende hormonen**, welke diffunderen in bloedcapillairen thv de basis van de hypothalamus
- Elk hormoon dat via het **hypothalamo-hypofysair portaal systeem** wordt aangevoerd, reguleert een specifiek hormoon van de adenohypofyse

TRH – TSH

CRH – ACTH

GnRH – FSH + LH (samen de gonadotropines)

GHRH – GH

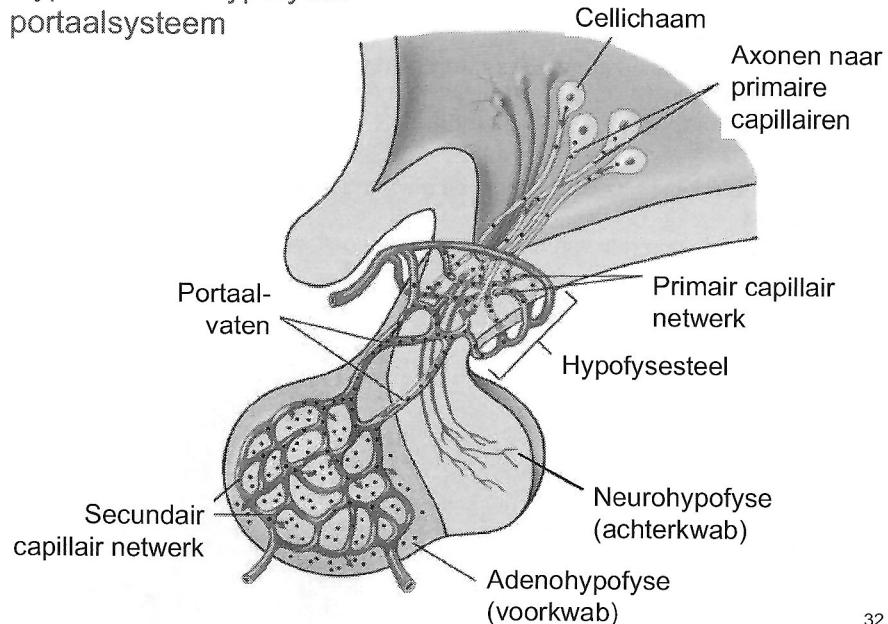
GHIH (ook somatostatine genoemd) – GH

PIH – prolactine

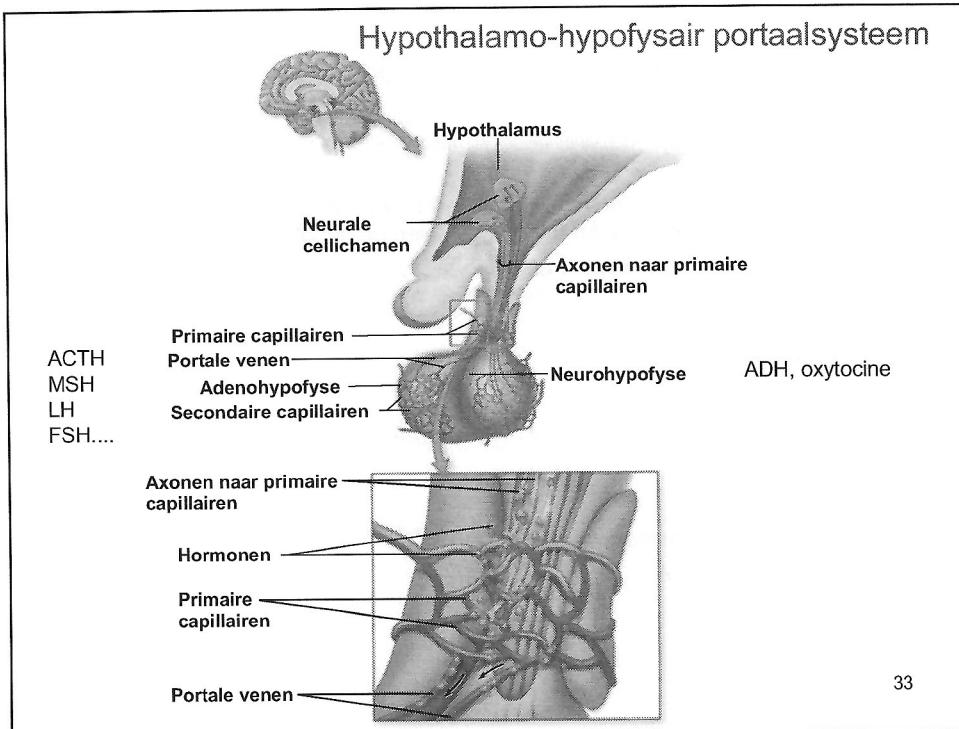
MIH – MSH

31

Hypothalamo-hypofysair portaalsysteem



32



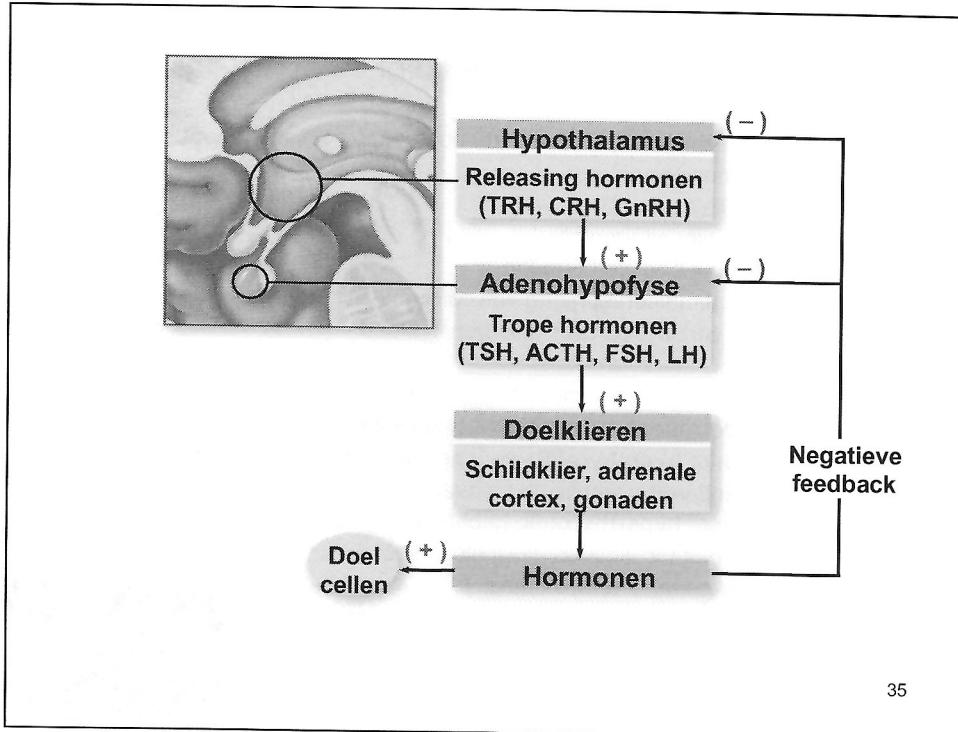
### Hypofyse - hypothalamus

De hypothalamus en de adenohypofyse worden deels gecontroleerd door de hormonen waarvan ze zelf de secretie stimuleren  
= negatieve feedback of feedback inhibitie

**Positieve feedback** is ongewoon omdat dit afwijkingen van homeostase veroorzaakt  
- voorbeeld is de controle van de **ovulatie** (zie hoofdstuk voortplanting)

Noot: indien onvoldoende jodium, geen goede T<sub>4</sub> secretie, geen goede negatieve feedback, aanhoudende TRH/TSH release, overstimulatie schildklier, goiter vorming

34



35

## Perifere endocriene klieren

- Schildklier en bijschildklieren
- Bijnieren
- Pancreas
- Gonaden (testis en ovarium): zie hoofdstuk Voortplanting
- Epifyse
- Vele organen bevatten groepjes/geïsoleerde endocriene cellen

36

## De schildklier

Bij de mens ligt de schildklier juist onder de adamsappel en secreteert:

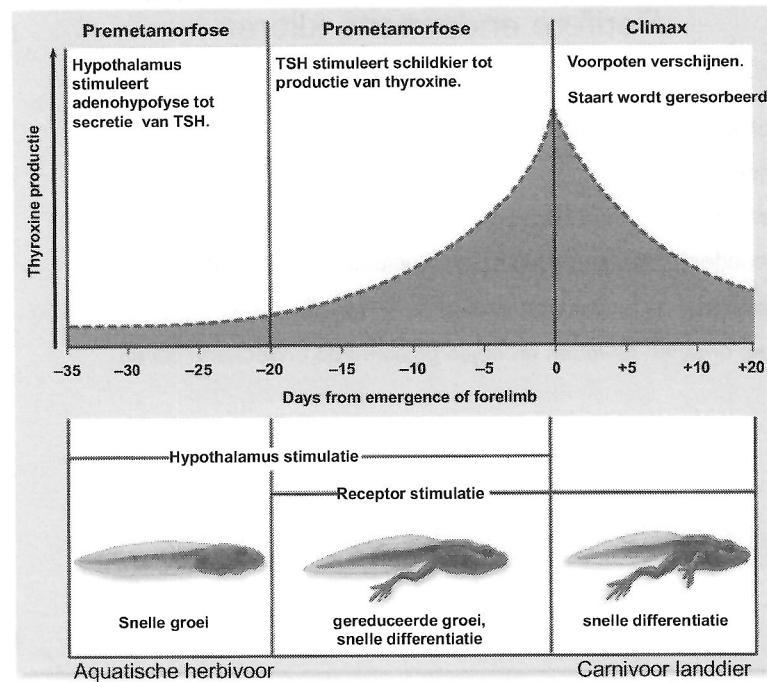
- Thyroïdhormonen
  - Thyroxine
  - Triiodothyronine
- Calcitonine peptide hormoon
  - stimuleert opname van calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) in been
  - verlaagt zo  $\text{Ca}^{2+}$  waarden in bloed

Thyroïdhormonen binden aan nucleaire receptoren

- reguleren carbohydraat- & vetmetabolisme (lichaamstemp. bij endothermen)
- Adulten met **hypothyroidie** vertonen lage productie van thyroxine
  - verminderd metabolisme en overgewicht
- Adulten met **hyperthyroidie** hebben hoge thyroxine productie
  - hoog metabolisme en gewichtsverlies
- belangrijk voor normale ontwikkeling
- trigger voor metamorfose in amfibieën en sommige vissen



Neem schildklier weg bij larve: blijft larve – Voed larve met schildklier: versnelde metamorfose



38

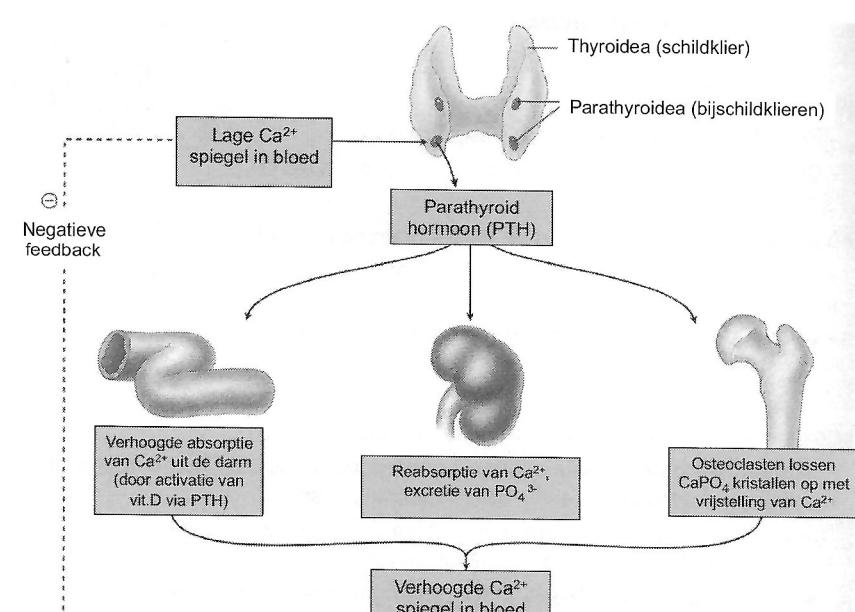
## De Parathyroidea

De **bij**schildklieren zijn 4 kleine klieren gehecht aan de schildklier

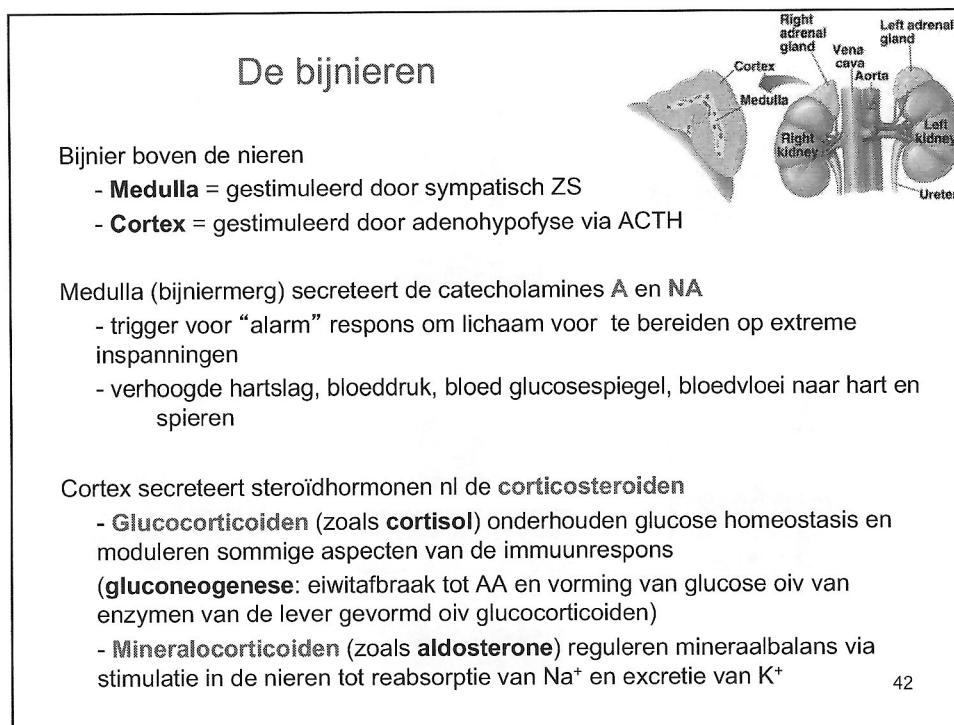
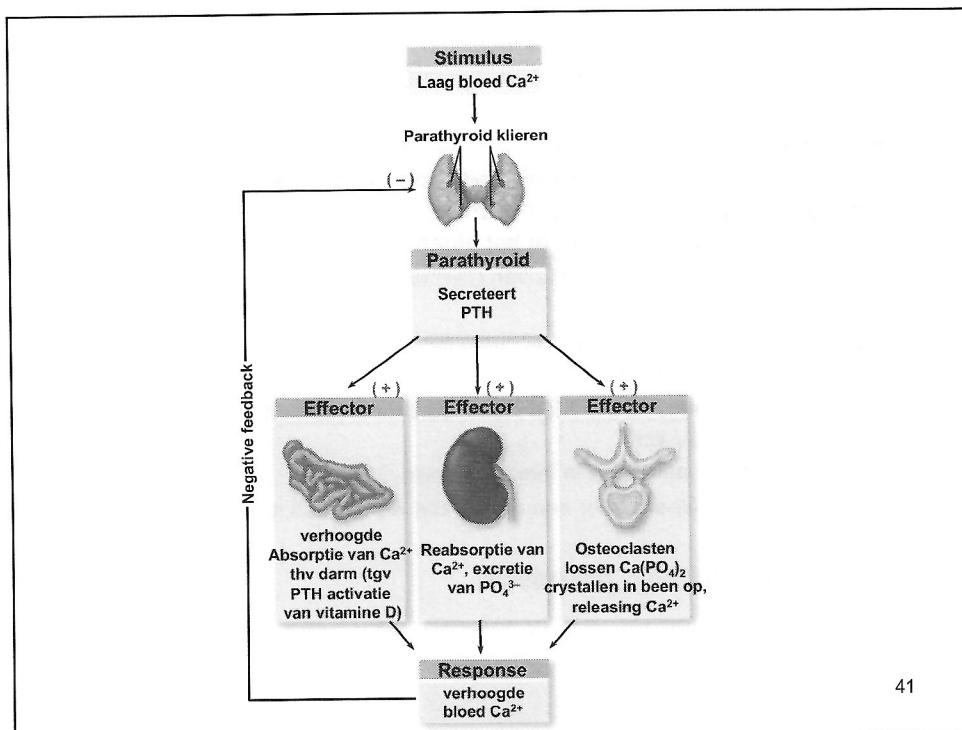
- produceren **parathormoon (PTH)** in respons op dalende  $\text{Ca}^{2+}$  conc. in bloed
  - stimuleert osteoclasten om calcium fosfaatkristallen op te lossen in beenmatrix  
**en stelt  $\text{Ca}^{2+}$  vrij in het bloed**
  - stimuleert nieren tot reabsorptie van  $\text{Ca}^{2+}$  uit urine
- leidt indirect tot absorptie van  $\text{Ca}^{2+}$  uit voedsel in de darmen via activatie van **vitamine D**
  - wordt geproduceerd in huid vanuit een cholesterolderivaat in respons op UV-licht
  - diffundeert naar bloed in inactieve vorm
  - wordt geactiveerd door een enzym dat wordt gestimuleerd door PTH

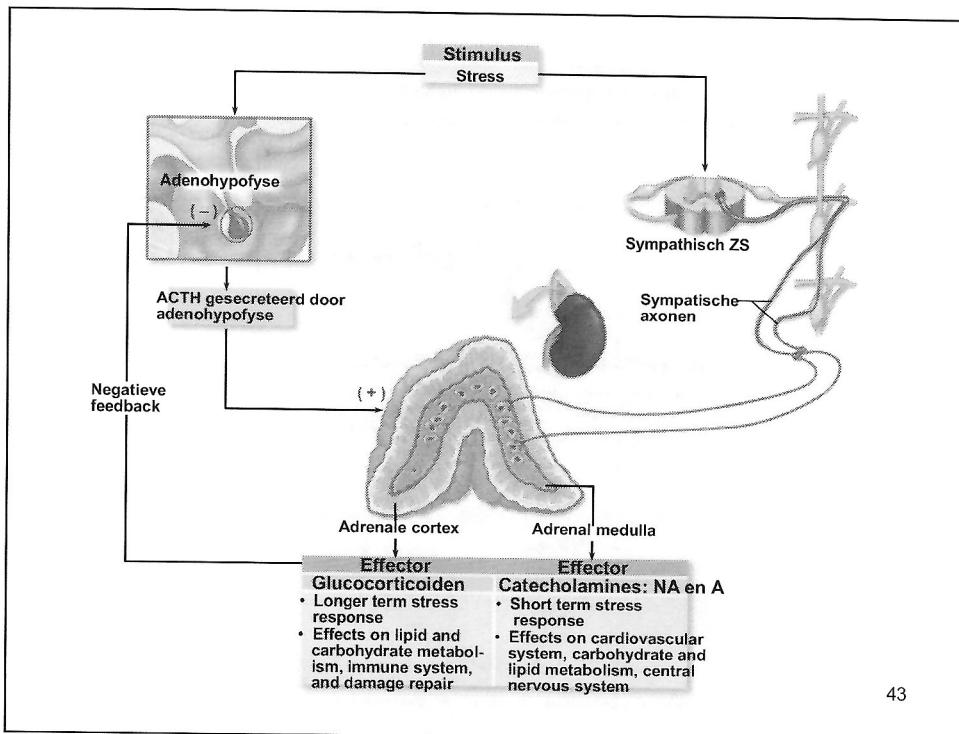
Rol van  $\text{Ca}^{2+}$ : spiercontractie, zenuwstelsel,...

39



40





## De Pancreas

**De pancreas** ligt onder de maag

- verbonden met duodenum via pancreatiche ductus – exocriene klier - verteringsenzymen

Eilandjes van **Langerhans** liggen verdeeld over pancreas - regelen bloedglucose levels (homeostase) via twee antagonistisch werkende hormonen:

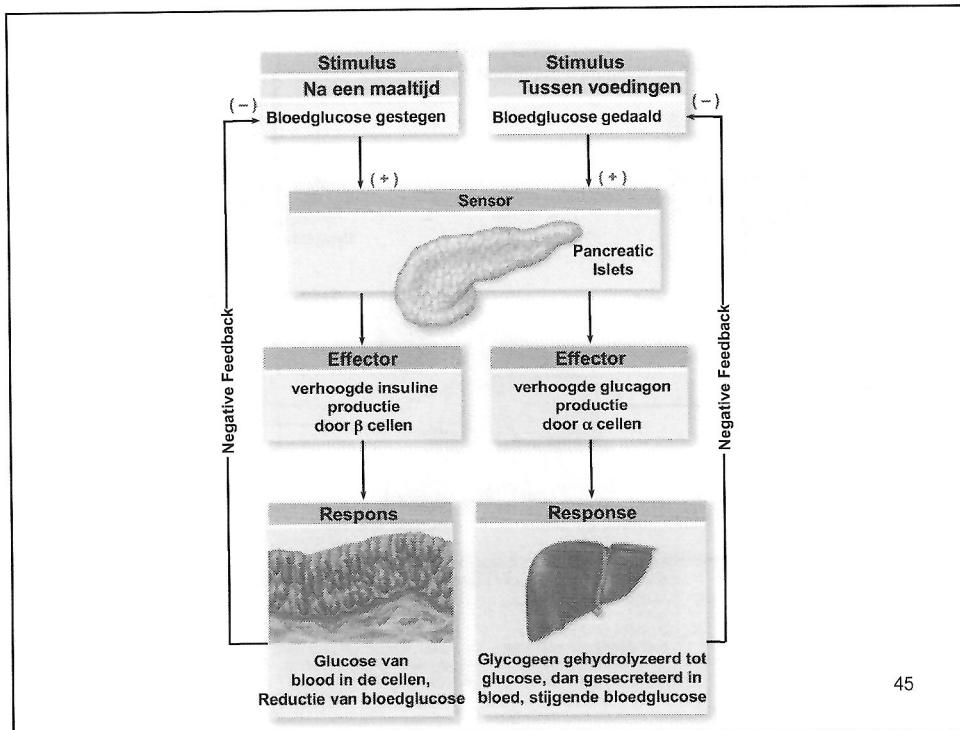
**Insuline** (verlaagt bloedglucosespiegel)

- gesecreteerd door  $\beta$  cellen van de eilandjes
- stimuleert cellulaire opname van bloed glucose en zijn stockage als glycogeen in de lever en spiercellen of als vet in vetcellen (**glycogenese**)

**Glucagon** (verhoogt bloedglucosespiegel)

- gesecreteerd door  $\alpha$  cellen in eilandjes
- promoot hydrolyse van glycogeen in de lever en vet in vetweefsel (**glucogenolyse**)

The diagram shows a cross-section of a **Pancreatic islet (islet of Langerhans)**. It contains **Beta cell**s and **Alpha cell**s, which are surrounded by **Surrounding pancreatic tissue**. The islet is labeled **Pancreas**.



45

## Diabetes Mellitus

Diabetici kunnen geen glucose uit bloed opnemen

### -Type I (insulin-dependent diabetes)

- individu mist insuline-secreterende beta cellen
- voornaamste oorzaak auto-immuun ziekte
- behandelen met dagelijkse insuline injecties

### -Type II (noninsulin-dependent diabetes)

- meeste patienten hebben deze vorm
- erg laag aantal insuline-receptoren – verminderde gevoeligheid voor insuline
- voornaamste oorzaak obesitas
- behandelen met dieet en lichaamsbeweging

46

## De Gonaden

De ovaria en testes in vertebraten

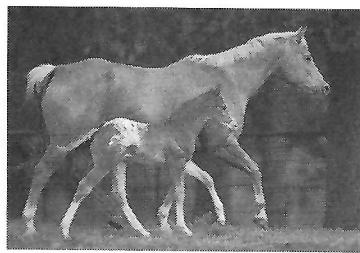
- produceren **geslachtssteroiden** welke de reproductie regelen
- **Oestrogeen en progesteron**
  - “Vrouwelijke” hormonen
- **Androgenen**
  - “Mannelijke” hormonen
  - **Testosteron** en zijn derivaten

47

## De Pijnappelklier of epifyse

De **pijnappelklier** is gelocaliseerd in dak van 3<sup>de</sup> ventrikel van de hersenen

- secreteert **melatonine**
  - Reduceert dispersie van melanine granulen
  - Reguleert biologische klok (SCN)
    - SCN zet aan tot melatonine secretie in het donker
  - Synchroniseert verschillende lichaamsprocessen met circadiaan ritme
    - dag/nacht ritme
    - seizoensritme :
      - migraties
      - seizoensgebonden voortplanting



Long-day breeders



Short-day breeders

48

## Andere Hormonen

Sommige hormonen worden gesecreteerd door organen die niet exclusief endocriene klier zijn

- **Atriaal natriuretisch hormoon** wordt gesecreteerd door de hartspiercellen in het rechter atrium van het hart
  - promoot zout- en waterexcretie (dus antagonist van aldosterone)
- **Erythropoietine** wordt gesecreteerd door de nier
  - stimuleert beenmerg tot productie van RBC

49

LEZEN TOT EINDE

## Hormonen bij insecten

Insecten ondergaan twee types van transformatie tijdens post-embryonale ontwikkeling

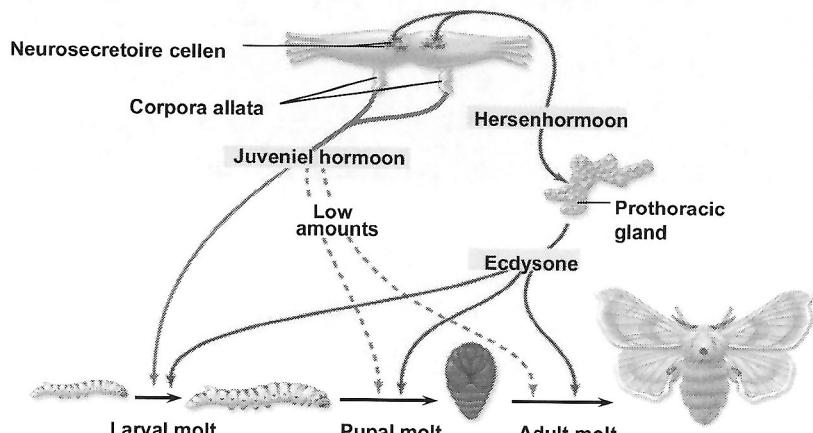
- **Vervelling** = Afgooien van oude exoskelet en secretie van een nieuw en groter
- **Metamorfose** = Radicale transformatie van larve tot adulte vorm



50

Hormonale secreties beïnvloeden vervelling en metamorfose

- hersenhormoon stimuleert prothoracale klier tot productie van **ecdysone**
  - hoge waarden veroorzaken vervelling
- de **corpora allata** produceren **juvenile hormoon**
  - hoge levels verhinderen popvorming
  - lage levels resulteren in metamorfose



### Gebruik-misbruik hormonen

- Gebruik als geneesmiddel ↔ doping (anabole steroiden (prestatie), Epo (RBC), ...)
- In veeteelt (Europa ≠ USA)  
spiermassa, melk, voortplanting, ...  
toevoeging-selectie-genetische manipulatie
- Gebruik als selectief insecticide
- "Hormoonvrij" vlees?
- Gebruik feromonen



# Monitoraatssessie

## Spijsvertering (Hoofdstuk 48)

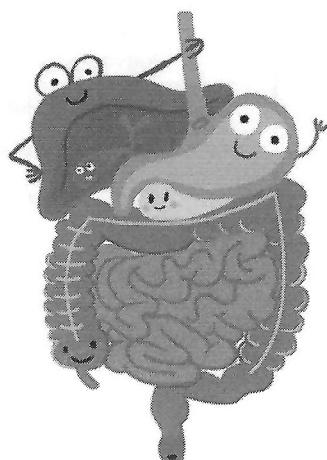
1<sup>ste</sup> Bachelor BMW

Elke Kuypers

Monitoraat Geneeskunde

### Inhoudsopgave

1. **Variaties** in spijsverteringsstelsels: een overzicht
2. Het menselijke spijsverteringsstelsel
  - 2.1 mond en keelholte
  - 2.2 de slokdarm
  - 2.3 maag
  - 2.4 dunne darm
    - 2.4.1 absorptieproces in de dunne darm
  - 2.5 geassocieerde organen
    - 2.5.1 pancreas
    - 2.5.2 lever en galblaas
  - 2.6 Dikke darm
3. **Aanpassingen** van spijsverteringsstelsel afhankelijk van voedselinname
4. Regulatie van spijsverteringsstelsel
  - 4.1 Bloedglucose regulatie
  - 4.2 Regulatie voedselopname
  - 4.3 Neuro-endocriene controle van voedselgedrag



# Terminologie

- Autotroof (planten): kunnen organische moleculen maken
- Heterotroof (dieren): nemen organische moleculen op via voeding
  - hebrivoren
  - carnivoren
  - omnivoren



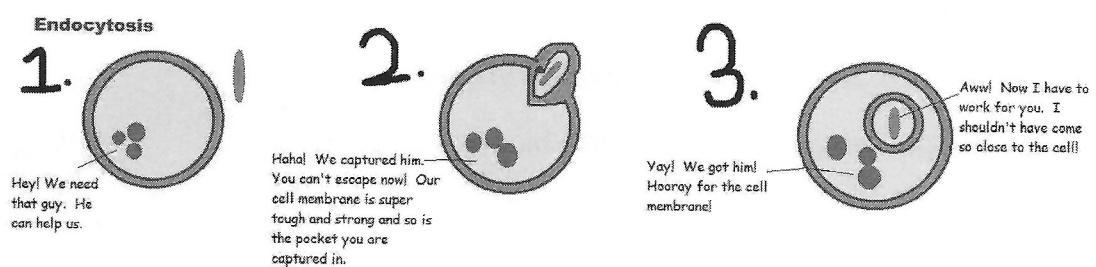
3

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

## Variaties in spijsverteringsstelsels

**éencellige organismen & sponzen:** intracellulaire vertering  
endocytose (variaties: fagocytose/pinocytose)



4

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

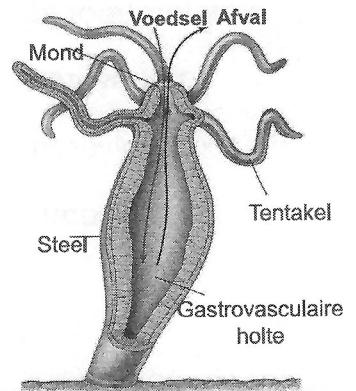
# Varieties in spijsverteringsstelsels

multicellulaire organismen: extracellulaire vertering = binnen spijsverteringsholte

onvolledig spijsverteringsstelsel (mond = anus) vs. volledig (mond ≠ anus)

- Cnidaria : (onvolledig) gastrovasculaire holte

- 1 opening
- geen specialisatie
- verteringsenzymen worden in holte vrijgegeven

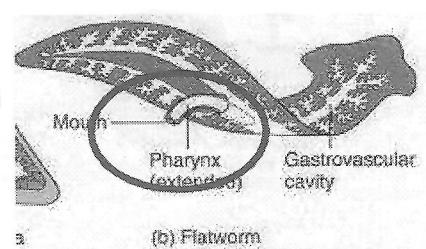


# Varieties in spijsverteringsstelsels

multicellulaire organismen: extracellulaire vertering = binnen spijsverteringsholte

- Platwormen: (onvolledig) gastrovasculaire holte

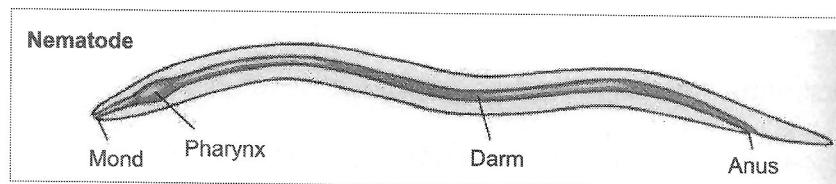
- vertakte holte
- via farynx worden verteringsenzymen vrijgegeven
- gedeeltelijk verterd voedsel wordt binnen gezogen



# Variaties in spijsverteringsstelsels

multicellulaire organismen: extracellulaire vertering = binnen spijsverteringsholte

- **Nematoden:** (volledig) eenvoudige, buisvormige darm



7

Faculteit Geneeskunde

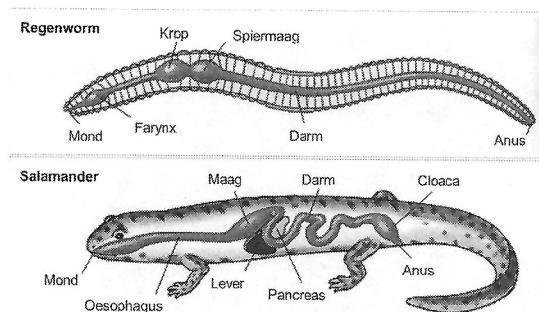
KU LEUVEN

# Variaties in spijsverteringsstelsels

multicellulaire organismen: extracellulaire vertering = binnen spijsverteringsholte

- **Complexere diersoorten:** (volledig) gespecialiseerde gebieden voor verschillende functies

- fragmentatie/opslag
- chemische vertering
- absorptie
- defecatie



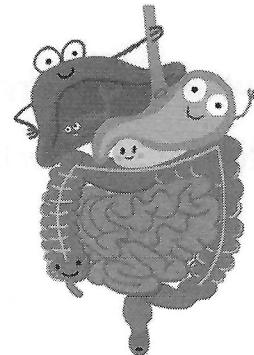
8

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

# Het menselijk spijsverteringsstelsel: overzicht

- mond + keel (farynx) : opname + afbraak
- slokdarm (oesophagus): transport naar maag
- maag: mechanische & enzymatische afbraak
- dudodenum, jejunum, ileum (dunne darm): afbraak + absorptie
  - geassocieerde verteringsorganen (pancreas, lever, galblaas)
- dikke darm (colon) en blinde darm (caecum): opname + concentratie
- endeldarm (rectum) en aars (anus) : opslag afval



9

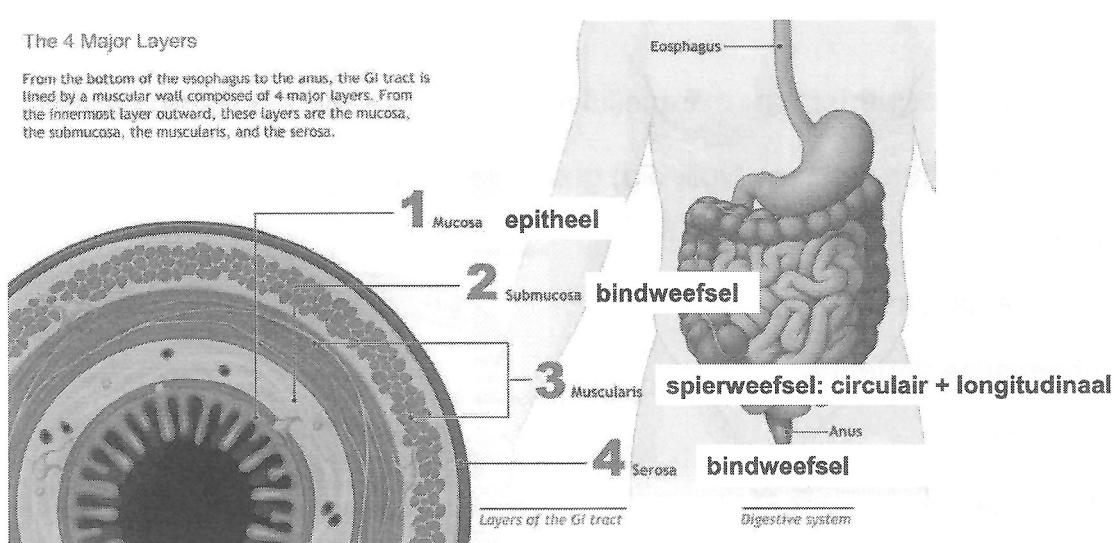
Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

## Een beetje histologie: wand spijsverteringskanaal

### The 4 Major Layers

From the bottom of the esophagus to the anus, the GI tract is lined by a muscular wall composed of 4 major layers. From the innermost layer outward, these layers are the mucosa, the submucosa, the muscularis, and the serosa.



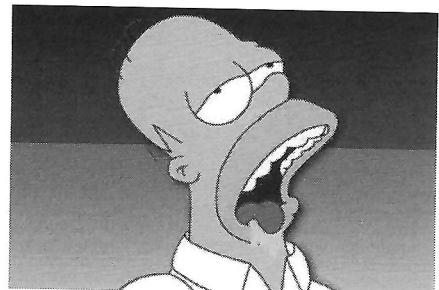
10

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

# Mond & keelholte: functie

- mechanische afbraak door tanden en tong
- speeksel (van speekselklieren → autonoom ZS)
  - water
  - buffer voor neutrale pH
  - mucine
- enzymes: amylase (afbraak zetmeel) & lysozyme (anti-bacterieël)

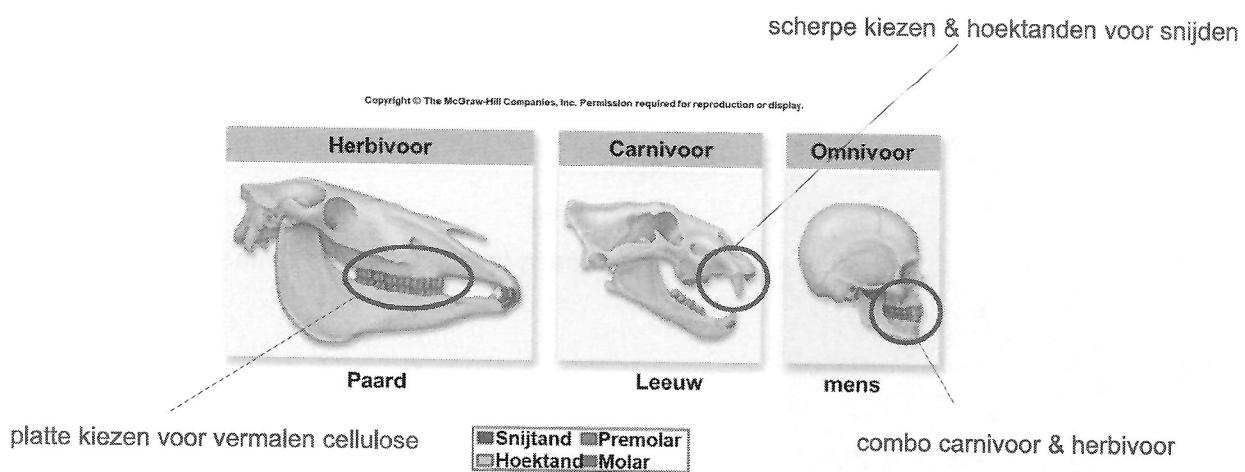


11

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

# Mond & keelholte: gebit



12

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

## Hebben vogels tanden?

Ja

Nee

Start the presentation to see live content. Still no live content? Install the app or get help at PollEv.com/app.

13

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

## Mond & keelholte: gebit

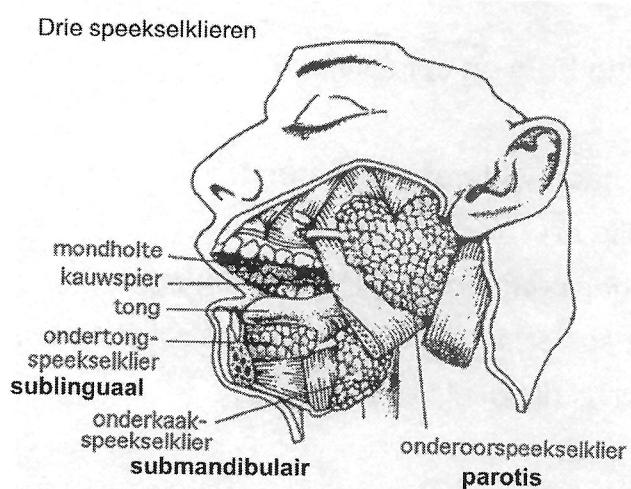
### Hebben vogels tanden?



2 magen

- kliermaag
- spiermaag (gizzard): kiezelstenen voor vermalen

## Mond & keelholte: klieren

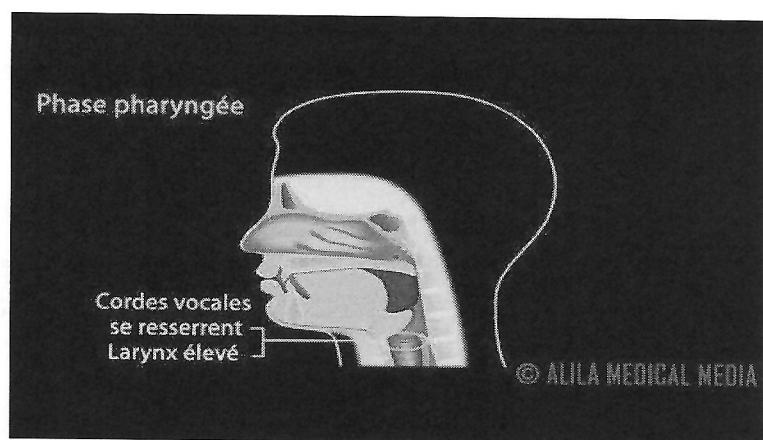


15

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

## Mond & keelholte: slikreflex



16

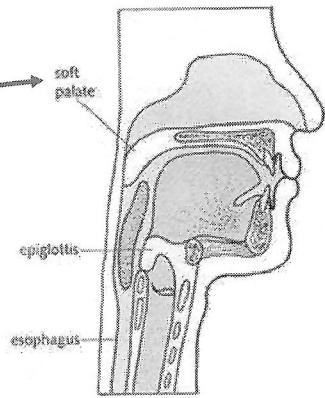
Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

## Mond & keelholte: slikreflex

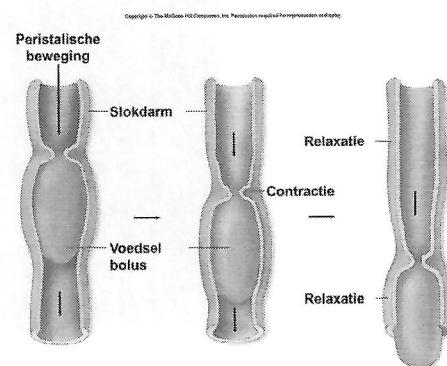
Gecombineerde werking huig en epiglottis:

- tong brengt voedsel naar achteren in de mond
- huig sluit de neusholte af
- bij het slikken komt het strotthehoofd (larynx) omhoog en
- duwt de glottis (stemspleet) tegen de epiglottis (strotklepje)
- het voedsel wordt zo uit de luchtpijp gehouden

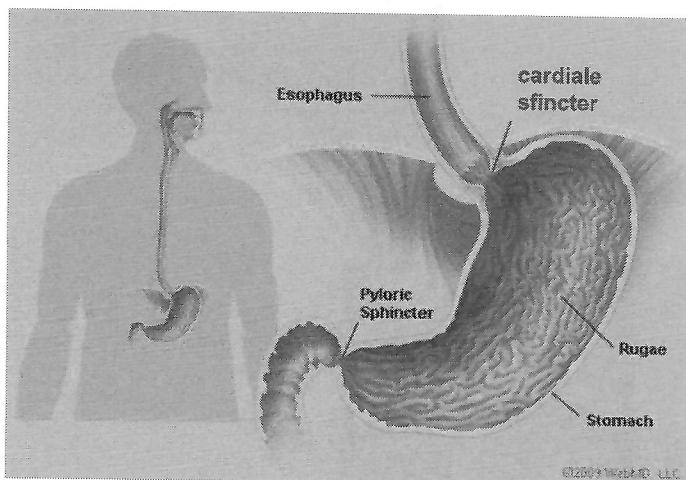


## Slok darm: functie

- gespierde buis die de keel met de maag verbindt
- **bolus** (gevormde voedselbal) door spierbeweging voortgestuwd naar de maag
- contractie van spieren achter bolus: **peristaltiek**
- coördinatie van contractie door hersenen

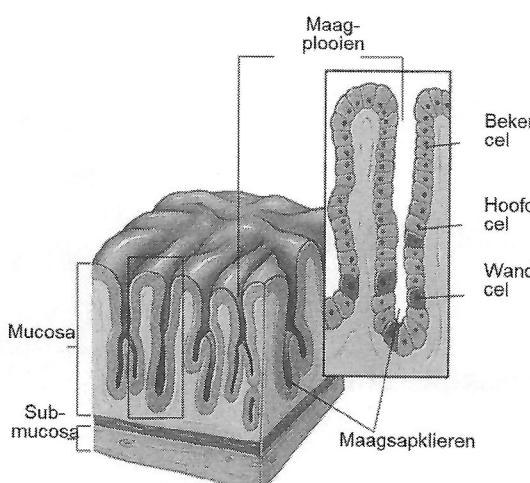


# Maag: opbouw



- cardiale sfincter (circulaire spieren)
  - bij mens niet perfect
  - maagzuur!
- grote spierzak
- wand: geplooid en beschermd
- 3 anatomische delen
  - cardia
  - fundus
  - pylorus
- afbraak voedsel tot **chymus**
- pylorische sfincter

## Maag: opbouw - klieren

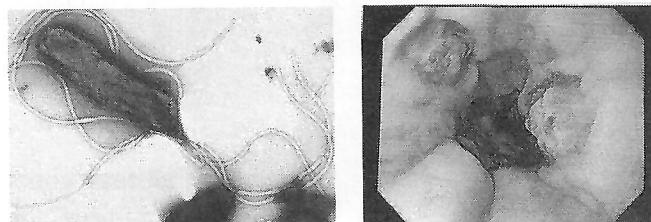


- **wandcellen:** HCl (pH)
- **hoofdcellen:** pepsinogeen
- **bekercellen:**
  - mucus (bescherming)
  - hormoon gastrine
  - intrinsieke factor (B12)

## Maag: opbouw - klieren

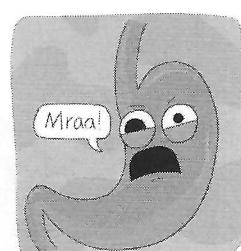
Lage pH in maag:

- denaturatie voedselproteïnen
- doodt bacteriën
- kan maagaflijning zelf beschadigen (*helicobacter pylori*)



## Maag: functie

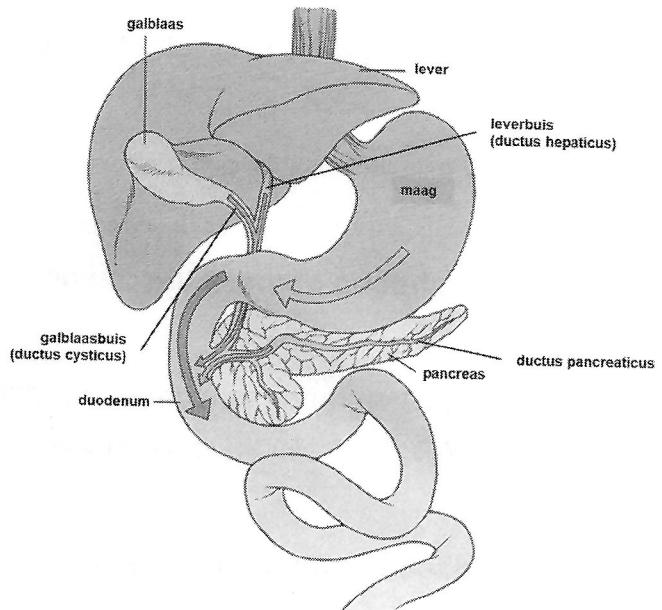
- **geen vertering** van koolhydraten (suikers) of vetten, **enkel eiwitten (pepsine, renine)**
- opname van water uit chymus ( ook alcohol, aspirine,...) door maagwand naar bloed
- de **chymus** verlaat de maag via de **pylorische sfincter** naar het duodenum



What I picture when someone says, "My stomach IS upset"  
Beatrice the Biologist

# Dunne darm: opbouw

- vertering en absorptie
- 3 delen
  - duodenum: vertering
  - jejunum: absorptie
  - ileum: absorptie
- geassocieerde organen:
  - lever
  - pancreas (alvleesklier)



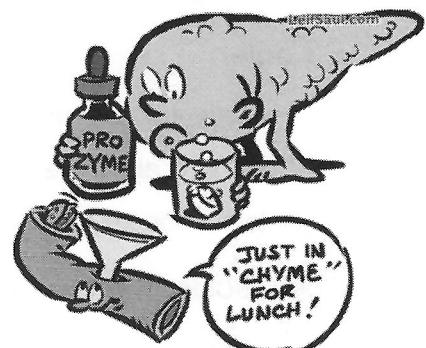
## Geassocieerde organen: de pancreas

Wat wordt vrijgegeven door de pancreas?

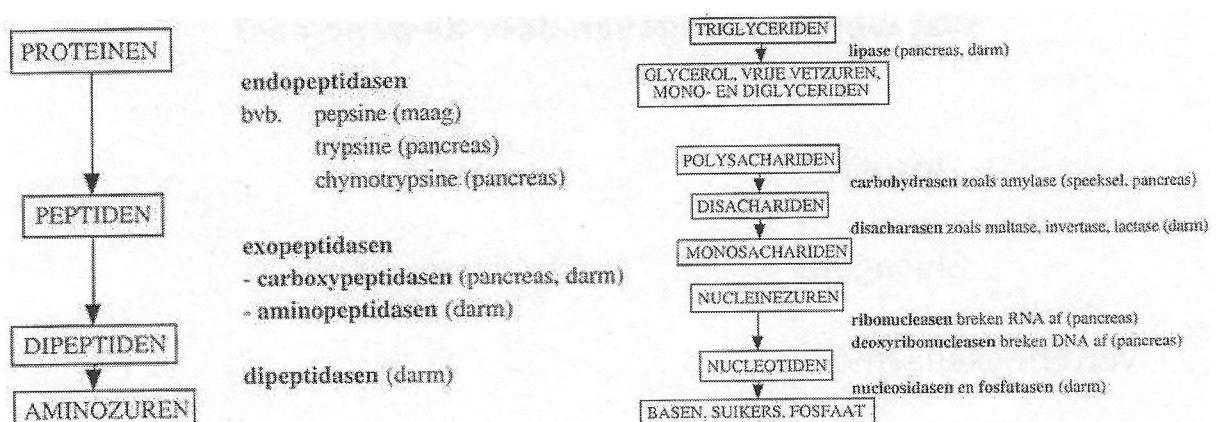
- Insuline
- Glucagon
- Verteringsenzymen
- Bicarbonaat

# Geassocieerde organen: de pancreas

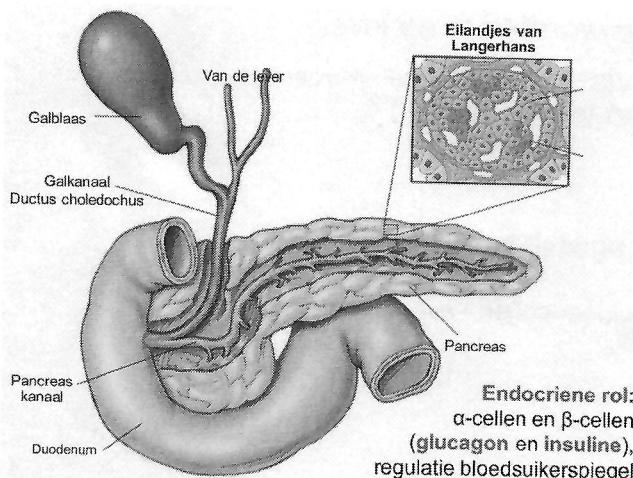
- exo- & endocrien gedeelte
- **pancreatische afvoergang** : naar duodenum
- (inactieve) verteringsenzymen + natriumbicarbonaat  
→(pH 9, neutralisatie zure maaginhoud)
- **peptidasen, lipasen, nucleasen:** vertering!



## Geassocieerde organen: de pancreas - exocrien



## Geassocieerde organen: de pancreas - endocriën



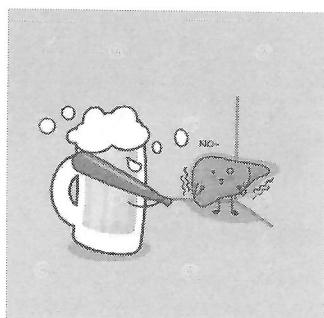
zie HC: endocriën systeem

27

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

## Geassocieerde organen: de lever



- grootste inwendige orgaan, opgebouwd uit **hepatocyten**
- functies:
  - opbouw bloedeiwitten
  - opstapelen glycogeen, vitamines
  - detoxificatie schadelijke stoffen (alcohol, drugs)
  - fagocyten: immuniteit (afbraak rode bloedcellen)

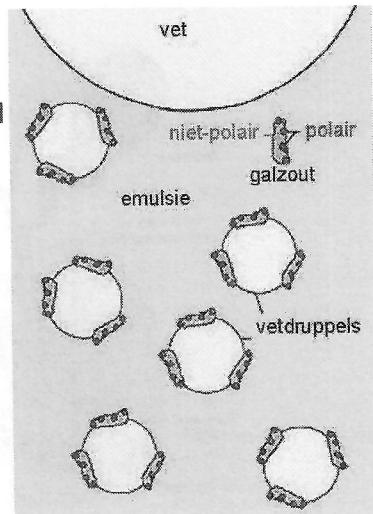
28

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

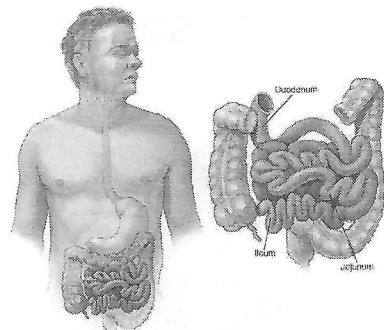
## Geassocieerde organen: galblaas

- Galblaas bevat gal dat aangemaakt wordt door de lever!
- secretie galvloeistof in duodenum via galkanaal (vetrijk voedsel 'trigger' om galvloeistof uit lever en galblaas te transporteren)
- **Gal(vloeistof)** bevat:
  - galzouten: afgeleid van cholesterol : emulsificiëren van vetten tot **micellen** (galstenen)
  - bilirubine (afvalproducten oude rode bloedcellen, evt. geelzucht bij onvoldoende excretie)
  - natriumbicarbonaat

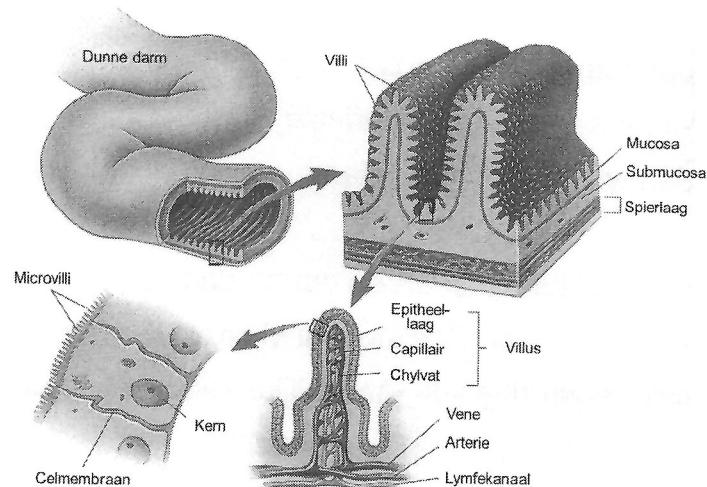


## Dunne darm: opbouw + functie

- Jejunum: verdere vertering door verteringsenzymen
- **Jejunum + ileum: Absorptie van voedingsstoffen:**
  - vergrooten darmoppervlak
  - nemen deel in vertering: productie **lactase**:  
**geen lactase → lactose-intolerantie**



# Dunne darm: opbouw



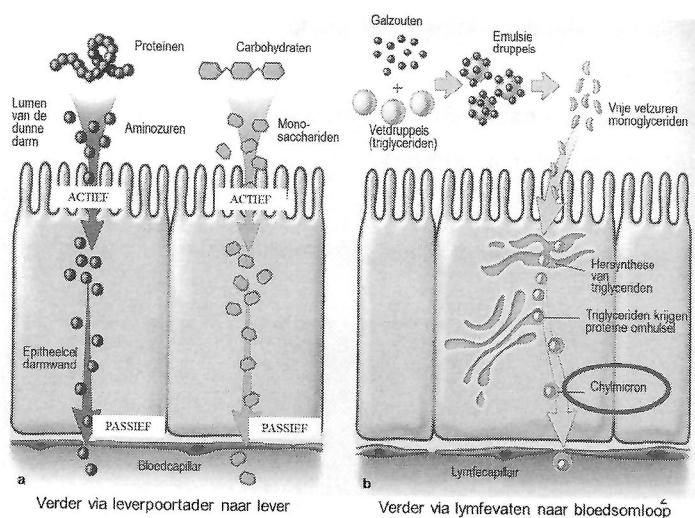
31

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

# Dunne darm: absorptieproces

- aminozuren & monosachariden
- transport door epitheelcel naar bloed
- via vena porta hepatica
- naar lever



- vetzuren en monoglyceriden
- diffusie door epitheelcel
- assemblage tot chylomicrons
- in lympatisch system
- naar de systemische circulatie

32

Faculteit Geneeskunde

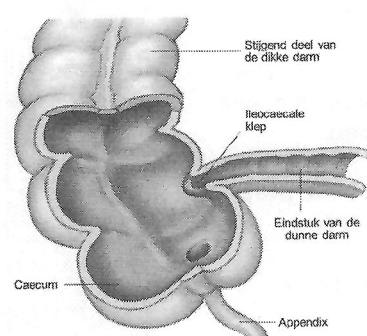
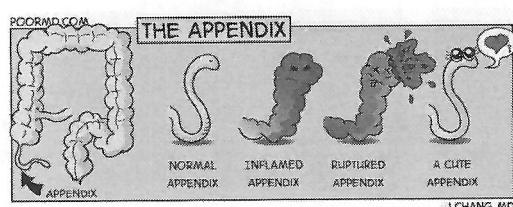
KU LEUVEN

# Dunne darm: absorptieproces

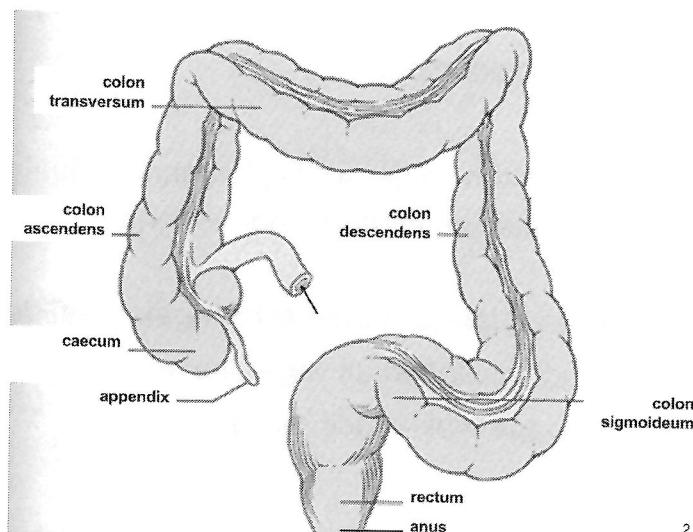
- water wordt opgenomen via osmose
- vetoplosbare vitamineen eveneens diffusie
- nucleïnezuren en wateroplosbare vitamineen via actief transport
- ongeveer 9 liter vloeistof passeert de dunne darm per dag:
  - slechts 50g vast en 100mL vloeistof verwijderd via faeces
  - normale vloeistof absorptie van menselijke spijsverteringskanaal is 99%!

# Dikke darm: opbouw

- De dunne darm komt uit in de dikke darm in een verbinding
  - twee rudimentaire structuren
    - het caecum (blinde darm – bacteriën : afbraak cellulose – productie vitamineen)
    - de appendix (facultatieve immuunfunctie)
- dikke darm = colon, kleiner dan dunne darm, maar grotere diameter



## Dikke darm: opbouw



35

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

2

## Dikke darm: functie

- Geen vertering, beperkte absorptie water, zouten, vitamines
- Concentratie afvalmateriaal
- Opslag faeces in het rectum (**endeldarm**)
- Verwijdering via anus (**aars**)
- Sommige vertebraten (vogels, reptielen, amfibieën) hebben een gemeenschappelijke holte, de **cloaca**, waar urinaire, reproductieve en gastro-intestinale kanalen samenkommen (niet bij zoogdieren)

36

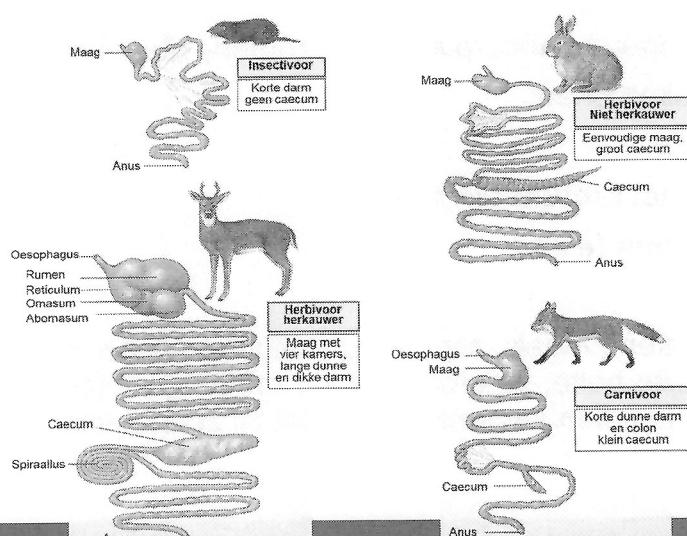
Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

# Aanpassingen aan spijsverteringsstelsel

- aanpassingen aan voedselopname
- Dieren → geen enzymes om cellulose uit plantenmateriaal te verteren  
oplossing: micro-organismen in darm voor vertering
- Herbivoren en omnivoren langer spijsverteringskanaal dan carnivoren :  
meer tijd om voedingsstoffen uit vegetatie te halen  
groter absorptie-oppervlak voedingsstoffen

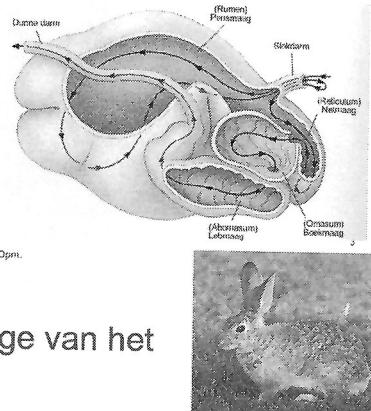
# Aanpassingen aan spijsverteringsstelsel



# Aanpassingen spijsverteringsstelsel

- **Herkauwers** hebben een vierdelige maag (meermagensysteem):

- pensmaag, netmaag, boekmaag, lebmaag
- pensmaag cellulose-afbrekende microben
- inhoud wordt terug opgerispt en herkauwd
- enkel lebmaag secreteert zure maagsappen



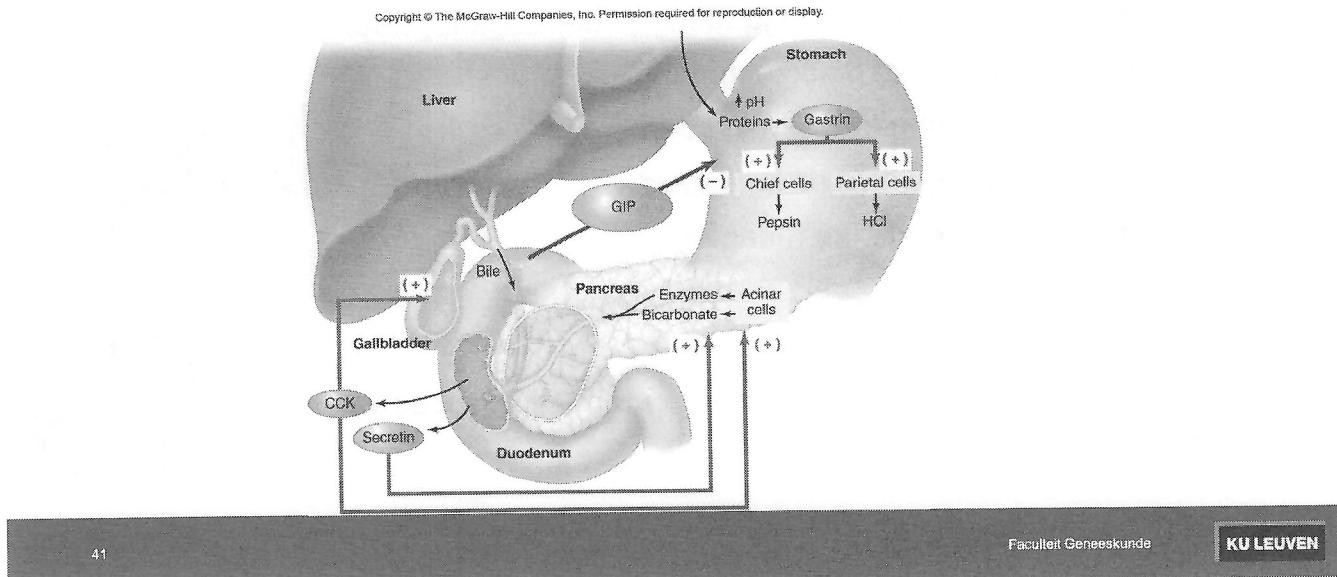
- **Coprofagie**

- = eten faeces op om nutriënten tijdens een tweede passage van het voedsel op te nemen

# Regulatie spijsverteringsstelsel

- Gastro-intestinale activiteiten gecoördineerd door zenuwstelsel en endocrien systeem
- In de maag: proteïnes uit voedsel → vrijzetting **gastrine** → secretie HCl en pepsinogen
- In duodenum: vrijgave **cholecystokinine (CCK)**, **secretine**, en **gastrisch inhibitorisch peptide (GIP)**
  - **CCK**: stimuleert galblaascontracties en galafvoer naar duodenum + stimuleert secretie enzymes pancreas
  - **secretine**: stimuleert (Na)bicarbonaatproductie uit pancreas
  - **GIP**: inhibeert maagcontracties en verhindert dat bijkomstig chyme in het duodenum komt

# Regulatie spijsverteringsstelsel



# Regulatie bloedglucosespiegel

Na het eten van een suikerrijke voeding zal de concentratie van glucose in het bloed \_\_\_\_ zijn, waarop \_\_\_\_ vrijgegeven wordt uit de pancreas.

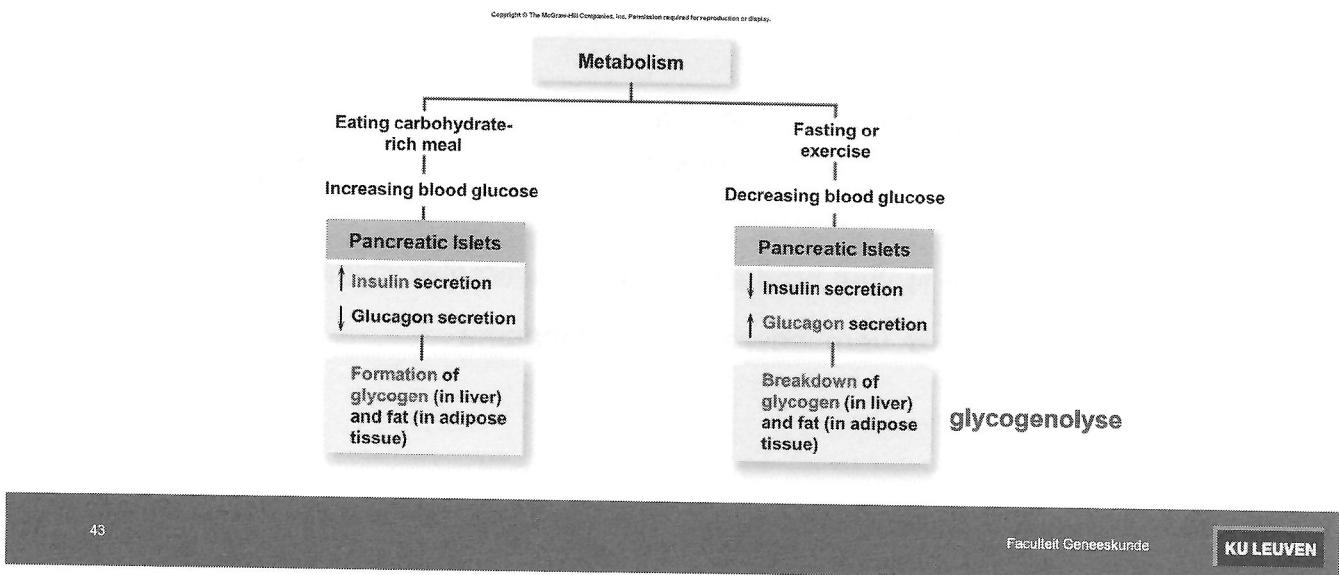
laag, insuline

hoog, insuline

laag, glucagon

hoog, glucagon

# Regulatie bloedsuikerspiegel



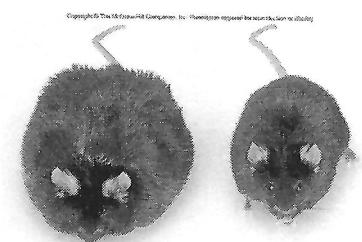
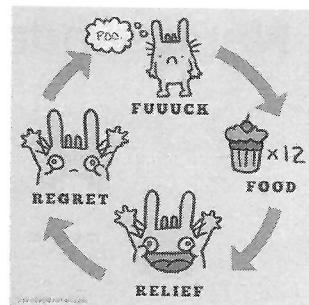
43

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

# Regulatie voedselopname

- muizen met mutatie in één enkel gen *ob* → zwaarlijvig
- *ob*-gen codeert voor peptide-hormoon **leptine**
  - = belangrijkste verzadigingsfactor
- worden normaal wanneer geïnjecteerd met leptines
- Leptine bij de mens = dezelfde functie, geproduceerd in vetweefsel
- Leptine bij zwaarlijvige mensen:
  - productie normaal
  - verlaagde gevoeligheid voor effect leptine in hersenen



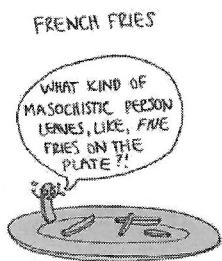
44

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN

# Neuro-endocriene regulatie

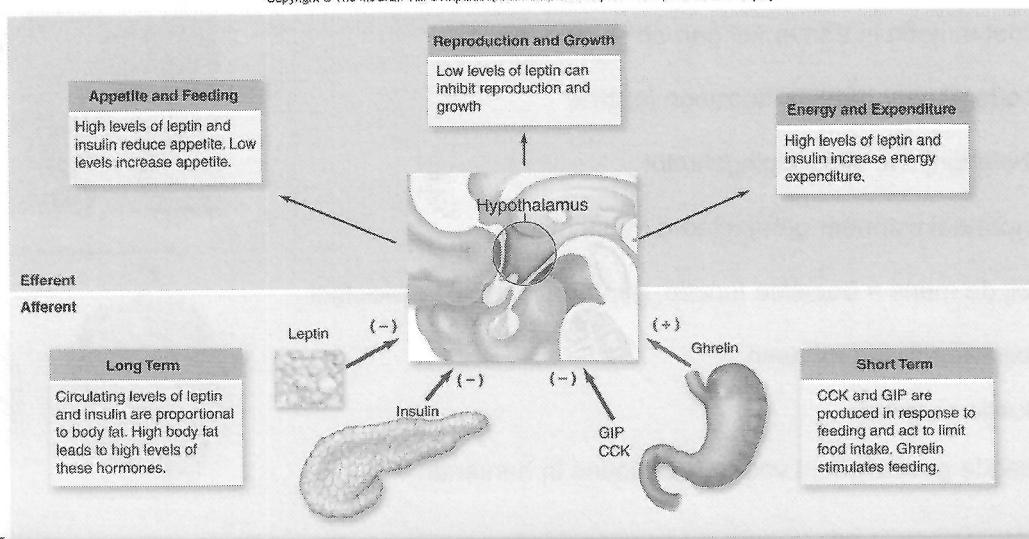
- Hypothalamus, voornamelijk door 2 hormonen:
  - NP-Y → stimuleert voedselopname
  - alfa-MSH → vermindert voedselopname



- Voedselopname → leptine productie door vetweefsel → daling in NPY + stijging alpha-MSH → verminderde voedselopname

# Neuro-endocriene regulatie

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



## Samenvattende tabel

Molecule	Vrijgave door	Functie
Amylase	Speekselklier	Afbraak zetmeel
HCl	Wandcellen maag	Verlaging pH, antibacterieel
Gastrine	Bekerellen maag	Stimulatie productie enzymen in maag
Pepsine	Hoofdcellen maag	Afbraak eiwitten in maag
Peptidasen, lipasen, nucleasen	Exocriene deel pancreas	Afbraak eiwitten, vetten, nucleïnezuren
Natriumbicarbonaat	Exocriene deel pancreas	Neutralisatie van zure chymus
Insuline & glucagon	Endocrien deel pancreas	Regulatie bloedsuikerspiegel
CCK	Duodenum	Vrijgave gal en pancreatiche enzymen
secretine	Duodenum	Bicarbonaat productie van pancreas
GIP	Duodenum	Vermindert maagcontracties
Leptine	Vetweefsel	Verzadigingsgevoel
NP-Y	Hypothalamus	Stimulatie voedselopname
Alpha-MSH	Hypothalamus	Vermindering voedselopname

**VRAGEN?**

# Bedankt

 [med.kuleuven.be](http://med.kuleuven.be)

 [www.facebook.com/med.kuleuven](https://www.facebook.com/med.kuleuven)

 @med\_fac

 [www.linkedin.com/edu/school?id=43038](https://www.linkedin.com/edu/school?id=43038)

Faculteit Geneeskunde

KU LEUVEN