

H9: Cellen die waken en slapen: hormoonregulatie

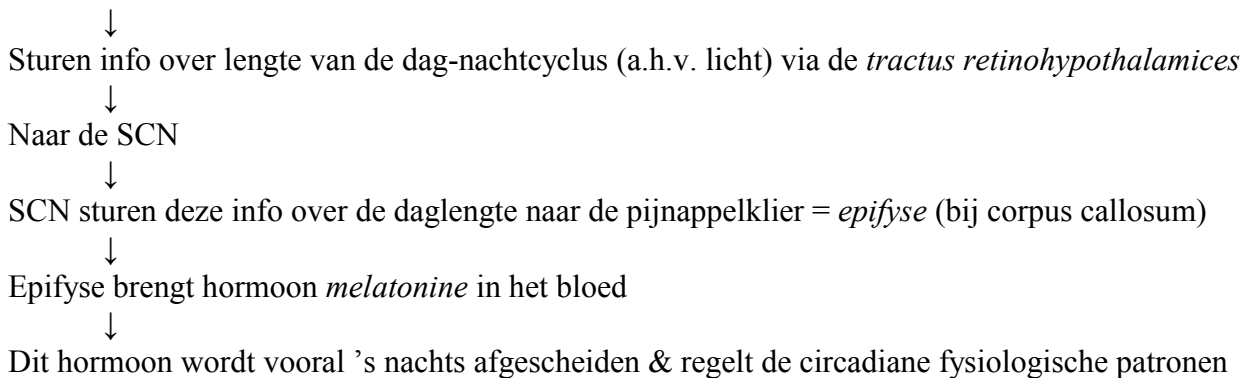
Ritmische schommelingen in de lichaamsfunctie

Tal van lichaamsfuncties verlopen volgens een ritmisch *circadiaan patroon* (over 1 dag), worden gedomineerd door ons *slaap-waakpatroon*

- Lichaamstemperatuur
- Bloeddruk
- Bloedconcentratie van cortisol (bijnierhormoon)

Bij zoogdieren: circadiane klok (die de activiteitscyclus regelt) gelegen in de *suprachiasmatische nucleus* (SCN), een groep cellen in de *hypothalamus*

Fotoreceptoren in de *melanopsine-ganglia* van de retina (bevatten fotopigment *melanopsine*)



→ wnn SCN beschadigd: slaap-en waakritme zal volledig verdwijnen

→ wnn persoon in volledig duistere kamer: persoon zal persoonlijk circadiaan ritme aannemen dat niet meer afhankelijk is van de zon

Manieren om lichaamsfuncties te controleren

Hypothalamus en homeostase

Hypothalamus:

- Diëncefale hersenstructuur
- Beïnvloeding van orgaanwerking en andere lichaamsfuncties
- Waakt over
 - het behoud van de fysiologische en psychologische stabiliteit (**homeostase**)
 - de ritmische schommelingen in lichaamsfuncties
- Staat in contact met rest van de hersenen en wordt zo beïnvloed door
 - Exteroceptieve (=zintuiglijke prikkels uit milieu) en psychisch-emotionele input (bv. signalen van dreiging, sexuele signalen...)
 - Proprioceptieve input
(Bv. bloeddruk, lichaamstemperatuur, stofwisseling, hartslag...)
- Is het centrale centrum dat dergelijk impulsen integreert en koppelt aan de regulatorische mechanismen van het lichaam

- Bv door de werking van de hypothalamus gaat ons hart sneller kloppen wnn we opgewonden zijn

Trage, meer tonische beïnvloeding → **hypofyse en endocriene systeem**

- regelt de orgaanwerking en andere lichaamsfunctie
- d.m.v. hormonen
 - = chemische boodschapperdstoffen die in het bloed worden afgescheiden (door endocriene kieren), doorheen het lichaam circuleren en de werking van bepaalde organen of weefsels beïnvloeden

Snelle regulatie van de lichaamsfuncties → via **autonome perifere zenuwstelsel**

- werkt samen met endocriene systeem om
 - toestand van lichaam aan de interne en externe omstandigheden aan te passen
 - De homeostase (= behoud van fysiologische en psychologische stabiliteit) te verzorgen
- Bij stress (bedreigende situatie): orthosympatisch zenuwstelsel brengt lichaam in paraatheid.

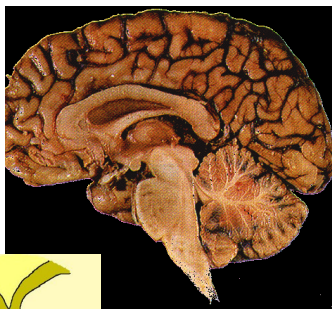


Wnn deze toestand over een langere periode moet worden gehandhaafd zullen langwerkende hormonale veranderingen zorgen dat de lichaamsfysiologie in functie hiervan wordt aangepast (mobiliseren vetreserves, regulatie bloedsuikerspiegel, inderdrukking afweerreacties,...)



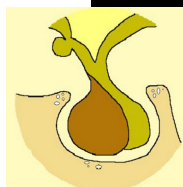
Wnn stresstoestand langdurig aanhoudt: nadelige gevolgen voor lichaam

Thalamus

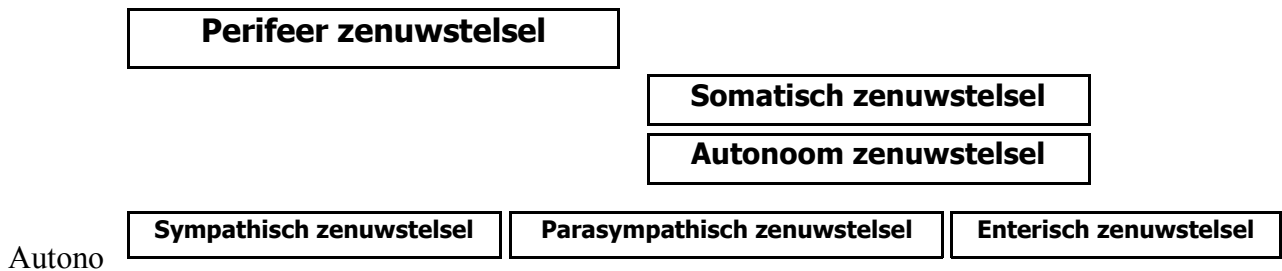


Hypothalamu

Hypofys



Autonome zenuwstelsel



om zenuwstelsel bestaat uit:

1. (ortho)sympathisch zenuwstelsel

- Reguleert de snelle stressreactie & bereidt voor op actie
Bv: Hartslag en ademprequentie verhogen
Activiteit spijsvertering wordt onderdrukt
- In het *thoracolumbale ruggenmerg*: sympathische zenuwkernen
↓
Uit deze zenuwkernen ontspringen *efferente sympathische axonen*
↓
Deze axonen maken a.h.v. *acetylcholine* (Ach) een eerste synaps in de *ganglia* van de *grensstrengen*
↓
Vanuit de grensstreng lopen efferente axonen naar de doelwitorganen
↓
Deze efferente uitlopers maken gebruik van neurotransmitter *noradrenaline*

2. parasympathisch zenuwstelsel

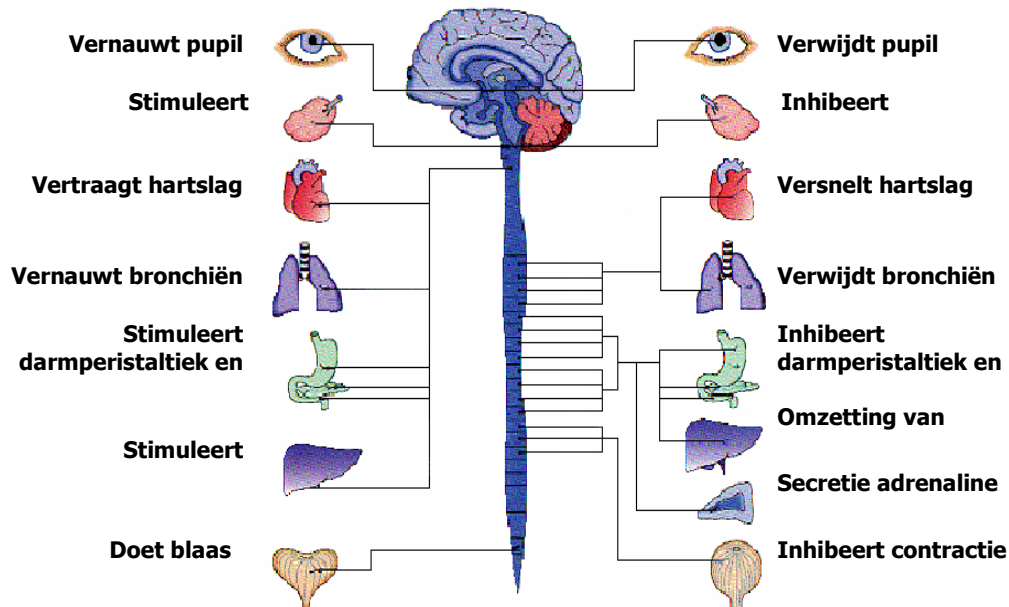
- Zet het lichaam aan tot rust en herstel
Bv: Hartslag en ademprequentie vertragen
Spijsverteringsfuncties worden bevorderd
- In het *craniosacrale ruggenmerg*: parasympathische zenuwkernen
↓
Uit deze zenuwkernen ontspringen *efferente parasympathische axonen*
↓
Deze axonen maken a.h.v. *acetylcholine* (Ach) een eerste synaps in de *parasympathische ganglia* nabij de doelwitorganen
↓
Vanuit de grensstreng lopen efferente axonen naar de doelwitorganen
↓
Deze efferente uitlopers maken gebruik van neurotransmitter *acetylcholine*

(beide zenuwstelsels gebruiken een andere neurotransmitter, want ze gaan naar dezelfde organen)

3. Enterisch zenuwstelsel

Parasympathisch

(Ortho)sympathische



Hypofyse

en

bijnieren

o Hypofyse:

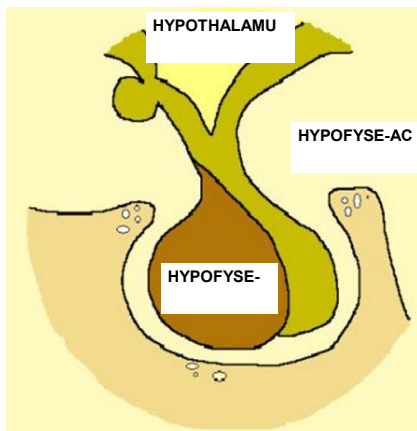
- klierje onderaan de hersenen dat deel uitmaakt van de *hypothalamus* -*hypofyse-as*
- bestaat uit 2 anatomische delen

- Voorkwab (*adenohypofyse*)
 - Sterk dooraderd klierweefsel
 - Ontvangt van de hypothalamus via poortaders *hypofysiotrope hormonen* & reageert hierop door eigen hormoonvrijstelling te verhogen of te verlagen
- Achterkwab (*neurohypofyse*)
 - Bevat uitlopers van de hypothalamische neuronen die hun hormonen rechtstreeks vanuit de achterkwab in de bloedbaan vrijlaten (=neurosecretie)

o Bijnieren (adrenals):

- Endocriene klieren in het onderlichaam (boven de nieren)
- bestaan uit 2 delen
 - Buitenste deel: *bijnierschors/cortex*
 - Stelt corticoïde (onder meer cortisol) en geslachtshormonen vrij
 - Beïnvloeden vele lichaamsfuncties (stofwisseling, bloedsomloop, voorplantigs- en afweersysteem)
 - Regelen dag-nacht-ritme
 - Staan in voor hormonale reacties op stress
 - Binnenste deel: *bijniermerg*

- Maakt eigenlijk deel uit van *orthosympatisch zenuwstelsel*
- Endocriene cellen van bijniermerg stellen *adrenaline* en *noradrenaline* vrij → snelle stressreactie



Hormonen van de hypofyse-voorkwab

Hypofysiotrope hormonen:

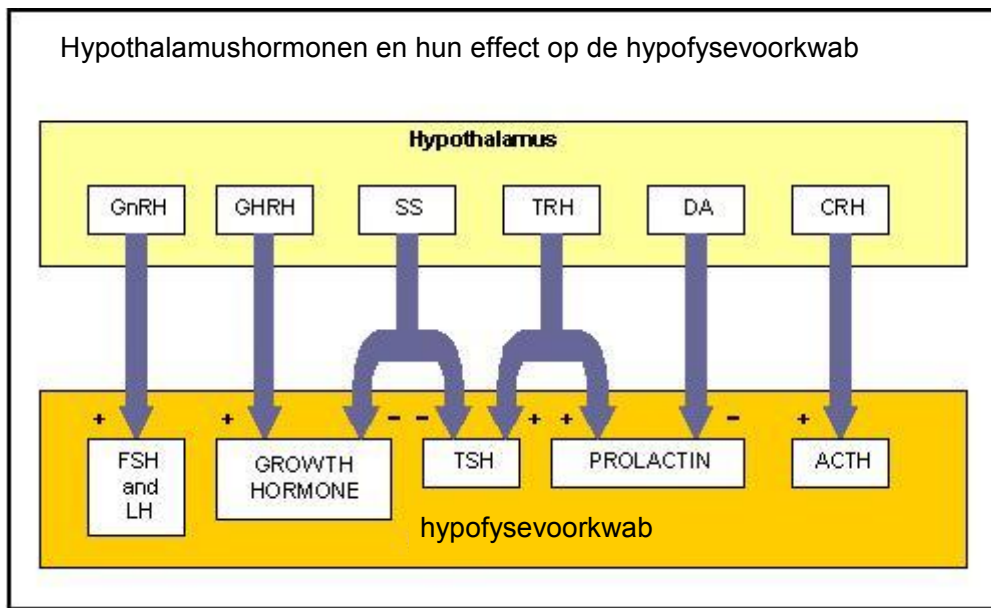
stimulerende of remmende hormonen die *hypothalamus* vrijstelt en via poortadersysteem naar de *hypofysevoorkwab* worden getransporteerd, waar ze de vrijstelling van hypofysiare hormonen reguleren

DUS: hypothalamus → hypofysiotrope hormonen → poortadren → hypofysevoorkwab →

hypofysiare hormonen

- DA: prolactostatine, prolactine-IH (dopamine)
→ remt de melkproductie af
- GnRH: gonadotropin-releasing hormone (gonadoliberine)
→ vrijstelling *gonadotrofe hormonen*: reguleren de werking van de voortplanting, menstruele cyclus, zwangerschap en melkproductie
 - o LH: luteïniserend hormoon
 - o FSH: folikelstimulerend hormoon
 - o Prolactine
- GHRH: growth hormone-releasing hormone (somatoliberine)
→ vrijstelling GH: groeihormonen
- SS: growth hormone-inhibiting hormone (somatostatine)
→ remming GH: groeihormonen
→ remming TRH: thyrotropin-releasing hormone
- TRH: thyrotropin-releasing hormone (thyroliberine)
→ vrijstelling TRH: *thyrotropin-releasing hormone*: stuurt de schildklier
↓
Schildklier produceert *thyroxine* en andere hormonen die verschillende lichaamsfuncties reguleren (stofwisseling, warmteproductie, groei,..)
- CRH: corticotropin-releasing hormone
→ vrijstelling ACTH: adrenocorticotroop hormoon: bepaalt de vrijstelling van

cortisol door de bijnier



Hormonen van de hypofyse-achterkwab

2 hormonen worden vrijgesteld door de hypothalamische neuronen → via de steel van de hypofyse →

rechtstreeks vanuit de achterkwab → in de bloedbaan

1. Oxytocine
 - Induceert de samentrekking van de uterus voor de geboorte
 - Stimuleert de melkproductie
2. Arginine-vasopressine (AVP) of antidiuretisch hormoon (ADH)
 - Reguleert de nierfunctie (water- en mineralenhuishouding van lichaam)
 - Reguleert de bloeddruk

Elektro-encefalogram

Interactie tss verschillende delen van de hersenen die optreden tijdens slaap-waakpatroon

↓

In beeld gebracht met een techniek die de neuronale activiteit kan meten vanaf de hoofdhuid

↓

Elektro-encefalogram (EEG)

- Registreren potentiaalschommelingen ter hoogte van de hoofdhuid die het gevolg zijn van veranderende postsynaptische potentialen die zich over de tijd voordoen in grote groepen van corticale neuronen
- Enkel mogelijk wnn voldoende corticale neuronen actief

*2 soorten metingen

1. unipolaire meting: meet potentiaalverandering tss:
 - elektrode op de hoofdhuid
 - een indifferente elektrode op een plaats die niet door de hersenpotentialen wordt beïnvloed
2. bipolaire meting: meet potentiaalverandering tss
 - 2 elektroden op de hoofdhuid

*EEG-golven

- = schommelingen in potentiaalverschil tss 2 elektroden
 - Gekarakteriseerd door:
 - o Amplitude → aantal actieve neuronen
→ mate waarin die synchroon reageren
 - o Duur → mate waarin neuronen synchroon actief zijn
→ duur van de inhibitoire en excitatoire postsynaptische potentialen
 - o Frequentie = aantal trillingen per seconden (in Hertz)
→ in functie van frequentie van neuronale activiteit
 - Synchrone activiteit: lagere frequentie
 - Desynchrone activiteit: hogere frequentie
1. deltagolven (δ): 0,5 - 3 Hz (traagst)
 2. thetagolven (θ): 4 - 7 Hz
 3. alfa golven (α): 8 - 13 Hz
 4. beta golven (β): 14 - 30 Hz
 5. kappagolven (κ): boven de 30 Hz

Bewustzijnstoestanden

Bewustzijn: 4

- 2 belangrijke fasen: **Waken** en **Slapen**
- Onderverdeling in verschillende wake- en slaaptoestanden
- Elk van deze fasen komt tot stand door: specifiek interactie tussen
 - o Formatio reticularis (in de hersenstam)
 - o Thalamus
 - o Cerebrale cortex

Waaktoestanden

1. Ontspannen waakzaamheid
 - Ogen gesloten
 - Minimale aandacht voor externe of interne stimuli (~meditatie)
 - Minimale motorische activiteit
 - Lage spiertonus
 - AAG: alfa golven met hoge amplitude → synchrone hersenactiviteit
2. Wektoestand = arousal
 - Aandacht voor de omgevingsprikkels
 - Ogen open

- Spiertonus neemt toe
- Orthosympatische activatie (verhoogde hartslag, bloeddruk en ademhalingsfrequentie)
- Ontstaat door activiteit van het *ascending reticular activating system* (ARAS) in de hersenstam:
 - Formatio reticularis ontvangt prikkels (pijn of sensorische info) & zet het ARAS in werking
 - ↓
 - Stuurt impulsen naar de *thalamus*
 - ↓
 - Van daar vertrekt een brede exciterende innervatie naar de *hersenschors*
- EEG: bètagolven met een lage amplitude → gegeneraliseerde desynchronisatie in cortex

3. Selectieve aandacht

- Vanuit de *associatieve cortex* alle aandacht toegespitst op een specifieke stimulus, waardoor een andere stimuli wordt geblokkeerd ter hoogte van de *thalamus*

4. Concentratie

- externe stimuli volledig geblokkeerd door de *corticothalamische banen*
- Weinig motorische activiteit (enkel automatische en stereotype handelingen)
- EEG: hoogfrequente bèta- of kappagolven → hoge mate van desynchronisatie

Slaapstadia

Bij begin van slaap: formatio reticularis zorgt voor facilitatie thalamische synchroniteit

↓
Leidt tot synchronisatie van de corticale activiteit

Verschillende slaapstadia

1. Slow-wave sleep (SWS)

a. Stadium 1

- EEG: alfa golven
- Homestase: graduele toename van levensbehoudende (homestatische) activiteit
- Gemakkelijk te wekken
- Motorisch: afname van spontane activiteit met enige tonische activiteit in grote spiergroepen (bv. bruiske samentrekkingen)
- Geen specifieke psychologische activiteit

a. Stadium 2

- EEG: alfaspoeltjes (*)
- Homestase: voortzetting stadium 1

- Gemakkelijk te wekken
 - Motorisch: voortzetting stadium 1
 - Geen specifieke psychologische activiteit
- a. Stadium 3
- EEG: trage golven
 - Homeostase: voortzetting stadium 1
 - Moeilijk te wekken
 - Motorisch: voortzetting stadium 1
 - Geen specifieke psychologische activiteit
- a. Stadium 4
- EEG: deltagolven
 - Homeostase: voortzetting stadium 1
 - Moeilijk te wekken
 - Motorisch: fasische activiteit in grote spieren, slaapwandelen, meestal totale relaxatie
 - Psychologisch: nachtelijke angsten
1. Rapid eye movement sleep (REM) slaappatroon
- EEG: betagolven (doen zich ook voor tijdens arousal)
 - Homeostase: stijging hartritme, ademhaling en bloeddruk
 - Heel moeilijk te wekken
 - Motorisch: regelmatig snelle spieractiviteit en snelle fasische activiteit van de oogspieren ↔ gelijktijdig algemene totale relaxatie (spierverlamming)
 - Psychologisch: dromen, nachtmerrie

REM = paradoxale slaap:

Zelfde hersenactiviteit als arousal (betagolven)



Motorische blokkering

REM-slaap: - essentieel onderdeel van de slaap

- onder meer belangrijk voor consolidatie van info in langetermijngeheugen
- moet ingehaald worden wnn te weinig de vorige nacht

Slaappatroon

Elke nacht: verschillende slaapfasen komen terug in een vrij consistent patroon

Eerste uur:

- 4 fasen van SWS worden achtereenvolgens doorlopen
- Een relatief lange periode van de diepe slaap (stadium 4) volgt tamelijk snel na het inslapen

Hierna

- Terugkeren naar fase 2 en 3 van SWS slaap
- Episode van REM-slaap

Na REM-slaap

- Terugkeren naar diepste SWS-slaap (stadium 4)

Herhaling

- Cycli diepe slaap en REM-slaap herhalen zich 3 tot 4 keer
- Fase 3 en 4 worden steeds korter en REM-slaap wordt langer

Wakker worden

- Na REM-slaap (droom herinneren) of tijdens SWS-fase 1

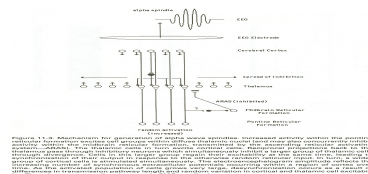
Alfaspoeltjes

→ tijdens SWS-fase 2

→ weerspiegeling van thalamische activiteit

→ spoelvormig alfa-patroon

- Vertrekt met lage amplitude
- Neemt toe tot maximale amplitude
- Neemt weer af tot beginniveau



Thalamus: stuurt random exciterende activiteit naar de cortex via opstijgende banen



Cortex stuurt divergente inhiberende innervatie terug naar thalamus

(dus cortex stuurt divergerende remmende signalen terug naar thalamus)

*divergerend = uitbreidend



Groepen van thalamische cellen worden geïnhibeerd & worden daarna tegelijkertijd weer actief, aangezien de inhibitie op hetzelfde moment wegvalt



Synchrone heractivatie van thalamische cellen stuurt weer exciterend signaal naar de cortex



Cortex stuurt weer een divergerend signaal naar de thalamus



Een grotere groep thalamische cellen worden geïnhibeerd en terug synchroon actie



De activiteit van thalamische cellen veroorzaakt alfa-golven in EEG, waarvan amplitude toeneemt



Amplitude blijft toenemen doordat steeds grotere groepen van thalamische neuronen geïnhibeerd worden door de divergente synapsen van de inhiberende corticale neuronen



Wnn de groep van thalamische neuronen te groot wordt, neemt de synchroniciteit en de amplitude van de alfa-golf terug af

Reden: - ruimtelijke spreiding van het inhiberende signaal

- willekeurige variaties in de exciteerbaarheid van corticale en thalamische cellen