

DE ZENUWCEL

HOOFDSTUK 1: CELLEN VAN ONS LICHAAM.....	3
Cellen, weefsels en organen (grondig lezen)	3
Cellulaire differentiatie (grondig lezen)	3
Delen van de cel (grondig lezen)	4
Celmembraan (grondig lezen)	5
Transport over celmembraan	6
HOOFDSTUK 2: BOUW VAN HET ZENUWSTELSEL	7
Onderdelen van het zenuwstelsel	7
Anatomische positie	8
Centraal zenuwstelsel	9
Telencephalon / grote hersenen	10
Diencephalon	12
Hersenstam	12
Cerebellum	13
HOOFDSTUK 3: DE CELLEN VAN HET ZENUWSTELSEL	14
Zenuwcellen en steuncellen	14
Energieverbruik in de zenuwcel.....	15
Diverse morfologie en functie.....	15
Synapsen	16
Gliacellen/cyten = steuncellen = lijncellen	16
Myelinisatie	16
HOOFDSTUK 4: ELEKTRISCH GELADEN CELMEMBRANEN.....	17
De eenheidstaal van het zenuwstelsel	17
Metten van membraanpotentialen en –stromen	17
Actieve en passieve potentiaalveranderingen	17
Verschillende deelprocessen van een zenuwimpuls en –transmissie	18
1) de rust(membraan)potentiaal	18
2) de actiepotentiaal	20
Kenmerken van de zenuwimpuls en -transmissie	22
3) Axon geleiding: membraangeleiding van de actiepotentiaal	23
HOOFDSTUK 5: COMMUNICATIE TUSSEN ZENUWCELLEN	25
Synaptische transmissie/overdracht	25
De postsynaptische potentiaal.....	26
Neurotransmitters.....	26
Verslaving.....	28

HOOFDSTUK 6: ZINTUIGCELLEN	30
Zintuiglijke waarneming / perceptie.....	30
Receptie, transductie, codering	31
Somatosensorisch systeem	32
Zintuigcellen in de huid	33
Verbindingsneuronen	34
Primaire sensorische cortex	34
 HOOFDSTUK 7: ZIEN	 35
Zien - ogen	35
Horen - oren.....	36
 HOOFDSTUK 8: MOTORISCHE CELLEN.....	 37
Reflexbogen	37
Motorische hersengebieden en zenuwbanen	37

HOOFDSTUK 1: CELLEN VAN ONS LICHAAM

Cellen, weefsels en organen (grondig lezen)

Cellen:

- kleinste functionele eenheden van ons lichaam
- zeer uiteenlopende morfologie (=vorm/bouw) die samenhangt met functie

Organen:

- onderdelen v.h. lichaam met een specifieke functie
- opgebouwd uit specifieke weefseltypes

Weefsel:

- verzameling van gelijkvormige cellen met gelijkaardige functies
- weefsel van zoogdieren: 1) cellen
2) intercellulaire substantie
3) weefselvocht

Anatomie: bestudeert morfologie of bouw van organismen = overkoepelend → structuur

Histologie: bestudeert fijne structuur van weefsels en organismen → weefselstructuur

Neuroanatomie/neurohistologie: bouw of fijne structuur van zenuwstelsel → structuur

Fysiologie: studie van processen die zich afspelen in levende wezens → functie

Cellulaire differentiatie (grondig lezen)

(cellen: andere vorm/functie)

Eencellige organismen: alle levensfuncties worden door een enkele cel uitgevoerd

Multicellulaire organismen/metazoa:

specialisatie van cellen

= **cellulaire specialisatie/differentiatie**

→ leidt tot: morfologische en biochemische verschillen

ontstaan door **ontologische ontwikkeling**

=ongedifferentieerde, multifunctionele cellen ontwikkelen zich tot gespecialiseerde eenheden

Voorbeeld:

Morfologie: dwarsgestreepte spiercellen: lang, spoelvorming ↔ epitheelcellen: kubus-balkvormig

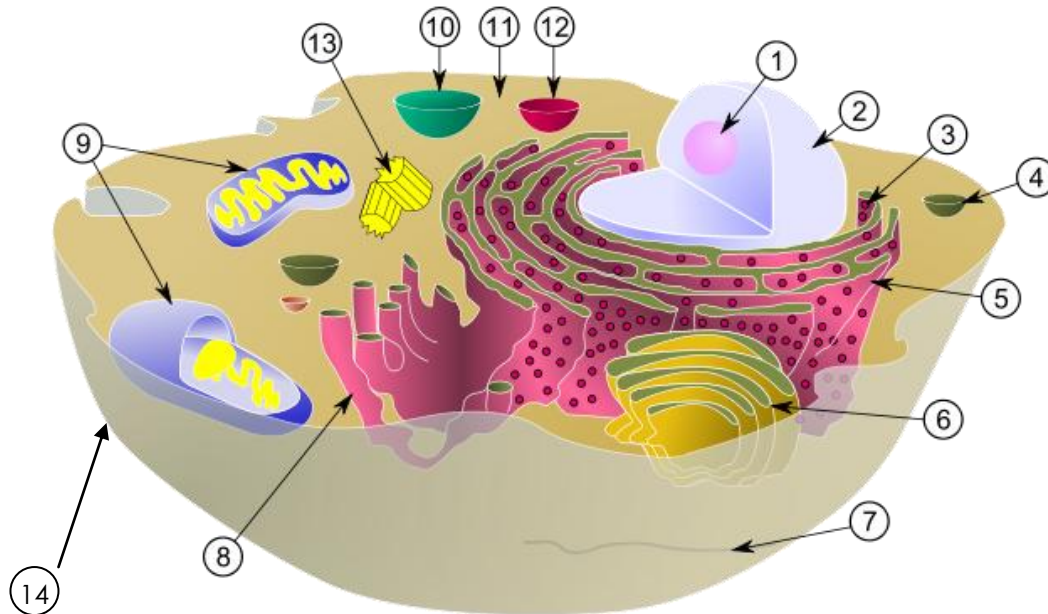
Biochemisch: spiervezels: synthetiseren actine en myosine ↔ epitheel: enzyme

Functie: minder extreme ontologische ontwikkeling

Zelden cel maar 1 functie, maar vele cellen zullen verschillende functies uitoefenen.

CEL	FUNCTIE
Pancreas cellen	Synthese en stapeling van eiwitten
Darmepitheelcel	Absorptie van voedingsstoffen
Macrofaag v.h. afweersysteem	Fagocytose en intracellulaire afbraak
Epitheelcel in de nierbuisjes	Ionentransport
Spiervezel	Contractie
Neuron (CZS)	Prikkelgeleiding
Sensorische receptorcel	signaaltransductie

Delen van de cel (grondig lezen)



Organellen:

1. Nucleolus
2. Nucleus (celkern) (= nucleolus, chromatine, kernmembraan & kernporie)
3. Ribosomen
4. Blaasje
5. Ruw endoplasmatisch reticulum (ER)
6. Golgi-apparaat
7. Microtubule
8. Glad endoplasmatisch reticulum (ER)
9. Mitochondriën
10. Peroxisoom
11. Cytoplasma, Bestaat voornamelijk uit cytosol, een waterige gelatineuze materiaal
Bevat ook het cytoskelet, draadvormige structuren
12. Lysosoom, Afbraak overbodige macromoleculen
Digestie van gefagocyteerde partikels
13. Centriolen
14. Celmembraan (omsluit de cel)

Messenger RNA & ribosomen: van celkern naar RER

In RER: synthese, eiwit wordt gemaakt.

Eiwit: 1) in cytoplasma terechtkomen: structurele of functionele rol
2) naar GER



golgi-apparaat: enzymatische reacties stuurt de verpakking en processing van macromoleculen → vorming van levensnoodzakelijke eiwitten:

glycoproteïne
lipoproteïne
polysacchariden



→ verankeren in celmembraan OF
→ via exocytose de cel verlaten

Gedragneurowetenschappen (Zenuwcel)

Celmembraan (grondig lezen)

= dubbele **fosfolipidenlaag** (waardoor beweegbaarheid ontstaat) die cytoplasma ontsluit



Vele lipiden = lange koolstofketens (vetzuren) die als een trosje samenhangen (via een esterverbinding aan de alcoholrest (polyalcohol))



Koolstofstaarten → apolair → hydrofoob (waterafstotend, onoplosbaar) → wijzen naar elkaar
Fosfaatkop → hydrofiel (aangetrokken door water, wateroplosbaar) → richten zich naar waterig milieu

Apolaire moleculen: hydrofoob → zullen in de fosfolipidelaag blijven

- 1) Steroïden (zoals cholesterol): bewegen vrij door membraan
- 2) Macromoleculen met eiwitstructuur/membraaneiwhitten (soms verankert aan cytoskelet)
 - Kunnen kanalen vormen voor transport over membraan OF
 - Receptoren voor de herkenning van boodschappersmoleculen DUS
 - Belangrijk voor interactie tussen cel en omgeving

Koolhydraadketens van polysacchariden binden aan membraaneiwit (glycoproteïne) of aan membraanlipiden (glycolipiden) en vormen **glycocalix**

→ bedekt buitenkant van de cel

→ belangrijke functie voor interactie tussen cellen

Transport over celmembraan

Celmembraan is een beschermhulsel → ondoordringbaar → nood aan mechanismen om substanties naar binnen of buiten te transporteren:

Via **ionenkanaaltjes / gap junctions** (eiwitmoleculen die een porie vormen om de cytoplasma's van naburige cellen te verbinden.)

Substanties bewegen in de cel door proces van **gefaciliteerde diffusie** (actief / passief).

a. *Passief transport*

- van hoge naar lage concentratie → geen energie → passief transport
- gebeurt ook via selectieve eiwitkanaaltjes (die een porie vormen) om elektrisch geladen deeltjes (ionen) volgens hun concentratie- of ladingsgradiënt door de membraan te laten stromen
- = ionenkanaaltjes → zijn selectief voor ionengrootte (K⁺ kanaaltjes, Na⁺ kanaaltjes)
- Kunnen gated of ungated zijn
 - *gated*: enkel doorlaatbaar onder specifieke omstandigheden
 - *ungated*: vrijwel continu doorlaatbaar
- Ungated K⁺ channels: continu doorlaatbaar voor kaliumionen
- Gated Na⁺ channels: laten enkel natriumionen door

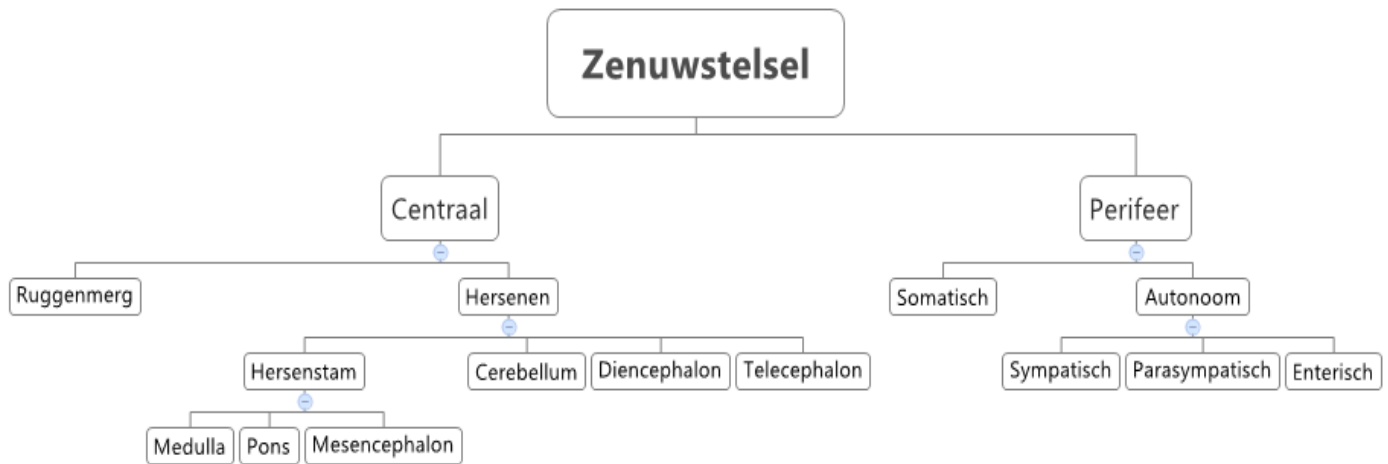
b. *Actief transport*

- Transport tegen de concentratiegradiënt in
- Energieverbruikende eiwitcomplexen kunnen bestanddelen actief in of uit de cel transporteren
- Natrium/kalium-ATP-ase: wanneer ATP (adenosinetrifosfaat) gebonden wordt: **NaK-pompwerking**: 3 Na⁺ naar buiten en 2K⁺ naar binnen

Figuur p20

HOOFDSTUK 2: BOUW VAN HET ZENUWSTELSEL

Onderdelen van het zenuwstelsel



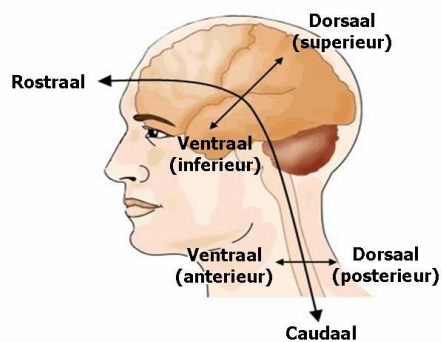
Centrale zenuwstelsel

- Functie
 - verwerkt een continue stroom van informatie met oorsprong:
 - externe info: buiten het lichaam
 - interne info: binnen het lichaam

Perifere zenuwstelsel:

- Functie:
 - alle neuronen buiten hersenen en ruggenmerg
 - verbindt zintuigcellen in verschillende organen en weefsels met centrale zenuwstelsel
 - ontlokt motorische reacties ten gevolge van impulsen uit het centrale zenuwstelsel
- Delen:
 - Autonoom gedeelte: neurale connecties naar klieren en gladde spieren van de inwendige organen
 - Somatisch gedeelte: omvat zenuwen die sensorische en motorische prikkels van en naar het centrale zenuwstelsel leiden:
 - **Efferente zenuwvezels**:
 - motorisch
 - transporteren impulsen van CZS naar spieren
 - **Afferente zenuwvezels**:
 - sensorisch
 - transporteren info van zintuigreceptoren uit lichaam naar CZS
 - **Craniale zenuwen**:
 - zenuwen die ontspringen in de hersenen
 - gemengd / sensorisch of motorisch
 - **Spinale zenuwen**:
 - zenuwen in verbinding met het ruggenmerg
 - zijn zowel motorisch als sensorisch

Anatomische positie



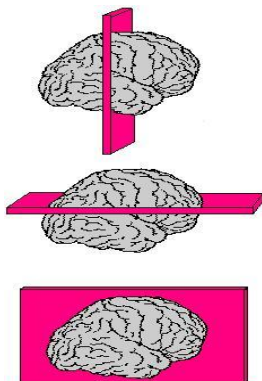
Rostraal: in de richting van de neus (rostra=snavel)

Caudaal: in de richting van de voeten (cauda=staart)

Ventraal/anterieur: vooraan

Dorsaal/posterieur: achteraan

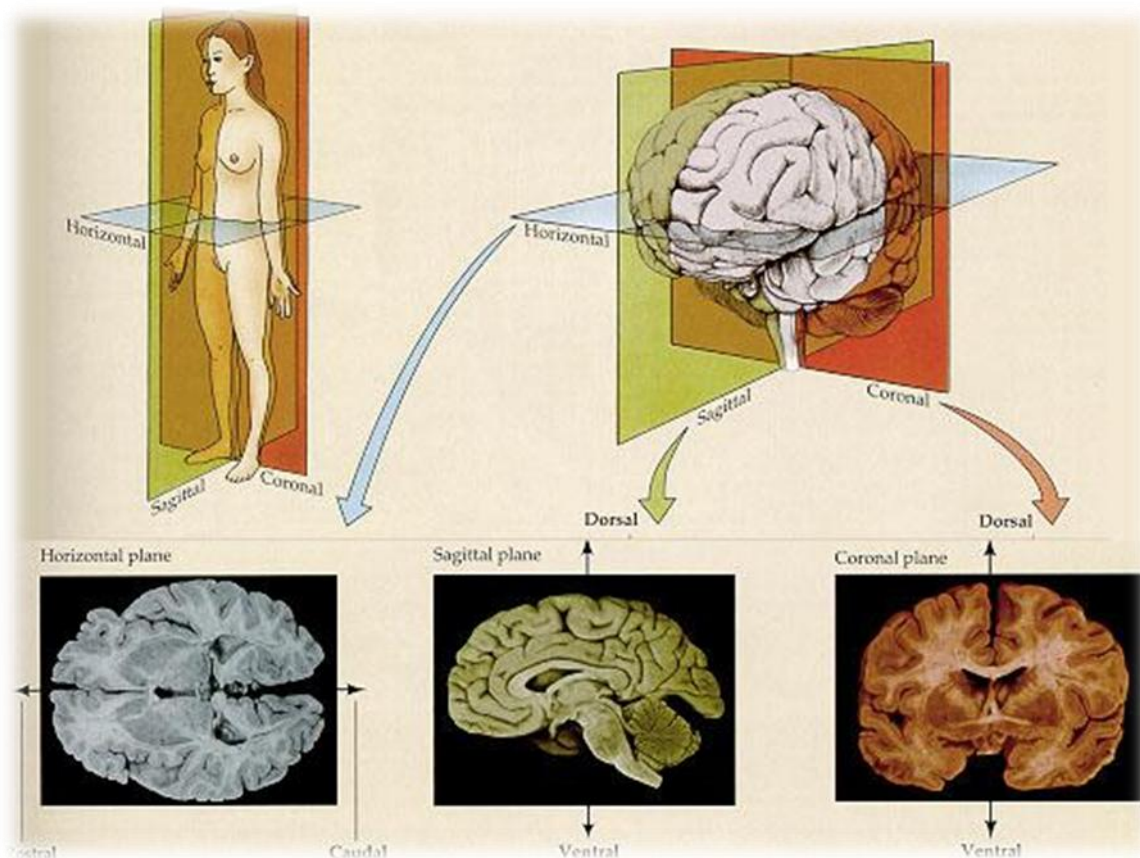
Lateraal: zijkant



Coronaal (verticaal door oren)

Horizontaal (door ogen)

Sagitaal (verticaal neus en mond)



Centraal zenuwstelsel

hersenen + ruggenmerg

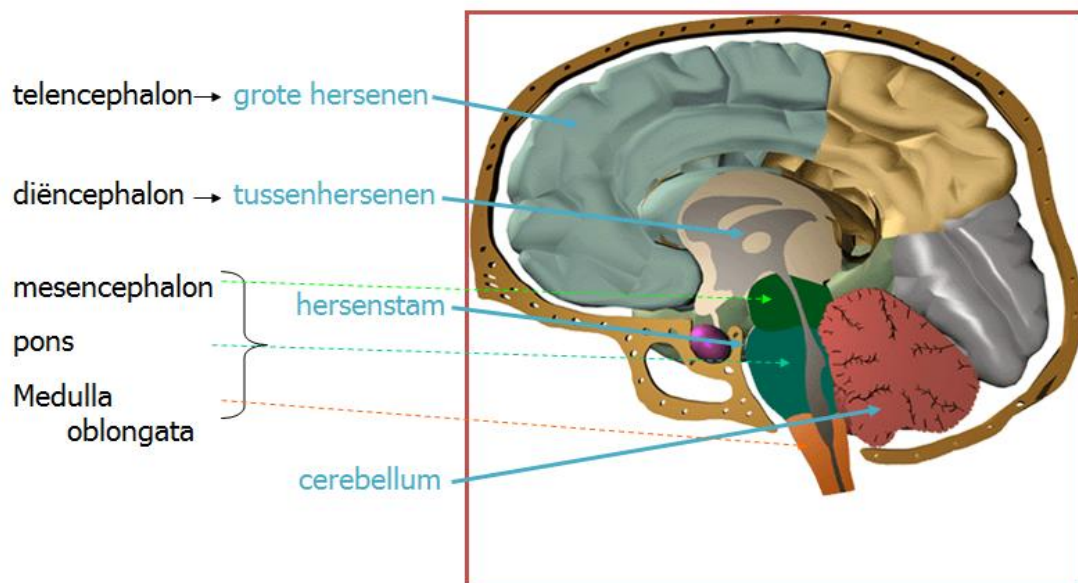
- Beschermde door:
 - o hersenvliezen
 - o benige structuren van schedel en wervelkolom
 - o cerebrospinaal vocht
 - = heldere vloeistof in hersenventrikels, schedelholtes en wervelkanaal
 - Fysieke (schokdempende) en fysiologische functie

a. HERSENEN

- 2,5% van totale lichaamsgewicht (ongeveer 1,5kg)
- Grote delen (van rostraal (de neus) naar caudaal (de voeten))
 - o Telencephalon = voorhersenen
 - o Diencephalon = tussenhersenen
 - o Hersenstam
 - Mesencephalon
 - Pons
 - Medulla oblongata
 - o Cerebellum = kleine hersenen

b. RUGGENMERG

BASISBOUW HERSENEN



Figuur p 34

Telencephalon / grote hersenen

a. 2 hersenhemisferen

- verbonden met **corpus callosum**
- gescheiden door **fissura longitudinales cerebri**
- bedekt door
 - *cerebrale cortex (hersenschors)*
 - buitenkant van hemisferen
 - geplooid oppervlakte, met
 - groeven (sulci)
 - diepe groeven (fissuren)
 - windingen (gyri) → *gyrus cinguli*: rond corpus callosum
 - grijze stof = bloedvaten + cellichamen van cerebrale zenuwcellen
 - 6 lagen van neuronaal weefsel
 - *Witte stof van zenuwvezels*
 - Vlak onder hersenschors
 - Bestaat uit axonen (uitlopers van neuronen)
 - ↓
 - Transporteren info van en naar de cortex
 - Zijn georganiseerd in vezelbanen (zenuwvezels)
 - ↓
 - *Associatievezels*: verbinden delen van de cortex binnen dezelfde hemisfeer
 - *Commissurale vezels*: verbinden 2 hersenhemisferen
grootste: *corpus callosum*
 - *Projectievezels*: verbinden hersenstam en cortex

b. 4 hersenkwabben of lobben

- Frontale lobben
 - Ligging
 - Meest anterieur
 - Van de rest van de cortex gescheiden door *sulcus centralis* of *fissuur van Rolando*
 - Functie:
 - spraak, redeneren, emoties, fijne motoriek (controle van bewegingen)
 - Prefrontale cortex (meest anterieur):
 - Verbinding met thalamus en limbisch systeem
 - Hogere geheugen- en denkprocessen
 - Emotioneel gedrag
 - Motivatie en keuze
 - Plannings van gedragingen i.f.v. omgevingscontext

- **Pariëtale lobben (= somatosensorische cortex)**

- Ligging
 - Posterieur aan frontale lobben
 - Achter sulcus centralis
- Functie
 - Anterieure deel van pariëtale kwabben
 - Ontvangt en interpreteert gewaarwordingen: tast, temperatuur, pijn
 - Posterieure deel van pariëtale kwabben
 - Integreert sensorische input van somatische en sensorische regio's: controle van beweging

- **Occipitale lobben**

- Ligging
 - Meest posterieure deel van de cortex
- Functie
 - Ontvangen en verwerken visuele input

- **Temporele lobben**

- Ligging
 - Inferieur van frontale en pariëtale kwab en ervan gescheiden door *sulcus lateralis* of *fissuur van Sylvius*
- Functie
 - Begrijpen van gesproken taal, gehoor en geheugen

c. Nog enkele belangrijke structuren in de diepte van het telencephalon

- **Basale ganglia**

- Gevormd door een aantal diepgelegen kernen van grijze stof die deel uitmaken van het *extrapyramidale systeem*, namelijk: *nucleus caudata*, *putamen*, *globus pallidus*, *nucleus subthalamicus* & *mesencephalon (substantia nigra)*
- Staan in voor:
 - Initiatie en controle van bewegingen
 - Lichaamshouding
 - Een rol bij bepaalde cognitieve functies
 - Motorisch controlesysteem

- **Limbisch systeem:**

- Bestaat uit ring van corticaal weefsel (archicortex) en diencephalon
- Speelt een rol bij geheugen en emotionele expressie
- Hippocampus
 - Inprenting nieuwe info
 - Vormen van herinneringen
- Amygdala
 - Rol bij sociaal gedrag
 - Controle, uitdrukking en interpretatie van emotionele reacties

Diencephalon

- Ligging: rostraal van de hersenstam
- Thalamus
 - o Ligging **figuur p 40**
 - o Bevat zenuwkernen (groepen cellichamen)
 - o Ontvangt zenuwbanen van somatosensorische en motorische systemen in hersenen en ruggenmerg
 - Overdracht en verwerking van sensorische info naar hersengebieden
 - Bewuste gewaarwording
 - Richten van de aandacht
- Hypothalamus

Hersenstam

Van rostraal naar caudaal:

1) Mesencephalon (middenhersenen)

- Bevat onder meer gepigmenteerde hersenkern: *substantia nigra*
- Neuronen van mesencephalon:
 - belangrijke verbinding met verschillende hersensystemen (bv: cerebellum, basala ganglia,...)
 - maken deel uit van *extrapiramideel systeem* dat samen met *corticospinale systeem* instaat voor motorische bewegingen
- Ventraal: 2 grote vezelbundels:
 - Sensorische info naar de hersenen
 - Motorische info van de hersenen
- Delen van het auditieve en visuele systeem, dus koppeling motoriek aan auditieve en visuele info

2) Pons (brug)

- Bestaat voornamelijk uit witte stof
- Gescheiden van medulla oblongata door groeve
- Ventrale deel: stuurt waarnemingsinfo van cerebrale cortex naar cerebellum
- Dorsale deel: betrokken bij regulatie van ademhaling, smaak en slaap

3) Medulla oblongata (verleng merg)

- Gaat over in ruggenmerg (lijkt er qua bouw en functie ook op)
- Bevat stijgende en dalende banen die ruggenmerg en hersenen verbinden en info uitwisselen
- Bevat ook kernen (=groepen van cellichamen van neuronen) die instaan voor regulatie van bepaalde vitale functies (bloeddruk, ademhaling, spijsvertering, hartritme)

Cerebellum

- Ligging
 - o Dorsaal aan de pons
- Bevat grootste aantal neuronen van alle hersendelen
- Bouw: dikke laag grijze stof (cellichamen) rondom
Centrale massa witte stof (zenuwvezels en axonen)
- Functie: motorische coördinatie, adequaat uitvoeren van aangeleerde bewegingen
 - o Sensorische input vanuit ruggenmerg
 - o Motorische info vanuit cortex
 - o Info over lichaamsevenwicht uit evenwichtsorgaan in binnenoor
→ Integratiecentrum voor info van motoriek, evenwicht en ast- en diepe
gevoeligheid

HOOFDSTUK 3: DE CELLEN VAN HET ZENUWSTELSEL

Zenuwcellen en steuncellen

Zenuwweefsel:

1) Zenuwcellen/neuronen:

- Opvangen en doorsturen van informatie naar de hersenen
- Het ordenen en interpreteren van al de binnenkomende informatie
- Het voorbereiden/uitsturen van instructies naar de organen in de periferie

2) Steun- of gliacellen:

- Helpen de neuronen op verschillende manieren bij de uitoefening van hun informatieverwerkende taak
- → informatieverwerking

Figuur p 48

Typisch **neuron**: 4 onderdelen

1. INPUT: dendrieten

- o = Soort uitstulpingen van het cellichaam
- o Hierdoor kan de cel veel informatie ontvangen ⇒ input van info
- o Één cel kan meer dan duizend vertakkingen hebben waarmee ze contact maakt met vele andere zenuwcellen
- o ⇒ nemen informatie op ⇒ AFFERENT SYSTEEM

2. INTEGRATIE: het cellichaam/soma (=metabolische centrum)

- o Functie:
 - celmetabolisme (energieproductie en stofaanmaak nodig voor de informatieverwerking)
- o Er wordt beslist hoe de cel zal reageren ⇒ signaal gekregen van dendrieten doorsturen of niet
- o ⇒ verzamelen van de informatie

3. CONDUCTIE: axon

- Doorgeven van signalen naar andere cellen
- Axonheuvel (tussen soma en axon) : hier wordt beslist tot afvuren van de zenuwimpuls
- Zijtakken op het axon = collateralen
- Eindigen op eindvertakkingen = telodendron
- Elke tak heeft een kleine verdikking (=eindknopje of telebouton)
- Contactpunt met volgende cel = synaps
- ⇒ sturen informatie door vanuit cellichaam naar andere neuronen ⇒ EFFERENT SYSTEEM

4. OUTPUT: **presynaptische zenuwuiteinden/eindknoppen**

- fijne vertakkingen van axonen
- plaats waar neuronen met elkaar communiceren

Energieverbruik in de zenuwcel

Mitochondriën (in cellichaam en axonuiteinden): intense stofwisselingsactiviteit ⇒ productie van energetische fosfaat: ATP

- Energiebron voor processen in zenuwcel
- Gevoelig voor onderbreking in de zuurstoftoevoer en voedingsstoffen (vb. na hersenletsels)
- Meer dan 50% van de energetische fosfaten worden gebruikt voor de werking van Na⁺/K⁺-pomp
 - ↓
 - In stand houden
 - rustpotentiaal van celmembraan
 - fysiologische ionaire samenstelling van cytoplasma
- 10% energie wordt gebruikt voor standaard cellulaire processen
- 30-40% voor axonaal transport, Ca²⁺-transport, ...

Diverse morfologie en functie

Neuron: 4 functionele componenten

1. **Input-zone:** Info komt binnen in neuron via lokale inputzone ⇒ dendrieten
2. **Integratie-zone:** info wordt verwerkt ⇒ cellichaam
3. **Conductie-zone/ signaalcomponent:** geleiding van de impulsen doorheen de neuron naar het einde van de axon
4. **Output-zone:** contact met volgend neuron: signaal verlaat neuron
De info die doorheen de neuronen loopt is elektrische en wordt in outputzone omgezet naar chemisch (=neurotransmitters) ⇒ axon

Indeling volgens vorm

1. **Unipolaire neuronen**
2. **Pseudo-unipolair**
3. **Bipolaire neuronen**
4. **Multipolaire neuronen**
 - **Motorneuron** => ruggenmerg
 - **Piramidale cel** => hippocampus
 - **Purkinjecel** => cerebellum

Figuur p 51

Indeling volgend functie

1. **sensorische neuronen = receptorcellen:**
 - ontvangen zintuigelijke info
 - vanuit periferie naar CZS
 - maakt perceptie en coördinatie mogelijk
2. **Motorneuronen = effectorcellen:**
 - Vanuit CZS naar spieren of organen

3. Interneuronen

- niet specifiek sensorisch of motorisch ⇒ tussenschakel
- ontvangen en verwerking info & sturen impulsen door naar andere neuronen
- *projectie-interneuronen*: lange axonen, vervoeren signalen over een lange afstand
- *lokale interneuronen*: verwerken info binnen een lokaal circuit
- Voorbeeld: *Interneuron in ruggenmerg* → terugkoppeling naar hand zodat je je hand gaat terugtrekken (motorische prikkel)

Synapsen

Wat?

- Contactpunt tussen twee neuronen/zenuwcellen
- Presynaptisch en postsynaptisch element zijn van elkaar gescheiden door **synaptische kloof of synapsspleet**
(Figuur p 52)

Gliacellen/cyten = steuncellen = lijmcellen

Functie:

- stevigheid van het zenuwweefsel → ondersteunen van zenuwcellen
- Geen echte rol in de informatieverwerking
- Wegvoeren van schadelijke stoffen

Types

1. Astroglia-cellen
2. Microglia-cellen
3. Oligodendroglia-cellen: verantwoordelijk voor vorming myeline
4. schwann-cellen

- komt voor bij hersentumor

Figuur p 56

Myelinisatie

- Bestaat uit?
 - Compacte lagen van lipide-proteïnecomplex (myeline)
- Concentratie in zenuwstelsels?
 - CZS → oligodendrocyten
 - PZS → Schwann-cellen
- Axon wordt door een opeenvolging van Schwann-cellen omgeven ⇒ myelineschede is discontinu ⇒ de onderbrekingen = knopen van Ranvier
- Functie
 - Verhogen snelheid van informatietransmissie

HOOFDSTUK 4: ELEKTRISCH GELADEN CELMEMBRANEN

De eenheidstaal van het zenuwstelsel

- de ZENUWIMPULS
- Informatieverwerking:
 - = Wijze waarop neuronen zenuwimpulsen van elkaar ontvangen (via hun synapsen)
 - Deze bij elkaar optellen en al dan niet een nieuw signaal door te sturen
 - Ze doorsturen (vaak over lange afstanden) naar andere neuronen via hun axon

Meten van membraanpotentialen en –stromen

- Cellen die prikkels ontvangen en verzenden = **exciteerbare cellen**
- Stromen van geladen deeltjes over en door de celmembranen ⇒ elektrische activiteit in exciteerbare cellen
- Fysiologen kunnen deze potentialen en stroompjes versterken en registreren :
 - In een groep van zenuwcellen = veldpotentialen
 - In één zenuwcel = membraanpotentialen
- **Elektrisch potentiaal** = conditie ter hoogte van een punt in een geladen veld, die toelaat dat geladen deeltjes arbeid leveren
- **Potentiaalverschil** = de spanning tussen 2 punten
- De membraan is niet volledig doorlaatbaar (**semipermeabel**) voor ionen => weerstand
- **Stroom** = het verplaatsen van geladen deeltjes

Actieve en passieve potentiaalveranderingen

- Elke cel in ons lichaam:
 - moet ongelijke verdeling van ionen (elektrisch geladen deeltjes) over membraan onderhouden om in leven te blijven
 - Deze ongelijke verdeling zorgt voor een potentiaalverschil over het celmembraan
- Enkel exciterende cellen zullen van deze veranderingen in de membraanpotentiaal gebruik maken om te reageren of een signaal door te sturen

Potentiaalveranderingen kunnen de lading in de cel :

- verlagen = **depolarisatie** = exciterende postsynaptische potentiaalverandering (EPSP)
- Verhogen = **hyperpolarisatie** = inhiberende postsynaptische potentiaalverandering (IPSP)

Hoe veroorzaakt?

- Doordat chemische stoffen ter hoogte van de synapsen worden vrijgegeven de doorlaatbaarheid van de celmembraan beïnvloeden.
- Het uiteindelijke signaal dat wordt doorgegeven, is het **resultaat van de excitatorische en inhibitorische impulsen** op de zenuwcel
- Wanneer een **drempel** wordt overschreden -> **zenuwimpuls** = **actiepotentiaal**

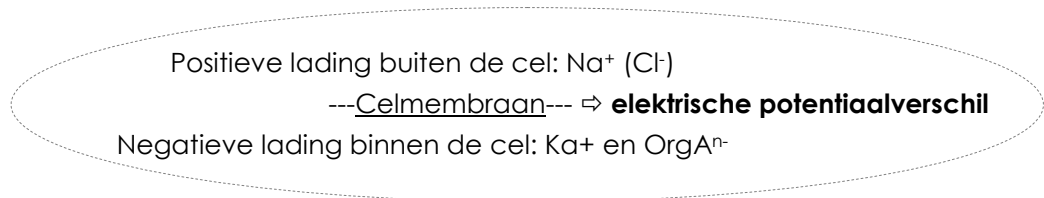
Verschillende deelprocessen van een zenuwimpuls en -transmissie

- **Rust(membraan)potentiaal**
 - zenuwcel is in rust (constante elektrische spanning)
- **Actiepotentiaal**
 - Zenuwcel ontvangt via haar dendrieten signalen die ter hoogte van de axonheuvel opgeteld worden. Indien dit een drempel overschrijdt
 - zet zich verder via het axon (**axongeleiding**) tot aan de eindknopjes
 - ⇒ Dan ontstaat de **synaptische overdracht**
- **Postsynaptische potentiaal (PSP)**
 - vanuit de eindknopjes worden er chemische stoffen afgescheiden in de synaptische kloof die op hun beurt een spanningsverandering in de aangrenzende postsynaptische dendriet
 - 2 soorten PSP's:
 - **exciterend of excitatorische postsynaptische potentiaal (EPSP)**
 - cel, je mag reageren!
 - **Inhiberend of inhibitorische postsynaptische potentiaal (IPSP)**
 - cel, je mag NIET reageren!
 - Vb: nu willen zingen en op tafel springen → 'cellen roepen' nee niet doen!!'
→ brein is continu bezig met inhiberende en exciterende reacties door te geven!

1) de rust(membraan)potentiaal

Een cel in rust is gepolariseerd

- Membraan is **gepolariseerd** : spanning (intra-/extracellulair) → **RUSTPOTENTIAAL(verschil)**

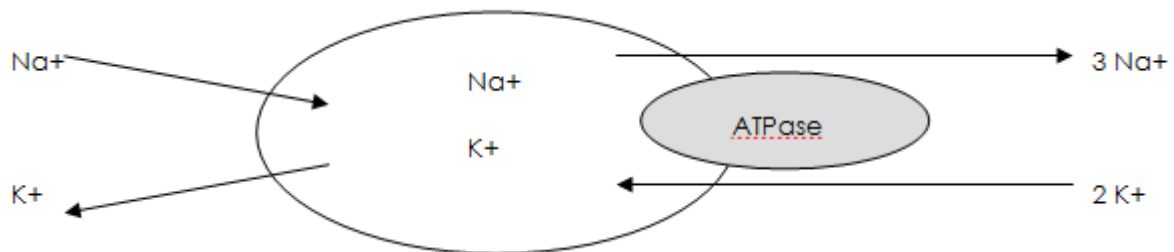


Handhaving van de rustmembraanpotentiaal

- Cel wordt geconfronteerd door 2 fysische mechanismen = driving forces
 - **1) Elektrostatistische kracht - potentiaalgradiënt**
 - deeltjes met tegenovergestelde lading trekken elkaar aan (Na^+ wordt naar binnen toe aangetrokken door de negatieve intracellulaire lading)
 - **2) Diffusiekracht - concentratiegradiënt**
 - mocht er een vrije uitwisseling zijn tussen de concentraties binnen- en buitenkant van de cel dan zou de natuur automatisch de concentraties in evenwicht brengen (hoog ⇒ laag)
 - → Ze willen gewoon mengen en in evenwicht brengen!
 - Vb: kleurstof in emmer water gieten ⇒ wordt 1 egaal mengsel

Handhaving van de rustmembraanpotentiaal via passieve membraanstromen en actieve Na⁺ K⁺ -pomp

- 2 fysiologische mechanismen om de twee fysische mechanismen onder controle te houden: (actief en passief transport)
 - **1) Porie-regelende membraanproteïnen (passieve kanaaltjes)**
 - Celmembraan bevat proteïnen die niet alle chemische stoffen doorlaten (=semipermeabiliteit) en zijn stof-specifiek
 - In rust: cel is doorlaatbaar voor K⁺ en minder voor Na⁺
 - K⁺ zal *passief* extracellulair diffunderen omdat er daar een lagere K⁺ - concentratie is
 - ⇒ cel_{intra} wordt negatiever dan cel_{extra} (mede door de OrgAⁿ⁻ die niet door de celwand kunnen)
 - Hierdoor zal K⁺ weer door de negatieve cellading worden aangetrokken
 - ⇒ evenwichtspotentiaal (-70mV)
 - **2) Transmembraanproteïnen (actieve kanaaltjes)**
 - Concentratie Na⁺ is veel groter cel_{extra}
 - Cel_{intra} is negatief geladen -70mV ⇒ Na⁺ zal intracellair diffunderen
 - De doorlaatbaarheid van Na⁺ is 1/100 van K⁺
 - De influx (instroming) van Na⁺ zal na verloop van tijd de rustpotential opheffen
 - ⇒ Specifieke stoffen worden van binnen naar buiten gepompt
 - **Na⁺ K⁺ -pomp** : Na⁺ ionen die de cel naar binnen glijpen worden meteen terug naar buiten gepompt, terwijl K⁺ ionen op een actieve manier binnen in de cel worden gebracht (energie door hydrolyse van het energetisch fosfaat ATP)
 - 3Na⁺ naar buiten en 2K⁺ naar binnen te laten gaan



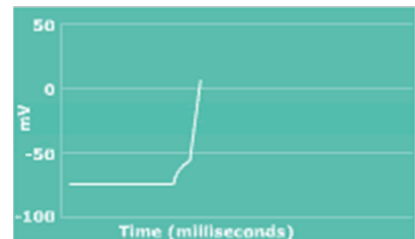
2) de actiepotentiaal

Uitleg

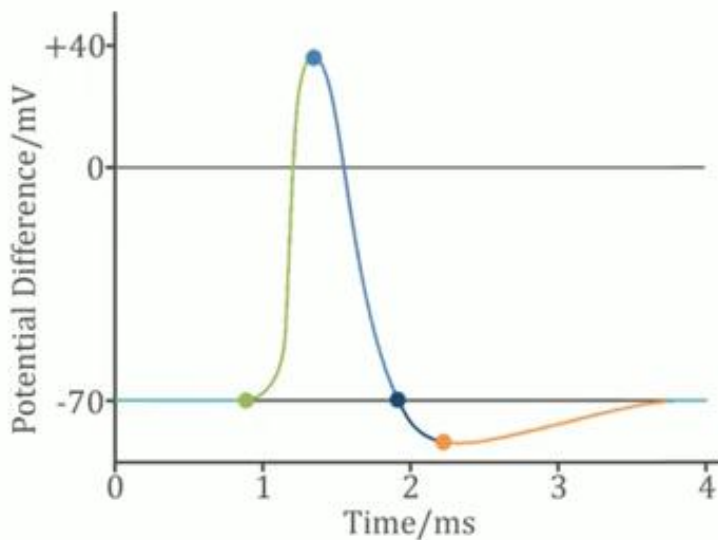
- Celmembraan reageert op stimuli door zijn doorlaatbaarheid voor ionen te wijzigen
- $\Rightarrow$ hierdoor wijzigt de elektrische polariteit van het membraan
- Veranderingen in het intra- en extracellulair potentiaalverschil: 2 soorten veranderingen
 - Depolarisatie : potentiaalverschil wordt kleiner! < -70
 - Hyperpolarisatie : potentiaalverschil wordt groter! > -70
- Spanningsveranderingen (potentiaalveranderingen)
 - planten zich voort doorheen het cellichaam van het neuron
 - komen samen in de axonheuvel (hier worden ze opgeteld)
- Beslissing tot signaal of potentiaalverandering als de lading in de cel positiever wordt (van -70mV naar -50mV) = ACTIEPOTENTIAAL
- Cel wordt doorlaatbaar:
 - Na^+ – kanalen openen
 - massaal Na^+ in de cel dus positievere lading en K^+ naar buiten

4 fasen binnen die actiepotentiaal:

- **Depolarisatiefase:** cel verliest negatieve lading
 - Semi-permiabiliteit van de cel verandert
 - De passieve Na^+ kanaaltjes gaan open zodat Na^+ in de cel stroomt
 - Gevolg van -70mV naar -50mV (cfr. elektrostatische en diffusiekracht)
 - $\Rightarrow$ in de cel steeds positiever
- **Ompolarisatiefase:** spanning schakelt om naar positief $+40\text{mV}$
 - Na^+ blijft binnenstromen
 - spanning schakelt om naar positief $+40\text{mV}$ (overshoot)
- **Repolarisatiefase:** terug zakken van spanning tot zelfs -90mV
 - Cel binnenin positief (K^+ concentratie is nog hoog in de cel)
 - Na^+ kanaaltjes gaan inactiveren en beginnen te sluiten
 - K^+ ionen beginnen massaal naar buiten te stromen langs de geopende K^+ -kanaaltjes
 - Cel begint terug negatiever (hyperpolarisatie) te worden en vanaf -50mV sluiten de Na^+ -kanaaltjes maar K^+ kan nog steeds naar buiten tot er binnen en buiten een gelijke K^+ concentratie bestaat $\Rightarrow$ celspanning daalt tot -90mV



- **Hyperpolarisatiefase:** herstel van de rustpotentiaal -70mV
 - Dankzij de $\text{Na}^+ \text{K}^+$ -pomp zal het overtollige Na^+ uit de cel verwijderd worden
 - Anderzijds zullen K^+ -ionen terug de cel inlopen (cfr. elektrostatistische kracht)
 - Rustpotentiaal is weer hersteld



RESTING POTENTIAL

Na^+ GATES OPEN

↳ Na^+ flows into the axon and the polarity inverts (+ve inside -ve outside). This is known as depolarisation.

Na^+ GATES CLOSE

K^+ GATES OPEN

↳ K^+ flows out of the axon, repolarising the membrane (-ve inside +ve outside).

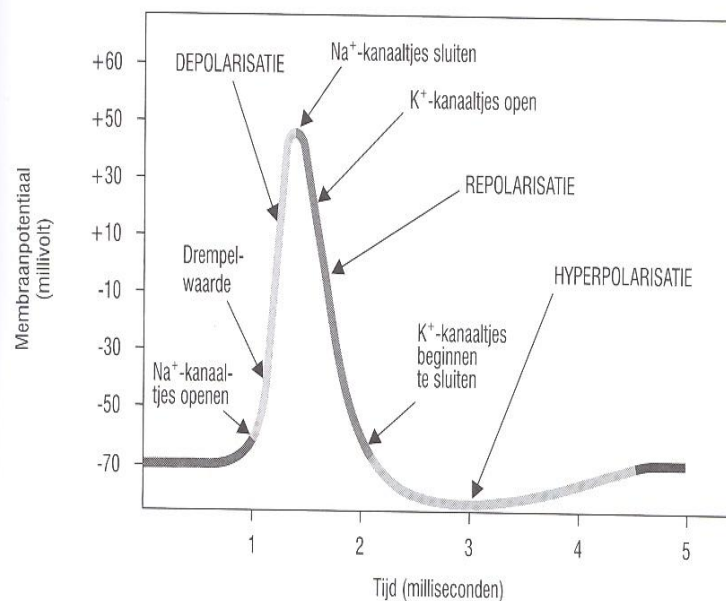
AXON BECOMES HYPERPOLARISED

K^+ GATES CLOSE

K^+/Na^+ PUMP STARTS

↳ K^+ is pumped back into the axon, this is the refractory period

RESTING POTENTIAL



Figuur 4.4. De actiepotentiaal van een zenuwcel.

Kenmerken van de zenuwimpuls en -transmissie

1) De alles-of-niets-wet

- Enkel depolarisatie van 20 mV (van -70mV naar -50mV) leidt tot een actiepotentiaal
- Dus binaire codering : aan – uit / vuren – niet vuren

2) De refractaire periode

- Absolute refractaire periode: slechts één actiepotentiaal na elkaar
- Relatieve refractaire periode: actiepotentiaal kan optreden maar het signaal moet groter zijn om de excitatiedrempel te kunnen overschreiden (dus hierdoor toch nog heel even een wachtfase om terug in evenwicht te komen - na de hyperpolarisatie)
- gelimiteerd aantal zenuwimpulsen per seconde (frequentie 500 à 1000 Hertz)

3) Omzetting van intensiteit in frequentie

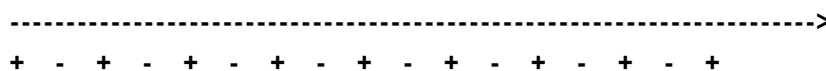
- Verschillen in signaalsterkte (intensiteitsverschillen) worden gecodeerd ifv frequentieverschillen

3) Axongeleiding: membraangeleiding van de actiepotentiaal

- Vanaf de axonheuvel plant een actiepotentiaal zich als een soort elektrisch signaal voort over de gehele lengte van het axon (en de collateralen) tot in alle uitlopers van de eindknopjes

Het mechanisme van de voortgeleiding

- Domino-effect van kortsluitingen : positieve ladingen aangetrokken door de negatieve lading van de binnenzijde van het naburige membraan, en vice versa.
- Bliksemsnelle verplaatsing van elektronen (in één richting owv refractaire periode)
- Elektrotonische stroom
- Axonsignaal of zenuwimpuls



- Uitleg van de voortgeleiding
 - 1^{ste} actiepotentiaal: influx van Na⁺ zorgt voor depolarisatie (en actiepotentiaal)
 - ↓
 - Deze positieve ladingen worden aangetrokken door negatieve binnenzijde van verdere plaats op axonmembraan +
 - = negatieve ladingen van binnenzijde van het membraan in rust worden aangetrokken door positieve binnenzijde van gedepolariseerde membraan
 - ↓
 - Ladingsverschuiving: op volgende plaats op axonmembraan zal een depolarisatie optreden tot drempelwaarde en een actiepotentiaal optreden
 - ↓
 - Actiepotentiaal beweegt steeds in 1 richting, zal nooit terugkeren:
 - Zenuwimpuls kan nooit teruggaan naar de plaats waar hij vandaan komt, want dat gebied bevindt zich nog in de refractaire periode.

De geleidingssnelheid

- Een constante intensiteit (sterkte)
 - Nadeel is traagheid (0,2 tot 2 m/s) afhankelijk van de dikte van het axon
 - Continue transmissie: steeds nieuwe actiepotentialen optreden in meest nabijgelegen stukje membraan (dit hoort bij ongemyeliniseerde axonen)
- Het nut van myelinisatie
 - Lange axonen zijn gemyeliniseerd, dus hun membranen zijn geïsoleerd van de extracellulaire vloeistof, zodat ze sneller informatie kunnen doorsturen (120 m/s)
 - knopen van Ranvier
 - sprongsgewijze of **saltatorische zenuwgeleiding**

Figuur p78

- axonen zijn gemyeliniseerd:

Saltatorische transmissie: axonen zijn geïsoleerd, waardoor contact tss axonmembraan en extracellulaire vloeistof beperkt is.



Binnen gemyeliniseerde gedeelte kan geen ionenuitwisseling plaatsvinden (geen Na^+ naar binnen en K^+ naar buiten), dus kan er geen actiepotentiaal optreden



Actiepotentialen kunnen enkel optreden, daar waar myelineschede onderbroken wordt: aan de *knopen van Ranvier*

(De afstand tss de knopen is klein genoeg opdat de ladingsverschuivingen er nog voor kunnen zorgen dat de grenswaarde van een nieuwe actiepotentiaal overschreden wordt)



Ter hoogte van elke knoop: nieuwe actiepotentiaal, want daar is axonmembraan zeer rijk aan spanningsgevoelige natrium- en kaliumkanaaltjes

Snel: 120m per seconde

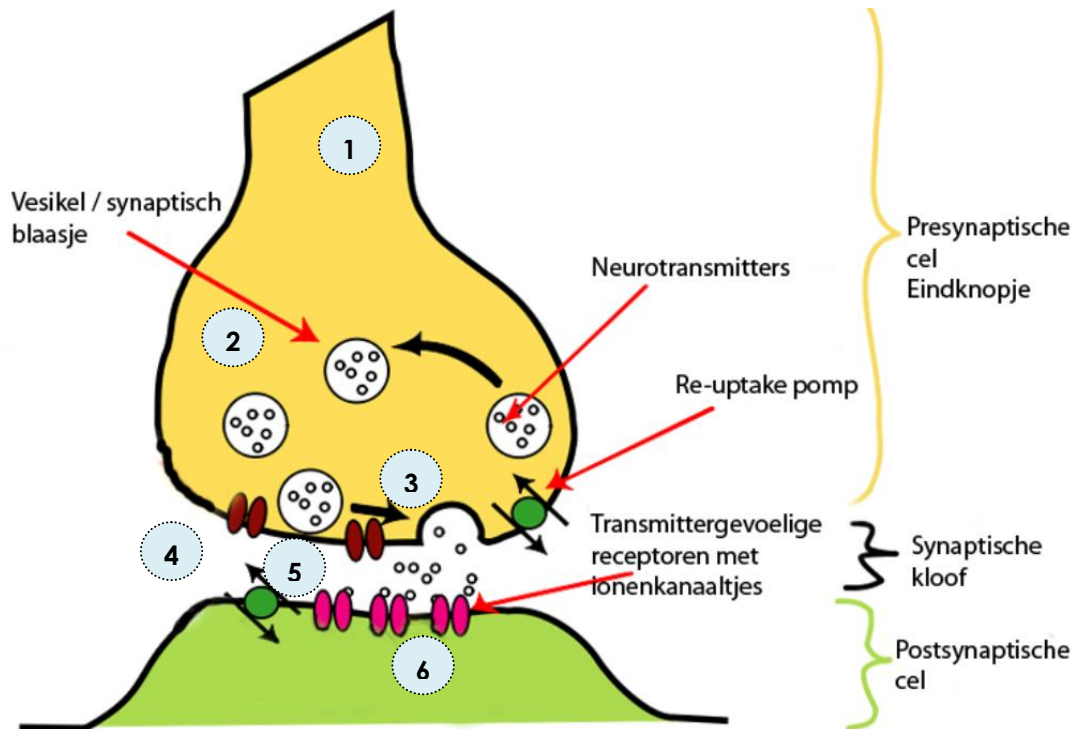
HOOFDSTUK 5: COMMUNICATIE TUSSEN ZENUWCELLEN

Synaptische transmissie/overdracht

Synaps

Synaps: contactplaats van een neuron met een ander neuron of neuron met spiercellen of kliercellen

Klassiek uitzicht van de synaps



Werking van de synaps

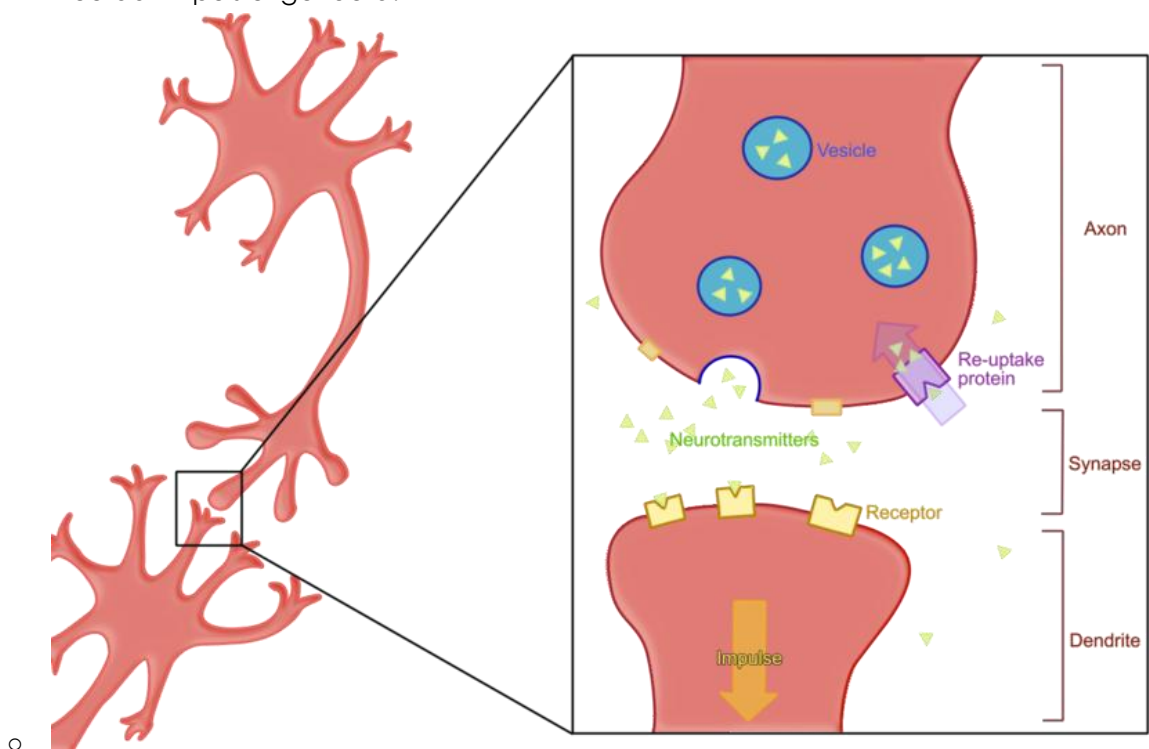
- 1) Actiepotentiaal bereikt het eindknopje (presynaptisch)
- 2) Vesikeltjes bewegen naar het celmembraan
- 3) Ze versmelten met de celmembraan
- 4) Barsten open en inhoud komt in de synapskloof
- 5) Deze binden met de receptoren (eiwitten) postsynaptisch
- 6) Ionenkanaaltjes open
- 7) Ontstaan actiepotentiaal

Figuur p 82

De postsynaptische potentiaal

Exciterende en inhiberende postsynaptische potentialen

- **Depolarisatie:** door opening van de Na^+ -kanaaltjes -> cel positiever
 - -> indien -50mV : **excitatorische postsynaptische potentiaal**
- **Hyperpolarisatie:** cel wordt negatiever door onder andere instroom van Cl^-
 - -> indien $< -70\text{mV}$ (dus vb -90mV): **inhibitorische postsynaptische potentiaal**
- Transmitters worden **afgebroken** door gespecialiseerde enzymen (post-synapt)
- Bv. acetylcholine wordt afgebroken door Acetylcholinesterase
 - nb. Acetylcholinesteraseinhibitoren
- **Re-uptake**
 - is de heropname van een neurotransmitter door een neurotransmitter-vervoerder van een pre-synaptische neuron nadat zij haar functie van de overdracht van een neurale impuls uitgevoerd.



Neurotransmitters

Voorbeelden van Kleinmoleculaire neurotransmitters:

Acetylcholine	Dopamine	Gamma-aminoboterzuur
	Noradrenaline	Glycine
	Adrenaline	Glutamaat
	Serotonine	
	Histamine	

Enkele neurotransmitters onder de loop

- **Dopamine**
 - Waar? Grote delen van de hersenen waarin neuronen geprikkeld worden
 - Belang? Fysieke motivatie
 - Concentratie
 - Extreem laag
 - Ziekte van Parkinson
 - Mentale achterstand
 - Extreem hoog
 - Schizofrenie ⇒ hallucinaties
 - Oplossing? Hallucinogene middelen
- **Serotonine**
 - Wordt versterkt door Prozac
 - Stof van het 'prettige gevoel'
 - Effect op? Stemming, angst, slaap, eetlust, pijn en bloeddruk
 - Hoge concentratie: kalmte en optimisme
- **Acetylcholine**
 - Belang? Concentratie, leren, geheugen
 - Lage concentratie: ziekte van Alzheimer
 - Oplossing? Medicatie
- **Noradrenaline**
 - Wat? Stimulerende stof
 - Waar? Locus coeruleus – 'pretcentrum'
 - Belang? Fysieke en mentale opwindning + verbetering van humeur
- **Glutamaat**
 - Belang? Vormen van verbindingen tussen de neuronen die de basis vormen voor:
 - Leren en lange-termijngeheugen
- **Enkefalinen en Endorfinen**
 - Wat? Endogene opiaten
 - Belang?
 - Pijnstillende werking
 - Spanning verminderen
 - Gevoel van gelukzalige kalmte teweegbrengen
 - Onderdrukken van fysieke functies zoals ademhalen
 - Kunnen fysieke afhankelijkheid veroorzaken

Verslaving

- Verslavende middelen: veroorzaken veranderingen in de receptoren ⇒ maken ze minder gevoelig
 - Gevolgen?
 - Gewenning
 - Verslaving
 - Neurotransmitters zoals?
 - Serotonine
 - Dopamine
 - Endorfinen
 - Noradrenaline
 - Betrokken hersengebied? => Ventrle tegmentale nucleus accumbens
- Verslavende middelen
 - **Ecstasy**
 - Stimuleren van serotonine-productie
 - Produceren van grotere plotselinge stroom neurotransmitters
 - Risico: cellen kunnen 'opbranden'
 - Gevolg:
 - Ontwenningverschijnselen
 - Risico chronische depressie
 - **LSD en psychedelische paddestoelen**
 - Stimuleren van serotonine-productie
 - Stimuleren van 'pretcentra' + activeren gebieden in de temporaalkwabben
 - Gevolg?
 - Hallucinaties
 - Bad trips ⇒ angstgevoelens (gevolg van prikkeling van amandelkern)
 - **Cocaïne**
 - Vergroot hoeveelheid dopamine
 - Blokkeert hernieuwde opname van serotonine en noradrenaline
 - ⇒ verhoging van concentratie van deze 3 neurotransmitters
 - Gevolg?
 - Eurofie (dopamine)
 - Vertrouwen (Serotonine)
 - Energie (noradrenaline)
 - **Amfetamine**
 - Vrijmaken van dopamine en noradrenaline
 - Gevolg? Energie, angst, nervositeit

- **Nicotine**
 - 1) Activeren van dopamine-neuronen
 - Desensibiliseert inwerkende cellen (maakt ongevoelig voor bepaalde stoffen) ⇒ effecten worden steeds minder gevoeld
 - 2) Invloed op neuronen die de neurotransmitter acetylcholine produceren
 - Gevolg?
 - Waakzaamheid
 - Scherpen van geheugen
- **Opiaten: morfine en heroïne**
 - Passen op receptoren die zich normaal aan endorfinen en enkelfalinen binden
 - ⇒ beloningscircuit
 - ⇒ plotselinge toestroom van dopamine
 - Gevolg?
 - Ongevoeligheid voor pijn
 - Ontwenningsverschijnselen: snelle stijging van stresshormonen
- **Alcohol en tranquillizers**
 - Verminderen de neurale activiteit door in te werken op de GABA (Gamma-amino-butyric-acid) neuron.
 - Oplossing? Geneesmiddelen
 - Genetische factoren spelen een rol bij alcohol verslaving

HOOFDSTUK 6: ZINTUIGCELLEN

Zintuiglijke waarneming / perceptie

Zintuiglijke waarneming / perceptie

- = proces dat instaat voor
 - 1) registratie van omgevingsprikkel
 - 2) verwerking
 - 3) interpretatie
- 4 types van zintuiglijke waarneming
 1. **Bijzondere waarneming:** zicht, gehoor, evenwicht, geur en smaak
 2. **Oppervlakkige waarneming:** tast, pijn, temperatuur, 2-puntsdiscriminatie
 3. **Diepe waarneming:** proprioceptie (waarneming van beweging, positie en oriëntatie van het lichaam en de lichaamsonderdelen), positiezin, diepe spierpijn, vibratiezin
 4. **Viscerale waarneming:** sensaties thv de ingewanden, misselijkheid, honger, ingewandspijn

Zintuigreceptorcellen

- Zintuigreceptorcellen staan in voor de sensaties = zetten fysieke prikkels om in zenuwimpulsen)
- 4 soorten
 - **Chemoreceptoren:** reukzin, smaak, pijn, jeuk en irritatie
 - **Thermoreceptoren:** temperatuursveranderingen
 - **Mechanoreceptoren:** gehoor, tastzin, evenwicht en proprioceptie
 - Merkelcellen (tastzin)
 - Ruffini-uiteinden (contact, druk, vibratie)
 - Meissnerlichaampjes (contact, druk, vibratie)
 - Lichaampjes Vater-Pacini (contact, druk, vibratie)
 - **Fotoreceptoren:** licht

Om te komen tot **bewuste waarneming** → zintuiglijke prikkels projecteren naar de hersenen

- Bijzondere zintuigen → signalen langs hersenzenuwen naar centrale zenuwstelsel
- Viscerale waarneming → wordt voortgeleid in de autonome afferente zenuwvezels

↓

Uiteindelijk komen alle zintuiglijke prikkels aan in de *primaire sensorische gebieden* van de grote hersenen (primaire somatosensorische cortex)

auditiële

↓

visuele

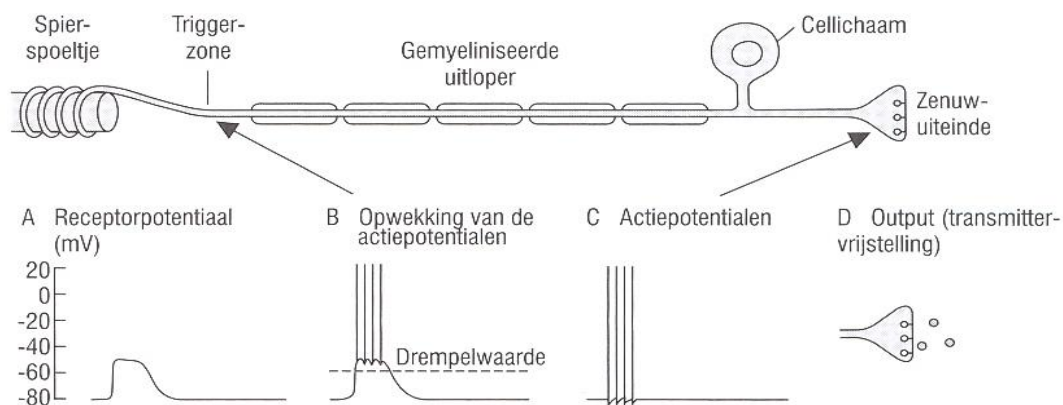
Daarna schakelen deze prikkels door naar de *associatieve corticale gebieden*

Receptie, transductie, codering

- **Zintuigcellen = Sensoriële receptorcellen**
 - gespecialiseerde neuronale structuren waarmee het contact met de wereld buiten het lichaam gebeurt = stimulustransformatie
 - 3 stappen
 - 1) **RECEPTIE**
 - Wat? stimulusenergie wordt opgevangen door receptor
 - **Modaliteit**: het type van energie waaruit de stimulus bestaat
 - **Locatie**: welke set van receptoren wordt geactiveerd
 - 2) **TRANSDUCTIE**:
 - Wat? omzetting van stimulusenergie in membraanpotentiaal = receptorpotentiaal
 - 3) **CODERING**:
 - Wat? omzetting van potentiaalveranderingen in een code van actiepotentialen
 - **Stimulusintensiteit (amplitude)**: frequentie van de actiepotentialen
 - **Simulusduur (timing)**: duur van het aantal actiepotentialen (wanneer begint en eindigt de stimulatie van de receptor)

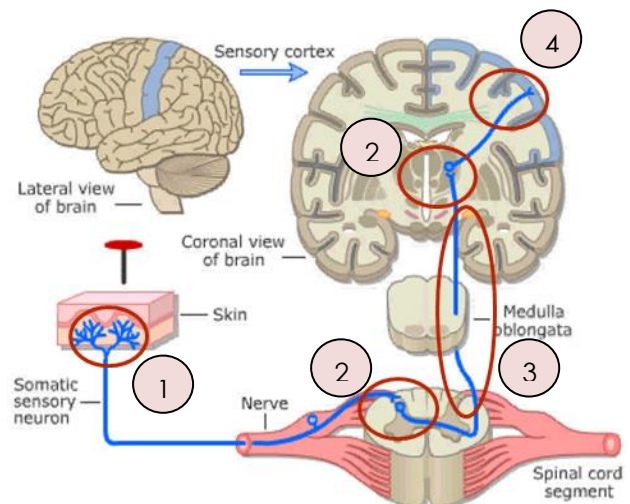
Voorbeeld van stimulustransformatie: **spierspoeltje** = mechanoreceptor

- **Receptie**:
 - mechanische uitrekking van pezen of spieren (=mechanische prikkel)
- **Transductie**:
 - Receptorpotentiaal met gradueel verloop
 - → duur & amplitude stimulus ~ duur & amplitude receptorpotentiaal
- **Codering**:
 - In de triggerzone van spierspoeltje: receptorpotentialen (depolariserend of inhiberend) worden geïntegreerd tot actiepotentialen (wnn drempelwaarde overschreden)
- **Output**
 - Wanneer actiepotentialen het receptoruiteinde bereiken:
 - → Vrijstelling van neurotransmitters
 - Aantal actiepotentialen → hoeveelheid neurotransmitters



Somatosensorisch systeem

- Verwijst naar zintuiglijke waarneming zoals
 - Tast
 - Druk
 - Proprioceptie (= stand van de lichaamsdelen, spieren en gewrichten)
 - Warmte/koude
 - Vibratie
 - Jeuk
 - Pijn
 - ⇒ WEL oppervlakkige, diepe en viscerale waarneming
 - ⇒ NIET bijzondere waarneming: gehoor, reuk, smaak, zicht
- In de somatosensorische receptorcellen onderscheiden we:
 - 1) **Exteroceptoren:**
 - gevoelig voor prikkels van buiten het lichaam (via zintuigcellen van de huid))
 - Meissnerlichaampjes, Merkelcellen, Ruffini-zenuwuiteinden, lichaampjes van Vater-Pacini, vrije zenuwuiteinden (pijn), ...
 - 2) **Proprioceptoren:**
 - registeren prikkels vanuit het inwendige van het lichaam
 - spierspoeltjes, lichaampjes van Vater-Pacini, vrije zenuwuiteinden (pijn)...
- Bestaat uit:
 - 1) Somatosensorische receptorcellen
= Zintuigreceptoren
 - 2) Verbindingsneuronen
 - 3) Opstijgende zenuwbanen
 - 4) Somatosensorische corticale gebieden



Zintuigcellen in de huid

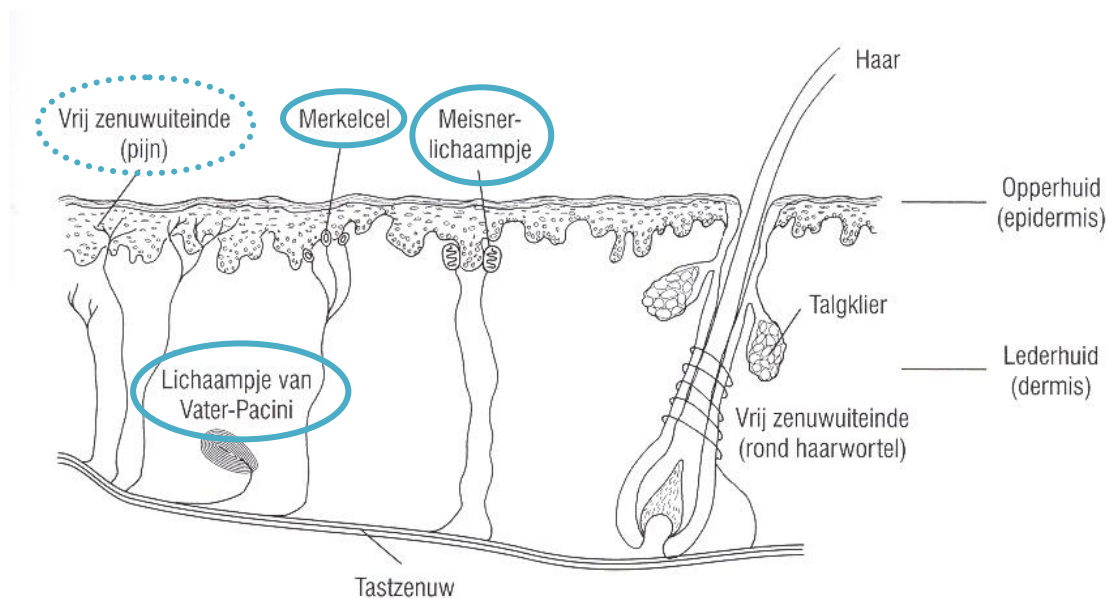
4 soorten mechanoreceptoren die instaan voor onderscheid

- contact
- druk
- Vibratie

→ Naargelang type van receptor dat geactiveerd wordt: specifieke sensaties

- | | |
|--|---|
| 1. Merkelcellen | } ervaring van aanhoudende <u>druk</u> |
| 2. Ruffini-uiteinden | |
| 3. Meissnerlichaampjes | } gevoel van <u>vibratie</u> , reden: passen zich snel aan en reageren enkel op begin en eindstimulus |
| 4. Lichaampjes van Vater-Pacini | |

→ Als 4 receptoren vuren: gevoel contact te hebben met een voorwerp



Figuur 6.5. Zintuigcellen in de huid.

Elk sensorieel systeem ontvangt 4 types van info:

1. MODALITEIT: aard van energie waaruit stimulus bestaat
2. LOCATIE: plaats, welke set van receptoren geactiveerd wordt
3. INTENSITEIT: responsamplitude, met welke amplitude zal receptor reageren
4. TIMING: begin/einde stimulatie receptor, helling



Bij de huidreceptoren:

1. MODALITEIT: mechanische energie
2. LOCATIE: de huid waar de sensorische uiteinden van de receptor (receptieve veld) worden aangeraakt
3. INTENSITEIT: vertaalt zich in frequentie waarmee receptorcel actiepotentialen afvuurt
4. TIMING: bepaalt hoeveel actiepotentialen er precies worden afgevuurd

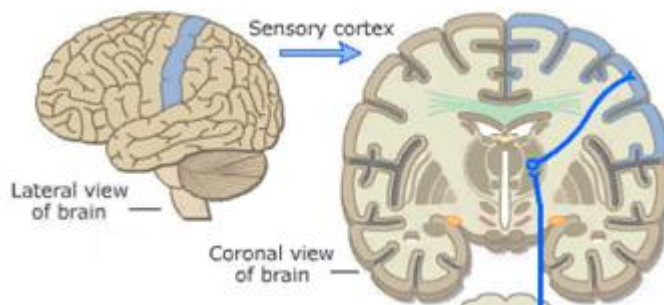
Verbindingsneuronen

- Stimuli die door de zintuigreceptoren worden geregistreerd → door 3 groepen van lange verbindingsneuronen naar de somatosensorische cortex vervoert

3 ordes

- **Neuronen van 1ste orde:**
 - aanvoer signaal vanuit receptorcellen
 - Vormt een synaps met:
- **Neuronen van 2de orde :**
 - cellichaam ruggenmerg of hersenstam
 - Ter hoogte van de hersenstam: een kruising van de hersenbanen ⇒ dan eindigt hij in de thalamus
- **Neuronen van 3de orde:**
 - Cellichaam in de kernen van de thalamus
 - vanuit de thalamus naar de sensorische cortex: projecteren de info naar de primaire somatosensorische cortex in de grote hersenen

Primaire sensorische cortex

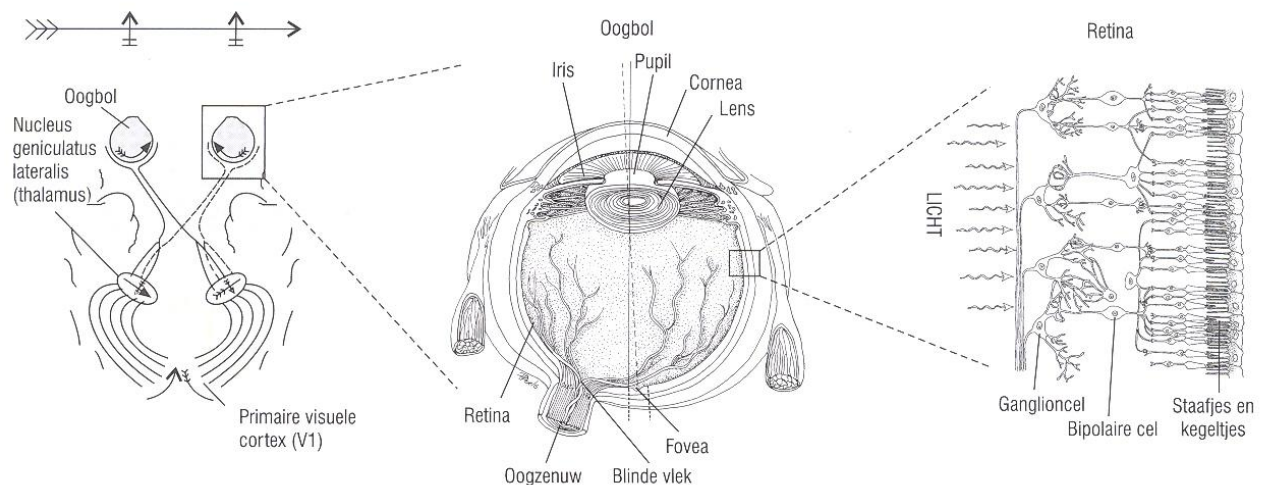


- ligging:
- corticaal gebied, ter hoogte van de gyrus postcentralis, net achter sulcus centralis
- *somatotopisch* georganiseerd:
 - elk deel van het lichaam is afgebeeld op een bepaalde plaats
 - Afhankelijk van de grootte van oppervlakte
 - wanneer lichaamsdelen: grotere oppervlakte op deze cortex beslaan
⇒ gevoeliger
 - Bv. handen, aangezicht, lippen, mond
 - wanneer lichaamsdelen: kleine oppervlakte beslaan ⇒ minder gevoeliger
 - Bv. rug en rom
- Laterale deel: ontvangt projecties van bovenste lichaamshelft en loopt over in:
- Mediale deel: ontvangt projecties van de onderste lichaamshelft

HOOFDSTUK 7: ZIEN

Zien - ogen

- Licht
- Cornea (hoornvlies)
- Fotoreceptoren
- Fototransductie
- Nervus opticus
- Chiasma opticum
- Tractus opticus
- Thalamus (CGL)
- Primaire visuele cortex
- Retina (netvlies)
 - 2 types van fotoreceptoren
 - **Staaftjes** (lichtintensiteit)
 - **Kegeltjes** (kleuren)
 - reageren op licht door veranderingen in membraanpotentialen
 - gevuld met lichtabsorberend pigment: rhodopsine
- Alle zenuwbanen gaan via de THALAMUS!



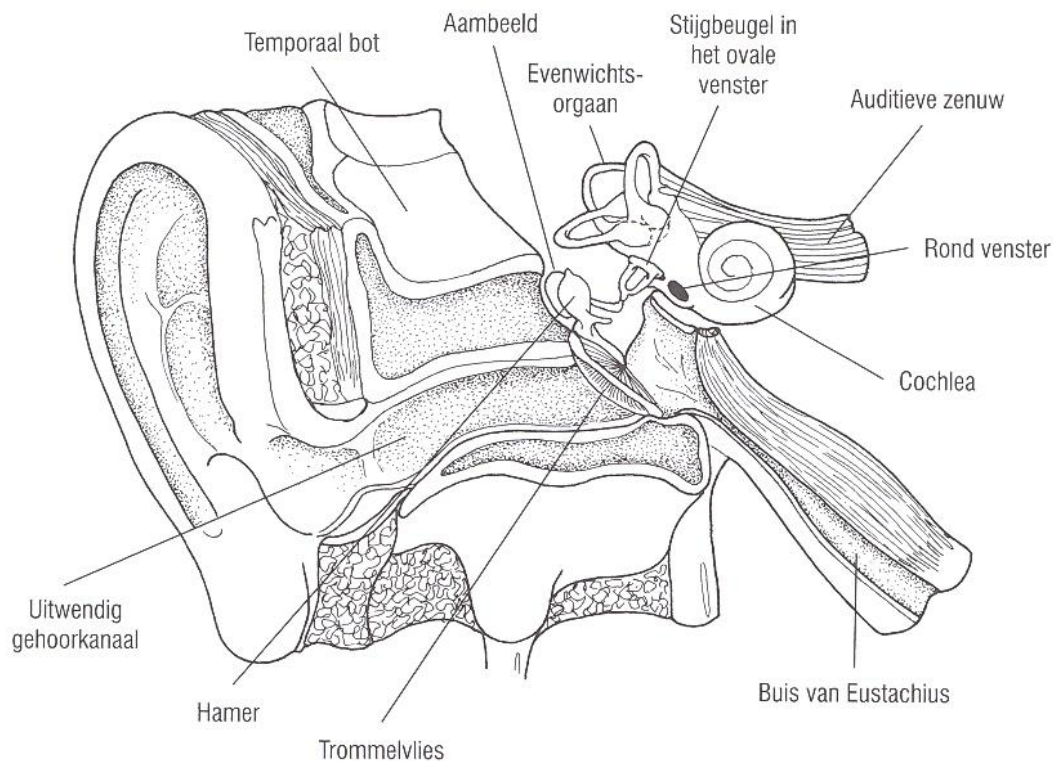
Figuur 7.1. Het oog en het visuele systeem.

Horen - oren

- Trilling wordt verstrekt doordat alle delen mee beginnen te trillen → prikkels komen via gehoorzenuwen → hersenen
- Transductie: fysische energie wordt omgezet in elektrische signaal → thalamus → auditieve cortex van de hersenen
- Trommelvlies
- Hamersysteem
- Stijgbeugel
- Cochlea = slakkenhuis
 - Een onderdeel: orgaan van Corti (Figuur p 128)
 - Gevuld met endolymfe
- Evenwichtsorgaan ⇔ evenwichtssysteem: vestibulair apparaat! → inwendige oor
 - Op juist dezelfde manier zitten er 3 lussen, kanalen! Axiaal/horizontaal, sagitaal, coronaal! (link hoofdstuk 2)

Figuur p 126

Figuur p 128



Figuur 7.5. Anatomie van het oor.

HOOFDSTUK 8: MOTORISCHE CELLEN

Reflexbogen

- Een reflexbeweging (niet bewust) is het gevolg van een spiercontracties die door een rechte reeks koppeling aan een zintuiglijke prikkel worden opgewekt.
- Spinale reflex (vb: kniepeesreflex)
 - Kunnen veranderingen optreden! Verzwakking, versterking → abnormaliteit

Motorische hersengebieden en zenuwbanen

- Bij niet-reflexmatige, bewuste bewegingen zorgen de hersenen voor de initiatie en integratie van de spiercontracties
- Corticospinale baan:
 - Cortico: van de cortex
 - Spinaal: naar het ruggenmerg
- Het zien en maken van bewegingen kan samengaan!

