

# Gedragsneurowetenschappen

---

Examen: 13-15 m.p choice

+1-2 open vragen

+taak

## Inleiding:

Studieobject van de gedragsneurowetenschappen: wetenschappelijke studie van het gedrag, hoe hersenen werken. De grote van het brein heeft niets te maken met de inhoud.

Bij psychopaten is de amygdala 17% kleiner dan bij andere mensen. De amygdala staat in voor alles wat met gevoelens te maken heeft. Via interventie in het brein kan men deze gedragingen onder controle krijgen. Men plaats een staaf in de hersenen dat verbonden is met een pacemaker onder het sleutelbeen. Deze kan men met een afstandsbediening bedienen. Men stuurt elektroden naar de staaf. Wanneer deze niet verstuurd worden beweegt deze persoon ongecontroleerd.

## Hoofdstuk 1: neurofylogenese

Dit bevat de ontwikkeling van het brein doorheen de jaren.

### 1.1 Verschillende tijdperken

Hoe kan men uitmaken in welk tijdperk een fossiel is gevonden?

- Koolstofdatering. Het is een natuurlijk element dat in alle organische verbindingen voorkomt en twee samenstellingen kent. Het ene is zwak radioactief en vervalt langzaam tot stikstof. Men kan met speciale apparaten de hoeveelheid koolstofatomen in een fossiel tellen en dit lever een indicatie van de ouderdom. (veel koolstof = jong) Vanaf 50000 jaar oud is deze techniek niet goed genoeg want is alles omgezet in N.
- Techniek gebaseerd op kalium en argon. Het enige verschil is dat de vervalsnelheid van de radioactieve isotoop kalium 40 veel trager is.
- Geologische aardlagen

Carboon: grote wezens die de wereld overheersen

Jura: dino's

Krijt: ontstaan van kleine zoogdieren. Deze leven 's nachts omdat ze overdag zouden worden aangevallen door de andere wezens.

Tertiair:

Quartaair: aapachtige soort dat gaat splitsen. Deze soort wordt de basis voor de ontwikkelingslijn van de mens. Wij zijn dus afgesplitst van de voorouders van de huidige aap.

Er ontstonden meer en meer Savannes.

De primaat had 4 ledematen ( men noemt dit nog geen armen en benen) , maar het beweegt er zich wel mee voort en kwam zo tot bij de Savanne.

Ze moesten dus leren op twee benen staan om boven het gras te kunnen kijken -> afsplitsing: opening tot evolutielijn.

Men leerde de handen gebruiken omdat deze vrijkwamen aangezien ze enkel op hun benen konden staan. Hierdoor ontwikkelden ze ook meer kracht in hun handen door bvb kokosnoten te breken en haalde met eiwitten binnen. Deze eiwitten stimuleerden de hersenen.

Ook ontwikkelden ze vaardigheden en technieken in hun hoofd en creëerden dus inzicht.

### 1.2 taxonomie van de huidige mens

Rijk : *animalia*

Fylum : *gewervelden*

Klasse : *zoogdieren*

Orde : *primaten*

Families : *hominidae*

-> Geslachten : *homo*

->->soorten : *sapiens*

Taxonomie = gebaseerd op de fylogenetische verwantschap (organismen die uit dezelfde evolutionaire tak voortkomen, zijn aan elkaar verwant, ook al verschillen hun uiterlijke kenmerken)

### 1.3 antropogenese

Orde v.d. **primaten**

Familie v.d. **homoniden** (mensachtigen)

geslachten :

Australopithecus Paranthropus

*A. aethiopicus*

*A. robustus*

*A. boisei*

Australopithecus

*A. anamensis*

*A. africanus*

*A. afarensis*

Homo

*H. habilis*

*H. rudolfensis*

*H. ergaster*

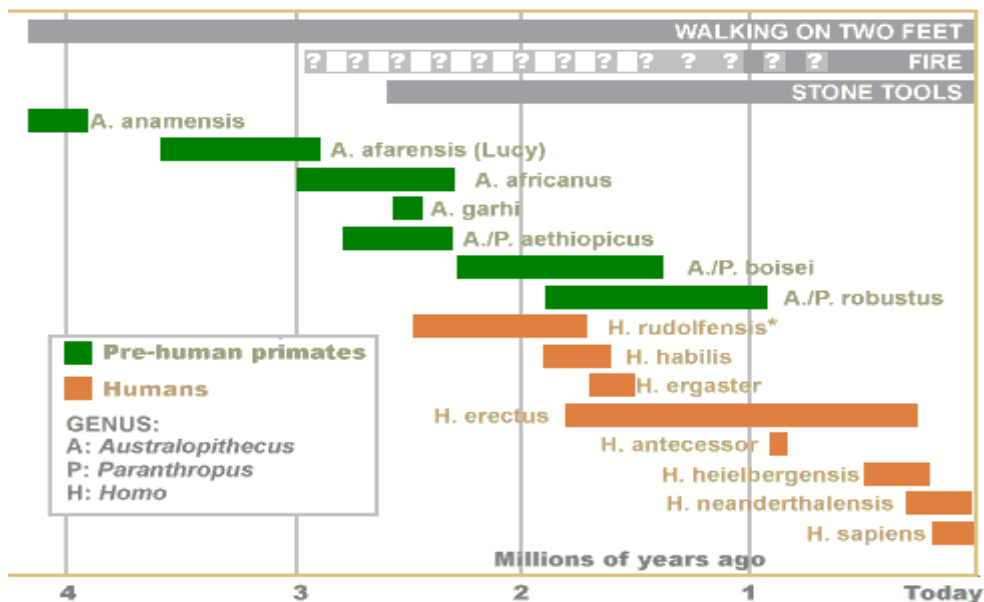
*H. erectus*

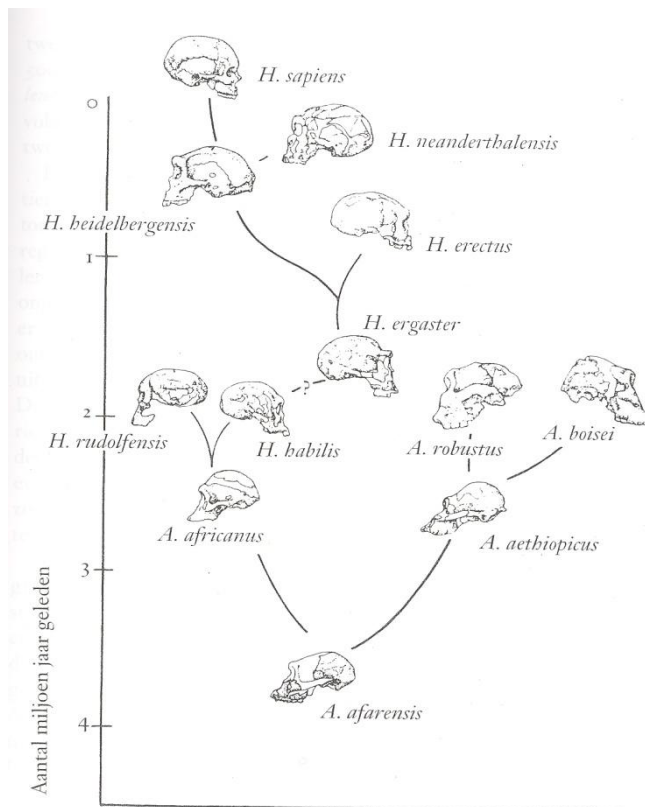
*H. heidelbergensis*

*H. floresiensis*

*H. neanderthalensis*

*H. sapiens*





De hedendaagse mens, de uitgestorven voorouders en hedendaagse mensapen, apen, halfapen horen allemaal tot de orde der **primaten**.

Kernmerken: relatief groot brein, 5vingerige handen met opponeerbare duim/teen, platte nagels ipv klauwen, ogen die vooruit kijken en relatief lange zwangerschap. Doorgaans maar één jong tegelijk. De boombewoners zijn diegene die nu nog voorkomen. De grijphanden en gezichtsvermogen zijn aanpassingen van de boomrijke omgeving.

Primaten stammen af van kleine insectenetende boombewoners die vooral 's nachts actief waren. De vroegste dateren uit het laat-**paleoceen**. Toen ook de dinosauriërs net verdwenen, door waarschijnlijk een meteorietinslag. Het brein is waarschijnlijk ontstaan om soepele bewegingen door de bomen te kunnen maken en inzicht creëren, vluchten,..

Binnen de orde der primaten kan men specifiekere indelingen maken in verschillende families, geslachten en soorten; Hedendaagse mensen en de uitgestorven aapmensen behoren bijvoorbeeld tot de familie der **hominiden**. Binnen deze familie worden twee geslachten onderscheiden: australopithecus en paranthropus.

De australopithecini zijn helemaal uitgestorven. We kennen ze door fossielen ( Afrika).

Binnen de hominiden was de schedel eerst nog zeer klein van de mensapen. Wel lijkt het gebit en platte gelaat al meer op ons. Men spreekt van Australopithecus africanus.

### Orde van de primaten

De verschillen hoeft je niet te kennen maar wel dat homo bijvoorbeeld na australopithecus komt en soorten zoals homo sapiens komen na homo habilis.. )

\*Australopithecus: Dit is de eerste soort afgesplitst van de primaten.

\*Australopithecus afarensis: Deze is belangrijk. De hersengrootte bedraagt 400-450 ml. Dit is zo groot als de chimpansee nu.

\*Homo habilis: " Handige mens". Het hersenvolume bedraagt 600-700ml. Zij maakten de eerste werktuigen van steen.

\*Homo ergaster: Zij gebruiken meer en meer werktuigen, verloren hun vacht en hebben meer gezichtsvasculatuur wat dus zorgt voor meer gezichtsuitdrukkingen.

\*Homo erectus: De eersten die duidelijk op twee benen kunnen lopen, zij ontdekten het vuur. Hierdoor moesten ze minder op hun vlees kauwen en verandert ook de botstructuur van de kaak. Deze wordt minder hard. Doordat zij als eersten goed rechtop kunnen lopen verlaten ze Afrika waar dit alles begon en verspreidde zich over alle continenten. Dit was mogelijk omdat de continenten toen nog tegen elkaar lagen. Hun hersenvolume bedraagt 750-1250ml.

\*Homo heidelbergensis: Zij leefden in groepen en hadden een sociale structuur. Het brein werd al complexer. Maakten werktuigen en gebruikten vuur. Hersenvolume : 700-1000ml.

\*Homo neanderthalis: Zij hebben wel spraak, kunnen sneller informatie doorgeven, hadden ook al de neiging om dingen te begraven en stellen zich vragen over het hiernamaals. Hieruit volgt dat er religies, culturen, gewoontes,... ontstaan. We hebben zelfbewustzijn en creëren een cognitieve denkconstructie.

\*Homo sapiens: hersenvolume 1350 cm<sup>3</sup>. heeft een taal en abstractievermogen, verbeelding en voorstellingsvermogen, sociale systeem.

Het is een misvatting dat Australopithecus de gemeenschappelijke voorouder zou zijn van de tegwoordige mensen en onze meest nauwe nog levende verwanten, de chimpansee en bonobo. Dna-onderzoek en paleontologische analyses plaatsen die gemeenschappelijk voorouder veel vroeger, namelijk op ongeveer 6-8 miljoen jaar geleden; uit die periode zijn echter zeer weinig fossielen bekend. Men spreekt daarom over het zogenaamde fossil gap. De nog onontdekte gemeenschappelijke voorouder heeft alvast een naam gekregen nl.: Pan Prior (eerdere chimpansee)

#### Wanneer en waarom wordt een hominide tot het geslacht Homo gerekend?

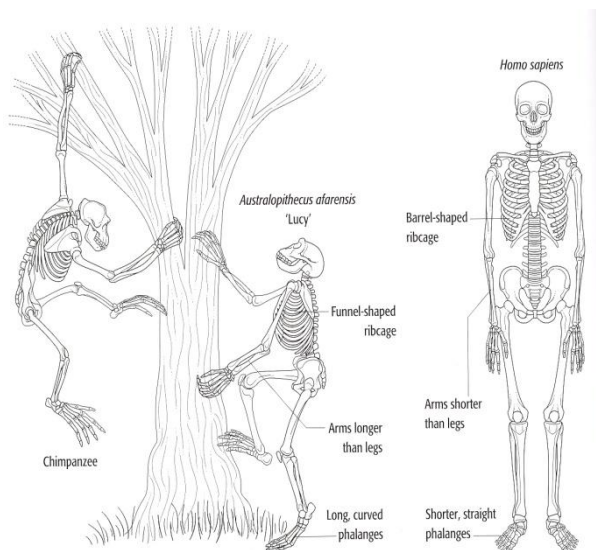
Enkel deze groep heeft grottekeningen achtergelaten. Ze waren dus in staat iets te onthouden en perfect na te tekenen => teken van groot geheugen en controle over wat ze zien en doen. Op een bepaald moment liepen er zowel homo sapiens als homo neanderthalis. Ze hadden werktuigen

Het zwaartepunt van ons lichaam ligt bij ons in ons bekken, hierdoor zijn we in staat rechtop te lopen. Bij apen ligt dit iets hoger waardoor ze zich nooit als mens kunnen ontwikkelen zonder een afsplitsing. Ze vallen steeds terug op hun vier poten. Hierdoor is ook ons bekken anders gevormd (pelvis). Aan deze structuur kan men zien of het over een mens of aap gaat. Men spreekt over bipedie wanneer onze voorouders rechtop zijn gaan lopen. Het brein is ook op dit moment zeer sterk gaan groeien (neanderthalis). Het heeft waarschijnlijk wel een verband met elkaar. Ongeveer 15 miljoen jaar geleden, toen de hominiden nog niet bestonden was Afrika volledig bedekt met regenwoud. Door klimaatsveranderingen (koeler en droger) werd het bos langzaam uitgedund. Er ontstaan meer open plekken en savanne. Men kwam nu wellicht voor het eerst uit de bomen en begon de grasvlakte te verkennen. Bipedie is ook ontstaan omdat als men zo klein is (1m) men beter kan zien als men rechtop staat en gaat jagen. Je ziet de roofdieren beter afkomen. Een tweede voordeel is dat de handen vrijkomen door dingen te dragen zoals voedsel. Doordat men niet alles kon dragen begonnen ze samen te werken en ontstonden er complexere sociale banden die een steeds grotere intelligentie vereisten. En hier beginnen het rechtop lopen en de groei van de hersenen in elkaar te grijpen. Men heeft kunnen aantonen dat hier een correlatie tussen bestaat. Het probleem is echter dat de vondst van Sahelanthropus tchadensis de oorsprong van hominiden steeds verder in het verleden legt.

Naast de savanne theorie die verklaart waarom men rechtop loopt is er ook de aquatische theorie. Men suggereert als oplossing dat er een tussenperiode is geweest van de wateraap. De hominiden leiden een aquatisch bestaan waarbij bipedie van pas kwam om door het water te waden. In een later stadium wordt de wateraap een zwemmen en duiker. Zijn voedsel bestond uit vis en schaaldieren.

Ook aan de botstructuur kan men uitmaken of men te maken heeft met een mens of aap. Onze knieën zijn meer beschadigd net omdat we rechtop lopen dragen zij alle kracht. Door technologie worden wij veel ouder, niet door de evolutie, maar dankzij het brein. De rugproblemen, komen daarentegen wel door de evolutie. Men gaat van op 4 poten lopen naar rechtop maar ons lichaam moet nog mee evolueren vandaar dat sommige mensen veel last hebben van rugpijn. Ook aan de hand van tanden kan men weten of het om een vrouw/ kind gaat. Bij het gebit ziet men een duidelijk verschil in eetgewoonten bij de H. habilis en H. erectus. Zij waren niet langer vegetariërs.

Een 4<sup>e</sup> manier is het achterhoofds gat. Via dit gat kan men weten met welke soort men te maken heeft. Het is de plaats waar het ruggenmerg naar de hersenen gaat. Het strottenhoofd is veranderd ( reeds bij de neanderthaler zien we dat zijn strottenhoofd zeer sterk op dat van ons gelijkt waardoor we weten dat zij een breed repertoire aan taal hadden, al weten we niet hoe het cognitief zat en ze de grammaticale taal kon produceren). Wij kunnen praten, anderen niet. Omdat ook hersenen groot genoeg zijn. Vandaar dat een kind van 1.5 jaar pas kan praten. Pas dan is er genoeg hersenweefsel om spraak aan te leren.



slide 47

### Geografische verspreiding

De verspreiding vertrok vanuit Afrika en is stilaan verder uitgespreid. Door de verschillende klimaten moesten ze zich eerst aanpassen. Vanuit Afrika ging men verder naar europa, vervolgens Australië , Azië door naar Amerika.

Men vraagt zich af of de Homo sapiens de Homo Neanderthalis heeft uitgemoord. Waarschijnlijk wouden ze gewoon hetzelfde gebied benutten, hebben ze dezelfde voedselbronnen nodig gehad en vandaar dat homos sapiens heeft gewonnen.

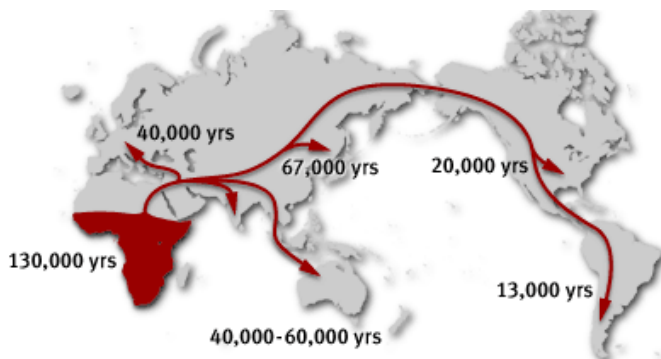
Sommige onderzoekers menen dat de Neanderthaler helemaal niet is uitgestoven maar zich vermengd heeft met onze eigen soort en dat we dus genen van de neanderthaler zouden moeten terugvinden. Maar DNA onderzoek heeft aangetoond dat dit niet mogelijk is omdat de genen te veel verschillen om van een kruising te kunnen spreken.

Waar komt de homo sapiens vandaan?

Europa is niet de oorsprong van H.sapiens. Dat was hoogstwaarschijnlijk Afrika. Men denkt dat het ongeveer 200 000 jaar geleden is ontstaan. We zijn dus vermoedelijk uit de H. Heidelbergensis geëvolueerd.

Men noemt de hypothese die ervoor zorgt dat we denken dat de oorsprong in Afrika te vinden is de 'zwarte eva-hypothese'. Zwarte eva is een vrouw die ongeveer 150 000 jaar geleden in Afrika leefde en de oermoeder zou zijn van alle hedendaagse mensen. Er zijn echter ook onderzoekers die niet van dit scenario willen weten. Sommige zweren bij het 'multiregionale model'. Deze theorie stelt dat de moderne mens in verschillende werelddelen uit lokale H. erectus-populaties is voortgekomen. Volgens deze visie zijn we dus niet afkomstig van Afrika, maar zijn we op verschillende continenten geëvolueerd. Dan is enkel de H. erectus één keer uit Afrika vertrokken. De aanhangers van dit model zijn in de minderheid want hoe komt het dan dat we genetisch zo sterk op elkaar lijken?

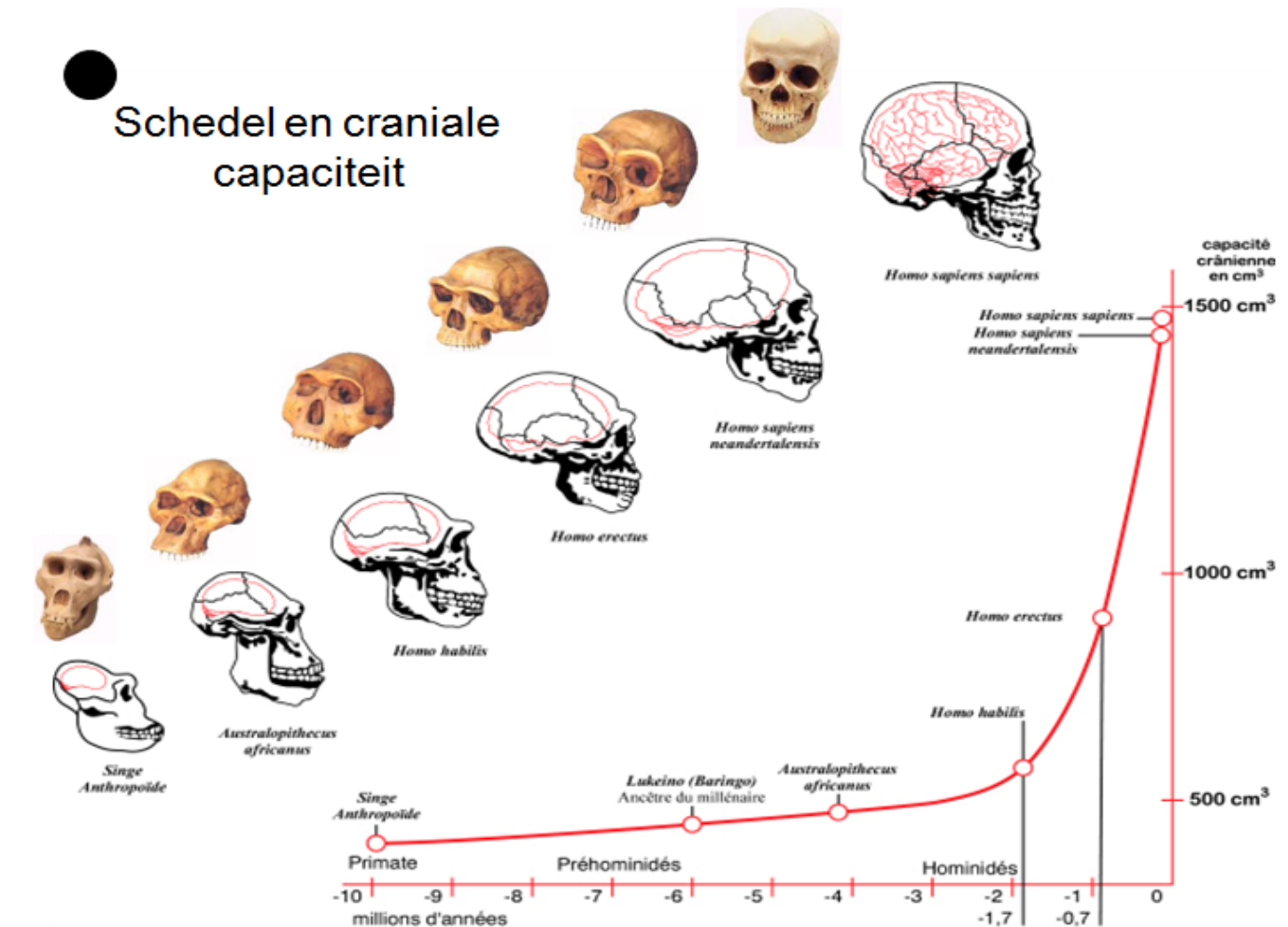
Een laatste scenario is het 'Out of Africa 1 scenario'. Men denkt dat H. erectus niet in Afrika maar wellicht in Azië is ontstaan. Men denkt dit omdat in Azië steeds oudere fossielen worden gevonden, dus moet men wachten tot men een H. erectus vindt.



Schedel: inhoud: craniale capaciteit/hersenen

**Belangrijke grafiek op toledo: ontwikkeling van de hersenen**

## Schedel en craniale capaciteit



Bij -4 : afsplitsen; één naar mens, één naar aap.

(op twee benen staan+ meer met handen werken)

-2 tot 0: Hersen zijn enorm veel gegroeid men spreekt van een exponentiële groei.

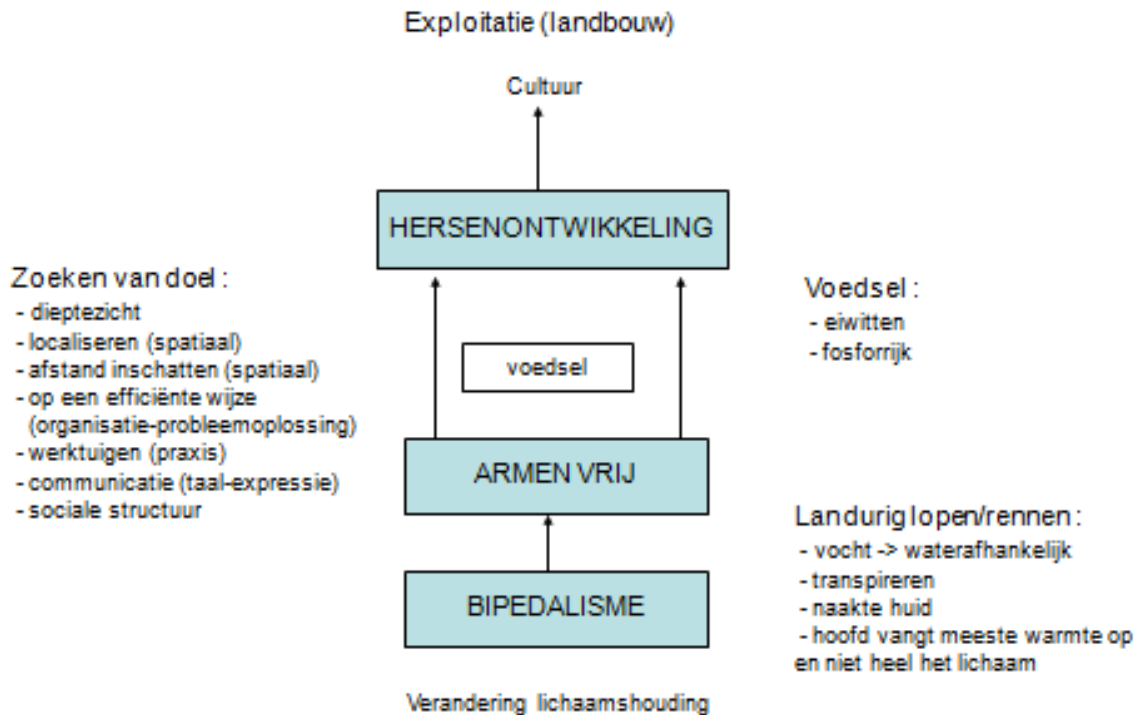
Vb: Koe heeft grotere hersenen dan een mens maar is niet slimmer. Je moet kijken naar de verhouding tov de lichaamsmassa. Volume van hersenen staat enkel bij mens niet in verhouding met spieren.

Een dier is niet bang, want bij een dier is weglopen een reflex, geen gevoel. Daarvoor zijn de hersenen niet genoeg ontwikkeld.

Het grootste deel van de hersenen staat in voor praktische dingen. Niet voor spieren. Dieren hun hersenen houden zich meer bezig met spiercontrole.

Dankzij de voorhersen kunnen wij altruïstisch zijn, aap niet. We werken allebei samen, maar aap enkel uit egoïsme met beloning. Een mens gaat ook hulp bieden, een aap niet. Hij ziet je als concurrent. Bij arm grijpen naar eten dat in een beker ligt zal hij de juiste beker voor je nemen. Wanneer je wijst ( dit is een teken van helpen) kiest hij vaak de verkeerde beker.

## Samenvatting:



## Hoofdstuk 2: ontogenese

### 1.1 Inleidende opmerkingen

De ontwikkeling van het CZS kent twee fasen met de geboorte als transitiepunt (middelpunt) tussen de twee fasen

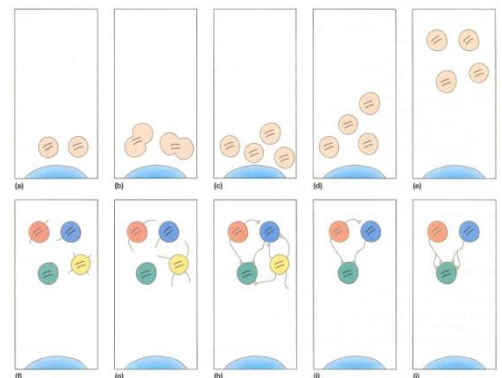
1. Prenatale ontwikkeling
2. Postnatale ontwikkeling

Tijdens de prenatale ontwikkeling spreekt men vooral over de structurele ontwikkeling van het CZS. Verstoringen van de ontwikkeling in deze fase hebben meestal een schadelijke invloed op de hersenstructuur, waardoor de morfologie van de hersenen afwijkend is. (genetisch gestuurd)

Tijdens de postnatale ontwikkeling gaan de hersenen verder groeien, vooral wat betreft dendriten, myelinisatie en synaptogenese. Ook deze processen zijn voor een deel genetisch gestuurd, maar zijn meer ontvankelijk voor omgevingsinvloeden en ervaring.

- o Embryologische ontwikkeling bestaat uit een reeks goed gecoördineerde, complexe processen

1. Beginpositie vd cellen
2. Start celdeling
3. Einde celdeling
4. Start celmigratie
5. Einde celmigratie
6. Start celdifferentiatie (axon- en dendrietvorming)
7. Verder celdifferentiatie
8. Vorming van connecties (synaptogenese en myelinisatie)
9. Geprogrammeerde celdood (apoptose)
10. Synaptische reorganisaties



- o Celproces moet heel nauwkeurig gereguleerd worden

Dit is belangrijk zodat de hersenen de juiste grootte krijgen. De stopzetting moet op de juiste moment gebeuren zodat er een correcte verhouding bestaat tussen neuronen en gliacellen. Als het proces te



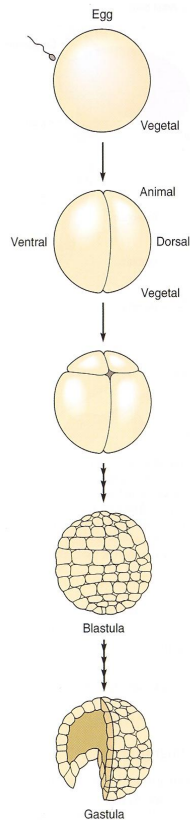
vroeg stopt zal niet alleen het hersenweefsel te smal zijn, maar het weefsel zal naar verhouding ook veel vroeggeboren neuronen bevatten ten opzichte van neuronen die in een latere fase geproduceerd zijn met gevolgen van celmigratie, synaptogenese en uiteindelijk de hersenfunctie. Er kan niet enkel te weinig geproduceerd zijn, maar soms is er ook overproductie. De te veel geproduceerde cellen blijven een beperkte tijd in elven en verdwijnen door apoptose of geprogrammeerde celdood.

De uitlopers van axonen ontwikkelen zich in grote aantallen tijdens de ontwikkeling maar trekken zich terug zodat ipv diffuse verbindingen meer specifieke bindingen kunnen ontstaan.

Ten slotte zijn er afgegrensde periodes aan te wijzen in de hersenontwikkeling waarin ervaringen in die perioden een sterk effect hebben op de structurele organisatie, waardoor bindingen ontstaan die het mogelijk maken zich aan te passen aan de omgeving. Deze perioden noemt men **sensitieve perioden**.

### 10.1 De eerste fase van de ontwikkeling

Eerst gebeurt de bevruchting. De bevruchte eicel kan uitgroeien tot een compleet mens en heet daarom **totipotent**. In de eerste uren na de bevruchting deelt de cel zich een aantal keer waardoor meer totipotente cellen ontstaan. De totipotente cellen of **stamcellen** hebben de eigenschap dat zij door symmetrische deling identieke dochtercellen kunnen produceren. Het zijn de voorlopers van alle andere cellen van het lichaam. Elke cel is reeds geprogrammeerd om zich op een bepaalde structuur te ontwikkelen want ongeveer 4 dagen na de bevruchting en celdeling, beginnen cellen zich al te specialiseren, waarbij ze een soort holte vormen, **de blastocyste**. Deze bestaat uit een buitenste laag cellen en een aantal cellen die zich in de holte bevinden, de zogenaamde binnenste celmassa. De binnenste celmassa kan ieder celtype vormen dat zich in een menselijk lichaam bevindt, maar uit deze groep cellen kan niet langer een volledig organisme ontstaan (enkel uit totipotente cellen). Men noemt de binnenste massa **pluripotent**. D.w.z. dat ook deze stamcellen zich kunnen specialiseren tot vele, maar niet alle celtypen die nodig zijn voor de ontwikkeling van de foetus. In dit stadium zijn de cellen dus niet langer totipotent. De pluripotente of embryonale stamcellen specialiseren zich verder tot stamcellen waaruit op hun beurt enkel nog cellen kunnen ontstaan met een meer specifieke functie: v.b. bloedstamcellen die zich specialiseren tot bloedlichaampjes en RBC,.. Neurale stamcellen die zich specialiseren tot verschillende typen zenuwcellen. Zij heten allemaal multipotent omdat deze stamcellen nog meer beperkt zijn in hun mogelijkheden om zich te specialiseren.



laatste twee: blastula en gastula

## 10.2 ontwikkeling van de kiembladen

Als blastocyste is ingenesteld in baarmoederwand gaan deze cellen zich verder specialiseren en ontstaat een 3-lagenstructuur/ kiembladen. Dit is een cruciale fase omdat de lichaamsas van het embryo zijn anatomische vorm krijgt (gastrula). De ontwikkeling is afhankelijk van de gastrulatie. Elk van deze kiembladen ontwikkelt zich tot een belangrijk organisch systeem of weefselstructuur. De kiembladen zijn de voorlopers van het ectoderm(buitenste kiemblad), mesoderm(middelste) en endoderm(binnenste). Endoderm ontwikkelt zich tot de inwendige organen. Mesoderm ontwikkelt zich tot het skelet, spieren, bloedvaten en lymfeklieren, de nieren en geslachtsorganen. En ectoderm wordt de huid, tanden, haar, nagels en zenuwstelsel.

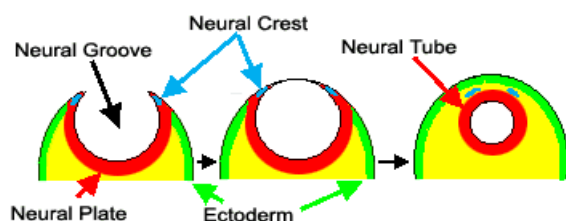
## 10.3 neurulatie

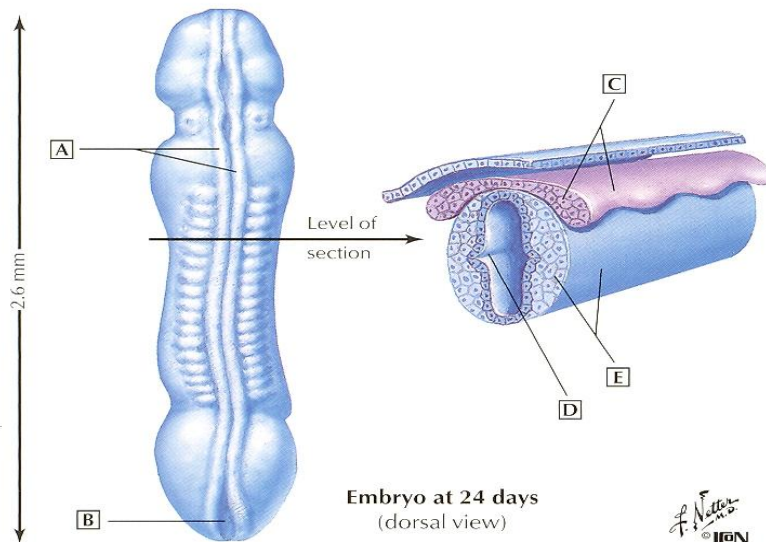
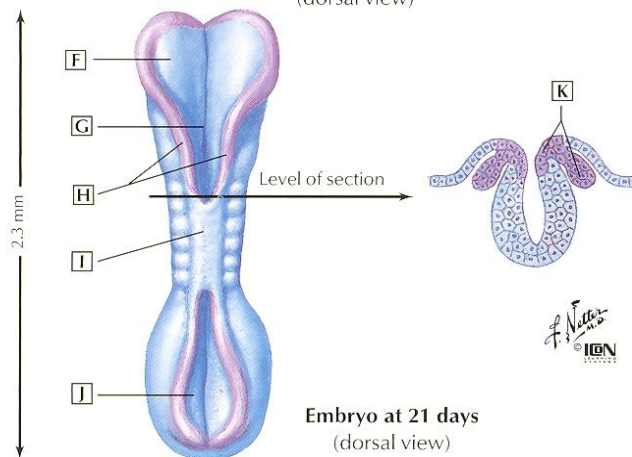
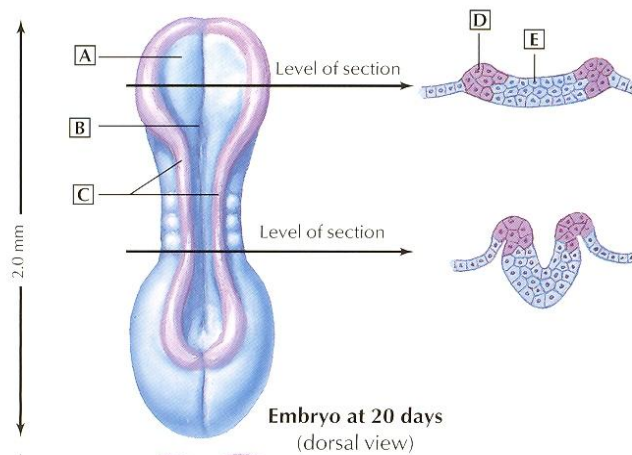
In een deel van het ectoderm ontstaat een verdikking en deze wordt de neurale plaat genoemd. Een groep chemische groeifactoren(stoffen), zijn verantwoordelijk voor de transformatie van een ongedifferentieerde cellaag in een structuur waaruit het zenuwstelsel zal ontstaan.

22<sup>e</sup> dag: neurale plaats gaat naar binnen (**neurale groeve**) en vormt een holle buis, de **neurale buis**.

Het sluiten van de buis gebeurt rond 24-28<sup>e</sup> dag.

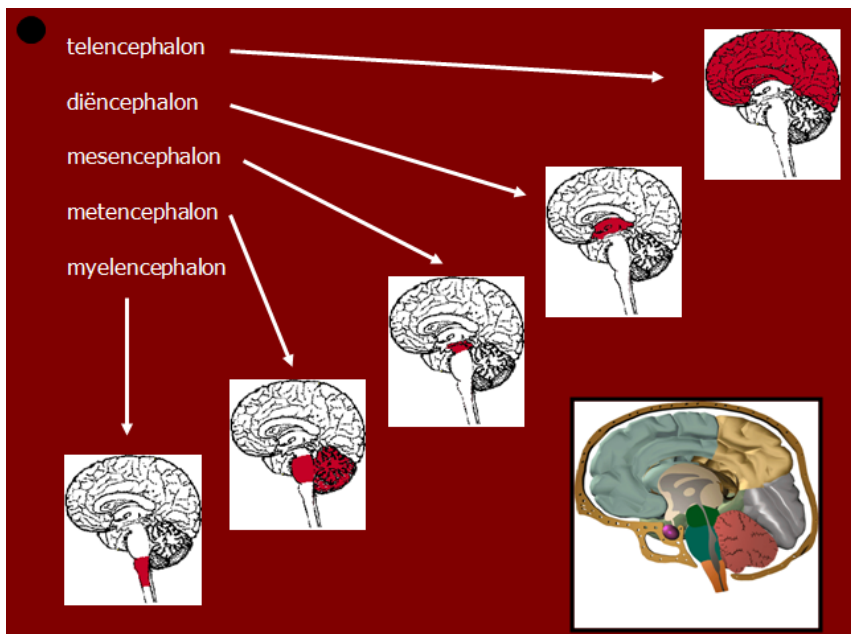
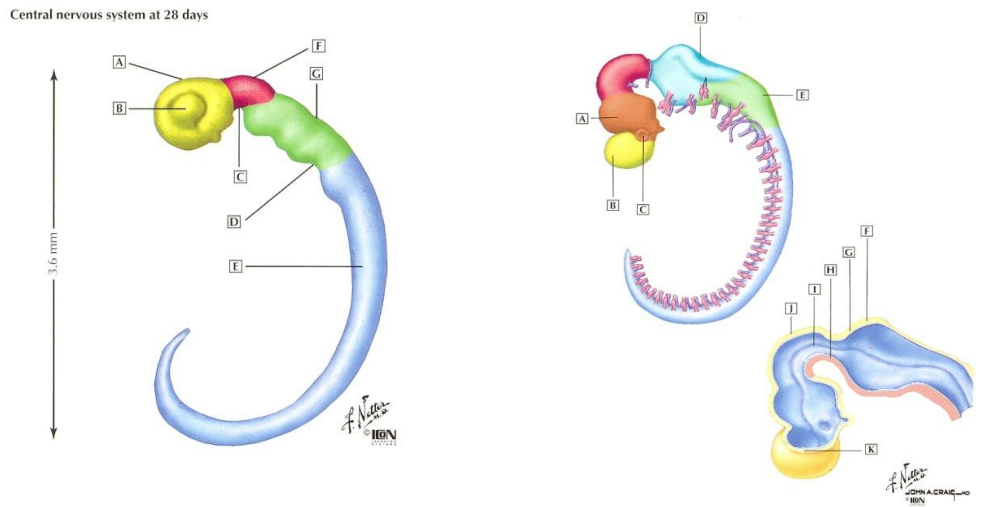
Het onderste gedeelte van de buis zal het ruggenmerg vormen en het bovenste deel de hersenen.





Na het vormen van de neurale buis, ontstaan er uitstulpingen en krommingen, de zogenaamde hersenblaasjes(3). Deze worden gedeeld tot 5 hersenblaasjes. Uit het eerste ontstaat de cortex (Telencephalon)!, de tweede ontwikkelt zich tot de thalamus en hypthalamus(Diëncephalon), de

derde verandert in de middenhersenen (mesencephalon), en de overige twee in het cerebellum en pons (metencephalon) en in de medulla oblongata (myelencephalon).



Telencephalon : *2 hemisferen, cortex, diepgelegen kernen (basale ganglia, hippocampus, amygdala)*

Diëncephalon : *thalamus, hypthalamus, hypofyse, epifyse*

Mesencephalon : *tectum, colliculus superior en inferior*

Metencephalon : *pons, cerebellum*

Myelencephalon : *medula oblongata*

Een laatste belangrijke stap is dat het telencephalon enorm groeit en in twee delen splits( de hemisferen).

## 10.4 proliferatie

Neurogenese of celproliferatie van de neuronen en gliacellen. De meeste zenuwcellen worden geboren in een cellaag (neuroepithelium) dat zich in de zogenaamde proliferatiezones bevindt. Deze zones bevinden zich in het binnenste deel van de neurale buis, dicht tegen de holle zijdes.

De proliferatie start bij de gebieden die fylogenetisch het oudst zijn en eindigt bij de gebieden die fylogenetisch het jongst zijn. Zodra de buis zich sluit, zorgt celdeling voor een enorme productie van nieuwe neuronen (5<sup>e</sup> week van zwangerschap) tot 3-4<sup>e</sup> maand. Hoogtepunt: 200 000/minuut. Het zijn allen neurale stamcellen (multipotente stamcellen omdat zij zichzelf kunnen vernieuwen en al enigszins gespecialiseerd zijn dwz dat ze zich enkel kunnen ontwikkelen tot zenuwcellen).

## 10.5 volwassen neurogenese

Men ging ervan uit dat als het proces van neurogenese en gliogenese beëindigd was er geen nieuwe cellen meer bijkwamen=> niet waar. Volwassen neurale stamcellen blijven aanwezig in twee neurogene hersenregio's. Deze stamcellen vertonen de eig'n van zelfvernieuwing en mogelijkheid om te differentiëren naar cellen van andere oorsprong. Zoals neuronen, astroglia en oligodendrocyten.. Het proces van postnatale neurogenese kan beïnvloed worden door ervaring. Het is van belang te weten dat ook al ontstaan in sommige hersengebieden nieuwe neuronen, de hersenen zich in principe niet kunnen herstellen na beschadiging.

## 10.6 Celmigratie

Neuronen worden niet geboren op de plaats waar zij in het volwassen brein hun functie moeten uitvoeren=> migreren naar doelgebied waar zij hun definitieve functie krijgen. Wanneer ze hun definitieve bestemming bereikt hebben zullen zij zich tot een volwassen neuron ontwikkelen. Kan beïnvloed worden door genetische factoren, maar ook door externe factoren zoals toxische invloeden.

## 10.7 Doelbestemming en differentiatie

Al tijdens migratieproces beginnen neuronen te differentiëren, dus deze twee fasen gaan gelijk over in elkaar. Als neuronen migreren beginnen ze al snel dendrieten en axonen te vormen. Dit hele proces waarbij hij dit krijgt en zijn uiteindelijke vorm ontwikkelt wordt differentiatie genoemd. **Differentiatie** = Vorming van dendrieten en axonen en hun functie (cerebrale circuits) → communicatie of informatie-uitwisseling tussen gebieden

Doordat de omgeving ook invloed kan hebben weten we dat een neuron niet helemaal voorgeprogrammeerd is. Op de dendrieten vormen zich klein bobbeltjes (spines) en deze maken een synaptische verbinding met het axon van een ander neuron wat communicatie mogelijk maakt (cruciaal voor functioneren van het brein). Naarmate er meer vertakking zijn (**sprouting**) neemt het aantal spines toe en dus ook de kans op het maken van contact met een naburig axon. Een tweede aspect van differentiatie is de uitgroei van de axonen in de juiste richting en doelselectie. Voor het vinden van de juiste verbindingen moeten de axonen soms grote afstanden overbruggen naar hun doel. Zodra axon zijn doel bereikt heeft zal het een synaps vormen. Voordat de verbindingen definitief zijn worden ze eerst getest.

Doelbestemming en differentiatie

- Staat deels onder genetische invloeden en deels onder omgevingsinvloeden
- (Cfr. p46) Naast 'ervaringen/omgeving' speelt genetica natuurlijk ook een belangrijke rol dwz. Dat sommige neuronen ook reageren zonder externe invloed= spontane activiteit en ontwikkeling in de opbouw van sommige circuits  
= **ervaringsonafhankelijk**

**Komt uit de les:**

In het eerste levensjaar gebeurt heel veel. We leren ons hoofd optillen, nekspieren gebruiken enzo

We leren het bestaan van objecten kennen onze ogen ontwikkelen zich verder. Wat betreft taalgebruik kennen we eerst niets, dan brabbelen en vervolgens leren we echt praten.

Ook onze eerste stapjes nemen hier plaats.

We zijn voorgeprogrammeerd om te stappen. Zelfs een één uur oude baby kan met hulp stappen, ook in water! Door het stappen komen de handen vrij die nieuwe vaardigheden leren.

Een baby kan wijzen naar iets dat er niet is.

In de hersenen is een soort van gat bovenaan het hoofd, dit noemt men de fontanellen. Het heeft als functie dat het de hersenen toelaat te groeien.

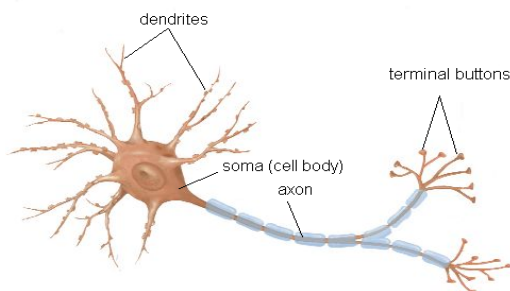
Naarmate we ouder worden leren we meer, in de hersenen betekent dit dat de connecties sterker gaan worden. Het brein voedt zich met omgevingsprikkels (stimulatie). Alle prikkels worden via afferente banen naar de hersenen gestuurd. Willen we beter worden in vaardigheden dan moet er plaats worden gemaakt voor deze vaardigheden ten koste van anderen. Kinderen moeten dus bepaalde dingen verleren zodat er ruimte is om nieuwe dingen te leren.

Als cellen zich niet uit zichzelf vernietigen komt er geen specificatie van de cellen en dit is fundamenteel voor de ontwikkeling.

Je kan het vergelijken met een blok hout. Deze is ruw maar door zelfvernietiging kan men er een andere vorm aan geven.

## 10.8 synaptogenese

Het proces waarbij synapsen worden gevormd. De vorming van de eerste synapsen begint in het ruggenmerg en cerebrale cortex. De synaptische dichtheid is wel regioverschillend. Synapsen functioneren in het begin nog niet op een volwassen manier, dus de functie van synapsen kan gedurende de ontwikkeling veranderen. Het proces zet zich verder tot ver in de adolescentie!



## 10.9 myelinisatie

als migratieproces bijna compleet is beginnen speciale gliacellen, de **oligodendrocyten**, de axonen te omcirkelen en te voorzien van een beschermende witte laag, myeline. Deze zorgt dat de prikkel nog sneller door het axon wordt getransporteerd. Ook dit proces begint eerst in het ruggenmerg. Myelinisatie loopt in verschillende stappen en is regiospecifiek

(proximaal voor distaal, sensorisch voor motorisch, posterieur voor anterior, projectiegebied voor associatiegebied – zie later) dit proces gaat ook verder na de geboorte.

## 10.10 overproductie en regressieve perioden

de eerste maanden na de ontwikkeling van het ZS is er een explosieve groei van het aantal neuronen, axonale en synaptische bindingen. Een groot deel van deze verdwijnen ook weer. Door competitie sterven er af (geprogrammeerde celdood). Apoptose verklaart waarom neuronen massaal sterven, maar vormt geen verklaring voor de enorme afname van het aantal bindingen die de apoptose overleefd hebben. Vermoedelijk is het proces van **synapseliminatie** of **pruning** ook gebaseerd op een vorm van competitie. Synaptische bindingen die succesvol zijn zullen overleven, anderen zullen verdwijnen volgens het "use it or lose it" principe.

een synaptische verbinding is succesvol wanneer het frequent wordt gebruikt en opgenomen is in een functioneel netwerk van synaptische verbindingen. → ifv externe stimulering  
synaptische versterking -> LTP long term potentiation

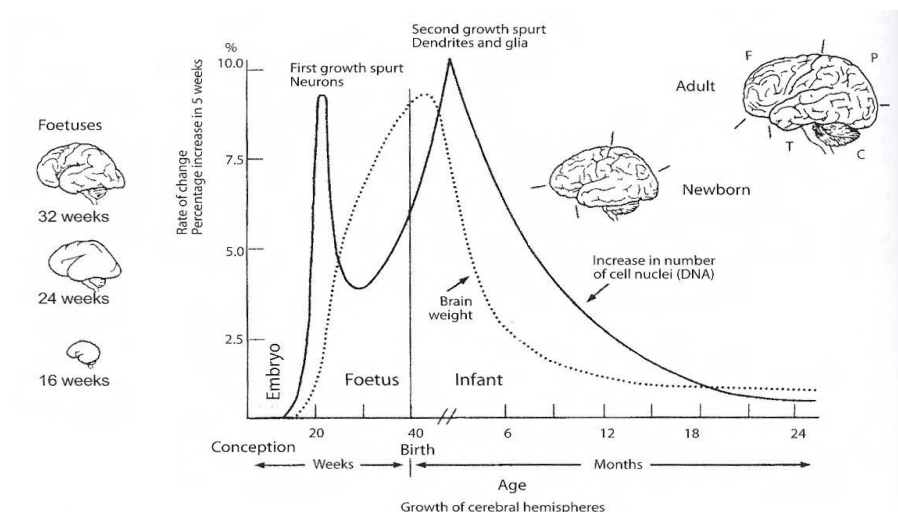
LTP helpt de verbindingen tussen neuronen te versterken tijdens de ontwikkeling

### uit de les:

Synapseliminatie 'use it or lose it' als de cel niet gebruikt wordt word ze verwijderd.

Vb: Taal: moedertaal en de rest wordt weggesneden. Dus andere talen worden moeilijker aangeleerd. Men geraakt gevoel voor andere talen kwijt. Als baby herken je de verschillende klanken van alle talen, maar deze moeten plaats maken voor andere vaardigheden. Ooit heb je dus misschien wel chinees verstaan, althans de klanken.

Als kind wordt veel in de hersenen bewust opgeslagen, hoe ouder je wordt hoe meer er onbewust wordt opgeslagen omdat je bewuste minder plaats heeft. Mensen met een hersenletsel praten vaak opeens een andere taal, door deze als baby te hebben waargenomen.



Het feit dat de verbindingen dalen zoals je op de figuur hierboven ziet heeft alles te maken met het wegsnijden en specialiseren van de cellen. Synaptische dichtheid stabiliseert en neemt af na de puberteit.

Bij autisme is er sprake van een te veel aan zenuwconnecties, wat maakt dat die persoon in bepaalde dingen extreem goed is, maar ook in de war. Zij hebben het moeilijker met empathie en sociale ontwikkeling.

## 10.11 ervaring en sensitieve perioden

Ervaring kan de structuur van de hersenen veranderen, zelfs nadat deze volledig is afgerond. Het effect van sommige ervaringen is wel beperkt tot en **kritische of sensitieve periode** in de ontwikkeling. Er zijn twee manieren waarop ervaring veranderingen in de hersenen kan veroorzaken.

1. Ervaringsverwachte ontwikkeling (experience-expectant)
2. Ervaringsafhankelijke ontw (experience-dependent)

Ervaringsverwachte ontwikkeling (experience-expectant)

(correleert met de overproductie van synapsen)



In de ontwikkeling verwachten we dat een speciaal soort ervaringen plaatsvindt tijdens een specifieke periode v. ontwikkeling van de sensorische en motorische systemen  
Buiten deze begrensde periode is de ontwikkeling of vertraagd of abnormaal

Sensitieve perioden zijn tijdsvensters waarbinnen die invloed van omgevingsfactoren, in negatieve en positieve zin, is versterkt.

bv. baby's zijn extra gevoelig voor emotionele signalen en nabijheid van verzorgers, die hen ondersteunen in de ontwikkeling van een veilige gehechtheidsrelatie

#### Ervaringsafhankelijke ontwikkeling (experience-dependent)

*(correleert met de eliminatie van synapsen)*

Verschilt van individu tot individu (uniciteit)

Stellen ons in staat te leren van onze persoonlijke ervaringen en informatie verkregen door ervaringen op te slaan en te gebruiken voor het oplossen van problemen

Onafhankelijk van leeftijd

hoe 'stimulusrijker' de omgeving, hoe beter ( hoe meer dendrieten om verbinding te maken).

**P48-55 in groot boek! Belangrijke tekeningen!**

### Hoofdstuk 3: Neuroplasticiteit

Je ziet dat de sterkte van activatie veel minder is bij een lui oog.

Dit heeft te maken met het feit dat hersenen zich kunnen reorganiseren.



We hebben reeds gezien dat het zich ontwikkelende ZS zich kan reorganiseren en veranderen. Dit verschijnsel noemt men neuroplasticiteit. Het doet zich vooral voor na de geboorte. Het wordt in het begin vooral gekenmerkt door regeneratieve processen die het ZS verder vormen.

Neuroplasticiteit is een kenmerk van de gehele levensloop. Neuroplasticiteit is in alle fasen van de ontwikkeling aanwezig, op zowel structureel (neuronen, gliacellen en synaptische verbindingen) als functioneel niveau (reorganisatie van verbindingen en functies).

#### 2.12 Typen neuroplasticiteit

- Neuroplasticiteit is een continue proces dat zorgt voor korte, middellange en lange termijn aanpassingen in het netwerk van synaptische bindingen op functioneel en structureel niveau.
- De omgeving speelt een centrale rol bij de beïnvloeding van neuroplasticiteit omdat de hersenen, naast genetische factoren gevormd worden door eig'n van de omgeving waarin iemand leeft en door het gedrag dat iemand vertoont (interactie genetica & omgeving)
- Het speelt ook een belangrijke rol tijdens fylogense en ontogenese, en na een beschadiging. Tijdens de ontwikkeling van bvb spraak zorgt plasticiteit dat nieuwe netwerken door leerprocessen ontstaan en de neurale netwerken bij volwassenen en daarna bij ouderen zich stabiliseren. Ten slotte na beschadiging is het proces van plasticiteit ervoor verantwoordelijk dat door functionele reorganisatie een gedeeltelijk of volledig klinisch herstel plaatsvindt.

Neuroplasticiteit vindt plaats onder twee belangrijke condities:



1. Tijdens de normale ontwikkeling als het brein sensorische informatie verwerkt en leren en geheugenprocessen tot ontwikkeling komen als gevolg van synaptogenese en synapseliminatie
2. Als een adaptief mechanisme dat functieverlies kan compenseren of zo veel mogelijk kan voorkomen.

Volgens duffau kunnen we 4 omstandigheden onderscheiden waaronder neuroplasticiteit zich voordoet, nl.

1. Ontwikkelingsplasticiteit: wanneer het jonge ZS voor het eerst sensorische info verwerkt. (omgevingsinvloeden e.d.)
2. Activiteitsafhankelijke plasticiteit: wanneer er veranderingen in synaptische bindingen zelf plaatsvinden waardoor de synaps efficiënter gaat werken.
3. Plasticiteit door leren en geheugen: Als we ons gedrag veranderen door nieuwe sensorische informatie
4. Plasticiteit na hersenletsel: veranderingen als gevolg van een hersenbeschadiging.(re-wiring)

Wat bij letsel in de hersenen?

Vb: Bij blinden wordt de visuele cortex overgenomen door de tastzin e.d. Omgekeerd ook bij mensen die zien, maar week blind worden gemaakt. (blinden zien via hun tastzin).Dit is dus ook door de plasticiteit dat de visuele cortex kan worden overgenomen en aangepast.

Reorganisatie na amputatie:

Het gevoel in arm die er niet is noemt men fantoompijn.

De beweging voor de handen ligt in de cortex naast deze die verantwoordelijk is voor het gezicht.

Het brein maakt een beeld van het lichaam, na amputatie neemt gezicht deel van de arm over omdat deel van de arm geen prikkels meer ontvangt. Maar het brein behoudt wel het beeld van de arm. Vandaar: fantoompijn. Men spreekt hier van reorganisatie , maar meer specifiek van **somatotopische reorganisatie**

### 4.13 verschillen tussen ontwikkelingsplasticiteit en volwassen plasticiteit

Plasticiteit is het grootste tussen het 2<sup>e</sup> en 5<sup>e</sup> levensjaar. In de loop van de ontwikkeling stabiliseren de neurale systemen zich steeds meer en ontstaan **optimale functioneringspatronen**; Stabilisering **vermindert de capaciteit** van het systeem om zich aan te passen, **maar die capaciteit verdwijnt niet**.

Als het systeem zich stabiliseert, zal plasticiteit een minder prominent kenmerk van het ZS worden.

Op niveau van de cel (synaptogenese en myelinisatie, ...) geen verschil tussen leeftijd

-> de groei van dendritische spines in reactie op complexe omgevingen = ongeacht de leeftijd

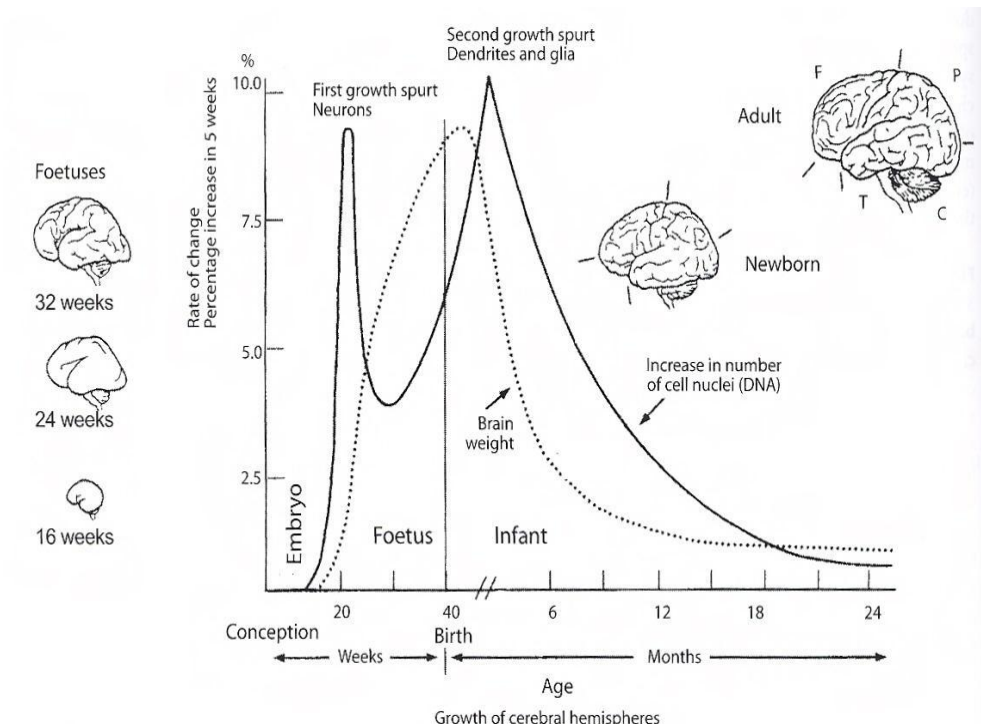
Verschillen:

De Cellulaire, anatomische en metabolische omgeving waarin plasticiteit plaatsvindt verschilt in de vroege ontwikkeling en volwassenheid.

Rewiring (wijzigen van reeds bestaande synapsen) en wiring (nieuwe bindingen maken) zijn niet hetzelfde voor kinderen en volwassenen.

Vb:Celdood biedt bij jonge kinderen voordelen: het biedt de hersenen meer mogelijkheden om te specialiseren ovv ervaring. Maar bij ouderen leidt het tot verslechtering van de hersenfuncties.

Dezelfde cognitieve functies kunnen bij jongere en oudere volwassenen door verschillende corticale gebieden gereguleerd worden en gecoördineerd



#### 4.14 Hersenen-gedrag relaties en ontwikkeling in de levensloop

Voorbeeld 1. oudere volwassenen vertonen bilaterale activiteit tijdens bepaalde taken <-> jonge volwassenen unilaterale activiteit. Dit leeftijdsgerelateerde verschil wordt doorgaans geïnterpreteerd als een vb van compensatie van het ouder worden en brein of vb van **dedifferentiatie**. Dit wil zeggen dat men de neiging heeft terug te keren naar een minder gespecialiseerde organisatie.

Deze hypothese is afkomstig van onderzoek bij kinderen waarbij de lateralisatie van functies toeneemt naarmate kinderen ouder worden.

Een andere onderzoeker denkt dat we het verouderingsproces omgekeerd moeten zien tov de ontwikkeling. Dus bij fylogenese en ontogenese (ontwikkeling) van posterieur naar anterior (toename van informatieverwerkingsnelheid/myelinisatie). Bij veroudering: van anterior naar posterieur (afname myelinisatie= demyelinisatie).

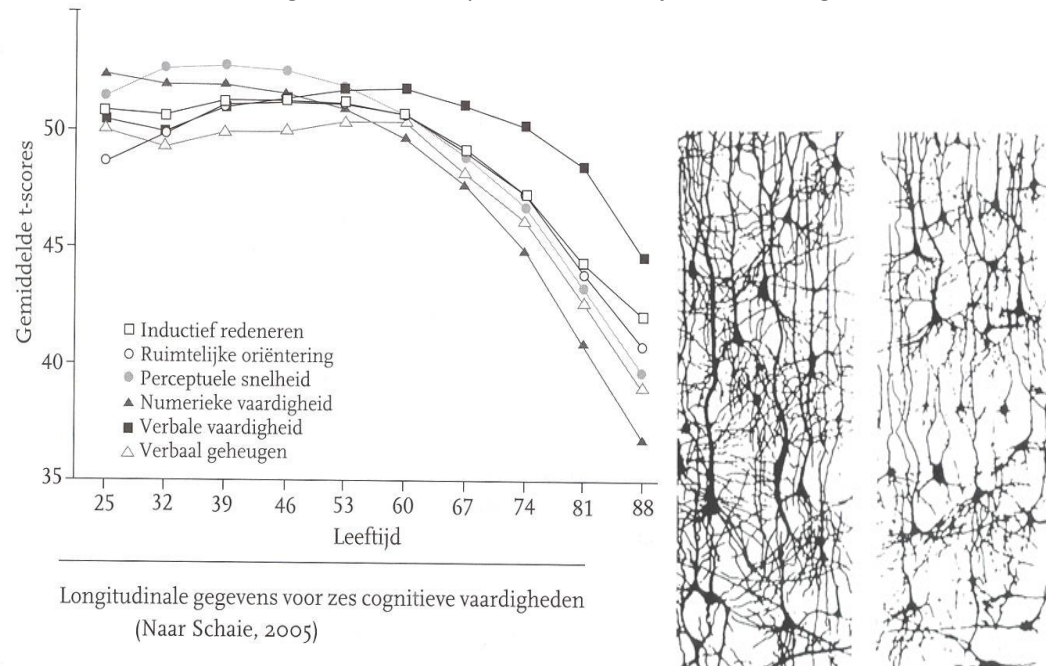
Het is duidelijk dat neuroplasticiteit het grootst is in de kindertijd en dat het vermogen tot verandering van de hersenen daarna geleidelijk afneemt. Op cognitief niveau verwerven kinderen en volwassenen steeds meer kennis, wat zoals we hiervoor al opmerkten op microniveau te vertalen is naar de veranderingen in synaptische bindingen. Deze kennis een belangrijke rol in de controle op het gedrag. Bij volwassenen is er minder invloed van kennis (wel ervaring en inzicht !) de invloed neemt af naarmate men ouder wordt.

**Bio-cultureel co-constructivisme:** proces waarbij gedrag ontstaat en verandert over de levensloop door interacties tussen interne biologische processen en externe omgevingsfactoren en sociale factoren en waardoor de hersenen zelf weer veranderen.

#### 4.15 ouder worden

- Hersengewicht en -volume verandert
- Vergroting van de ventrikels en groeven (sulci)
- Veranderingen in de witte stof
- Veranderingen in de grijze stof
- Veranderingen in de hippocampus, amygdala, thalamus, basale ganglia, cerebellum

- Demyelinisatie
- Inkrimping en afwijkingen van de neuronen
- **Reductie in synaptische dichtheid**
- Verlies van dendritische spines
- Afname van vermogen tot DNA-reparatie en verwijderen van afgestorven neuronen



Reductie synaptische bindingen.

Naast algemene veranderingen zijn er ook enkele specifieke veranderingen:

- De prefrontale hersengebieden zijn meer aangedaan door veroudering dan de rest van de neocorticale gebieden.
- Ook het volume van de hippocampus vertoont een negatieve samenhang met leeftijd, alsook de amygdala, het cerebellum en striatum

Volgens onderzoekers kunnen factoren zoals **hypertensie (hoge bloeddruk** en andere stoornissen van het bloedvatensysteem) en **stress** de synapseliminatie en verkleining van het hersenvolume veroorzaken, het verouderingsproces versnellen. Aan de andere kant kan sociale, intellectuele en motorische stimulering ervoor zorgen dat het proces van veroudering opmerkelijk trager verloopt.

#### 4.16 De betekenis van vroege ervaringen

Vroege ervaringen kunnen een positief of negatief effect hebben, maar ook de grootte ervan is belangrijk. (mishandeling, inadequate stimulering,..)

Vroege ervaringen spelen een essentiële rol in de vorming van specifieke delen van de hersenen, nl. vooral deze die betrekking hebben op emoties en persoonlijkheid (cfr. limbisch systeem) -> veilige omgeving, hechting, geen angst .

Verwaarlozing kan de hersenen zodanig beïnvloeden dat iemand zijn hele leven lang problemen behoudt in het omgaan met stress of ontwikkelen van stabiele relaties.

#### 4.17 addendum

##### littkens van de jeugd

Hyperactiviteit, aandachtsstoornissen, autisme, eetstoornissen, schizofrenie, fobieën en depressies . Al deze ziekten kennen traumatische ervaringen in de vroege jeugd als oorzaak. Zoals verlies van of langdurige scheiding van de ouders. men heeft kunnen anatonen dat de vorming van bindingen tussen de zenuwcellen in de hersenen van het kind en het evenwicht tussen de neurotransmitters drastisch beïnvloed kunnen worden. Deze ingrijpende veranderingen kunnen er toe leiden dat

iemand op een later tijdstip vatbaarder is voor psychische stoornissen. Men dacht dat dit genetisch was vastgelegd (hoe de hersenen zich ontwikkelen en functioneren) maar de bevindingen van de laatste jaren wijzen in een andere richting. De vele omgevingsinvloeden bepalen hoe de netwerken in het brein eruit zullen zien. Dit gebeurt als baby in de eerste plaats bij de ouders. Men heeft onderzocht hoe de emotionele binding tussen een pasgeborene en zijn ouders ontstaat: dit wordt **inprenting** genoemd. Tijdens de inprenting veranderen bepaalde delen van de hersenen ingrijpend. Deze gebieden zijn verantwoordelijk voor het herkennen van de inprentingsprikkel en ook voor de emotionele beoordeling ervan. Na inprenting ziet men duidelijk het aantal synapsen toenemen. Maar er breken ook weer synapsen af die niet nodig zijn voor de inprenting. Dit aanpassingsvermogen van het jonge primatenbrein past zich evengoed aan aan ongunstige omstandigheden zoals een gebrek aan emotionele aandacht. Dat kan resulteren in verkeerde verbindingen in het limbische systeem, die weer kunnen leiden tot gedragsstoornissen

### Spiegelneuronen

Het menselijk vermogen tot cultuur ligt genetisch in onze lichamen verankerd. Een definitie van cultuur: vermogen om sociale gebruiken van soortgenoten te leren. Mensen kunnen van elkaar leren omdat ze over **spiegelneuronen beschikken**. Dit zijn speciale neuronenvormen die zowel geactiveerd worden bij het zien als bij het zelf stellen van een handeling. Ze lichten in bepaalde groepjes op bij het zien dat iemand een bepaalde taak uitvoert. En wanneer men de taak zelf uitvoert zien we deze zelfde gebieden opnieuw oplichten. Spiegelneuronen zijn bvb verantwoordelijk voor het geeuwen wanneer we iemand anders het eerst zien doen.

Spiegelneuronen spelen ook een belangrijke rol bij het leren van taal. Wetenschappers ontdekten dat telkens dezelfde spiegelneuronen opgloeien, zowel bij het horen van een woord 'lopen' als bij het zien van een jogger en bij het lopen zelf.

Ze zijn ook belangrijk bij het herkennen van emoties.

De genen zijn verantwoordelijk voor het ontstaan van deze spiegelneuronen in onze hersenen.

### Neurotransmitters en verslaving

Verschillende typen cellen scheiden verschillend NT's af. Iedere stof is werkzaam in vrij specifieke hersenlocaties en kan een verschillend effect hebben, afhankelijk van de plaats waar hij geactiveerd wordt. De belangrijkste is **Dopamine**.

Dopamine reguleert in grote delen van de hersenen de mate waarin de neuronenvormen worden geprikkeld. Dit is van essentieel belang voor fysieke motivatie. Vb: Parkinson: de concentratie is zodanig laag dat zij zich moeilijk kunnen voortbewegen.

Het heeft ook een invloed op mentale achterstand.

Extreem hoge concentraties van dopamine leiden tot schizofrenie en hallucinaties.

**Serotonine:** is de NT die versterkt wordt door Prozac en daardoor is bekend geworden als de stof van het prettige gevoel. Het heeft een sterk effect op stemming van angst. Een hoge concentratie staat voor kalmte en optimisme. Het heeft ook invloed op slaap, eetlust, pijn en bloeddruk;

**Acetylcholine:** Reguleert de gebieden in de hersenen die een rol spelen bij concentratie, leren en geheugen. Mensen met Alzheimer hebben een lage concentratie van Ach. Medicijnen kunnen de werking verbeteren.

**Noradrenaline:** Stimulerende stof dat fysieke en mentale opwindingsreacties veroorzaakt en het humeur verbetert.

**Glutamaat:** Belangrijkste stimulerende NT. Essentieel voor het vormen van verbindingen tussen neuronenvormen die de basis vormen voor leren en lange-termijngeheugen.

**Enkefalinen en endorfinen:** opiaten (pijnstillende werking), spanning verminderen en een gevoel van gelukzalige kalmte teweegbrengen. Onderdrukken ook fysieke functies zoals ademhalen.

Drugsverslaving wordt veroorzaakt door verslavende middelen die veranderingen brengen in de receptoren waaraan ze zich binden. Ze maken deze minder gevoelig waardoor men steeds meer van de bepaalde stof nodig heeft om hetzelfde effect te bekomen.

De meeste verslavende middelen werken via het veranderen van de concentratie van NT's, vnl serotonine, dopamine, endorfinen en noradrenaline.

Hallucinogene middelen als LSD en psychedelische paddenstoelen stimuleren eveneens de serotonine productie of bevatten chemische verbindingen die de effecten ervan nabootsen. Ze activeren niet enkel de pretcentra maar ook gebieden in de temporale kwab, wat tot hallucinaties leidt.

Cocaïne vergroot de hoeveel dopamine die beschikbaar is voor cellen, door het mechanisme van re-uptake te blokkeren.

Amfetaminen maken dopamine en noradrenaline vrij. Dat geeft energie maar kan ook gevoelens van angst en nervositeit veroorzaken.

Nicotine activeert dopamine neuronen doordat het het effect van dopamine nabootst door zich te binden aan receptoren aan het celoppervlak.

Alcohol en tranquillizers als benzodiazepinen verminderen de neurale activiteit door in te werken op de GABA neuronen. Geneesmiddelen die de receptoren van deze cellen lokkeren, verminderen het genot van het drinken en zijn hulpmiddelen voor afkicken.

Alle mogelijke vormen van drugsverslaving worden nauw in verband gebracht met genetische factoren.

## Hoofdstuk 9: neuroanatomie van de grote hersenen (groot boek p 69)

### 9.1 algemeen overzicht

De oppervlakte van de grote hersenen bestaan uit: grote groeven (sulcus)

Twee groeven samen vormen een gyrus of winding.

De diepe insnijdingen zijn fissura

Het cerebrum wordt in twee symmetrische helften verdeeld door de zeer diepe overlangse insnijding (fissura longitudinalis cerebri). Deze helften: hemisferen.

Het oppervlak van de hemisferen bestaat uit een dunne laag grijze stof (hersenschors of cortex cerebri) Onder de grijze stof bevindt zich de witte stof of merg, of medulla. Deze bevat de axonen van de vele cellen die in de cortex gelegen zijn of die ermee in verbinding staan. De witte kleur is afkomstig van de myeline.

#### Prent! P 70

Via nieuwe hersenscan technieken maakt men beelden van het brein. Je wordt erin gelegd en via computer krijg je volledig beeld van hoofd en alles wat erin zit. Je kan dit enkel zien via doorsneden. (sagittaal, axiaal, coronaal, frontaal, ..)

Bij coronaal/frontaal zie je de grijze rand (hersenschors /cortex). Binnenin zie je de grijze kernen(basale ganglia). Alles hierbuiten is witte stof of verbindingen tussen verschillende plaatsen in de hersenen die ervoor zorgen dat de verschillende delen van de cortex met elkaar verbonden worden.

Axiale doorsnede (horizontaal)

Dan zie je duidelijk linker en rechter hemisfeer. Hier heb je verbindingen bestaande uit **commissuurvezels** (corpus callosum) deze verbinden de twee hemisferen met elkaar zodat ze kunnen communiceren.

Als we focussen op hersenschors/cerebrale cortex, dan zie je de groeven en windingen.

#### Prent p 71

### 9.2 de cerebrale cortex

De cortex is bij de mens enorm uitgebreid. Deze heeft tal van indeukingen en plooiën.

### 9.2.1 groeven en windingen

Dankzij de groeven en windingen ontstaat een cortex die tot 3 keer meer zenuwcellen kan bevatten binnen eenzelfde schedelinhoud. De groeven en windingen zijn niet identiek bij de mensen; men maakt een onderscheid tussen primaire groeven: makkelijk terug te vinden  
Secundaire groeven: kunnen in aanzienlijke mate van brein tot brein verschillen  
Tertiaire groeven: interindividueel compleet verschillend.

**P73-78** : enkel weten te situeren: sulcus centralis, sulcus precentralis, sulcus postcentralis, gyrus cinguli, sulcus pariëto-occipitalis, cuneus, sulcus calcarinus

### 9.2.2 de hersenkwabben

Aan de hand van de primaire groeven wordt de cerebrale cortex ingedeeld in een aantal aparte gebieden. Indeling met hemisferen: in lateraal aanzicht

- Occipitaal: achterhoofdkwab
- Pariëtaal: wandkwab: begrenst door centrale groeve
- Temporaal: onder frontale lob
- Frontaal: vooraan
- Limbisch (komt er enkel bij in sagitale/mediale doorsnede dwz binnen in het brein) omheen de hersenbalk. wordt gescheiden van de frontale en pariëtale kwab door de gyrus cinguli.

**Prent p 80**

Wanneer we de commissuurvezels van het corpus callosum van boven uit bekijken, dan zien we dat deze uitstralen naar de vier hersenkwabben met uitzondering van het voorste gedeelte van de temporale kwabben.

### 9.2.3 de oudere en nieuwere delen van de cortex

Deze grote delen behoord tot de **neocortex/isocortex** vanwege zijn vrij gelijke bouw. Het grootste en jongste gedeelte van de schors.

De reukhersenen zijn het oudste deel net zoals de hippocampus. (geheugenfunctie).

### 9.2.4 De area's van brodmann

Structuur van de cortex: Je hebt 6 cellagen (laminae), deze worden van elkaar gescheiden door de dichtheid van de cellen.

Hij heeft op basis van deze bevindingen een kaart van de cortex ontworpen. Hij heeft opgemerkt dat in het algemeen de sensorische gebieden dunner zijn maar niet bij de 4<sup>e</sup> laag. deze is dikker dan de 4<sup>e</sup> laag van de motorische gebieden. Maar bij motorische gebieden is de 3<sup>e</sup> laag dan weer veel dikker.

Hier kan dus uit worden afgeleid dat de cellen in de onderste lagen, V en VI vooral informatie uisturen naar gebieden buiten de cortex, terwijl die in laag IV eerder instaan voor de opvang van sensorische input. In de lagen II en III komen gegevens toe vanuit andere cortexgebieden en sturen zelf ook info door naar andere gebieden op de cortex.

De cortex bestaat dus uit verschillende delen die elk een ander functie hebben.

Hij heeft dit voor alles onderzocht. Zijn map noemt hij de 'brodmannkaart'

Dit is gebaseerd op de architectuur van de weefsels of cyto-architectonische velden.

Ze zijn wel verschillend van de gyri.

Naast deze indeling is er ook een verticale indeling.

#### Schorsvelden

Alle gebieden in de neocortex maken een zelfde ontwikkeling door, vandaar de naam isocortex: aan het opp van de hemisferen vormt zich een brede cellaag, de schorsplaat! Die zich dan splitst in de 6 lagen. Desondanks vertoont de neocortex in verschillende gebieden opmerkelijke variaties, zodat

een aantal verschillende gebouwde delen, de schorsvelden, te onderscheiden zijn. De begrenzing van de afzonderlijke delen heeft cytoarchitectuur.  
Brodman kaart p 85

### 9.3 de vezelbanen van de witte stof

Als men enkele millimeters diep in het cerebrum gaat kijken vind men de witte stof. Deze bestaat uit gemyeliniseerde axonen die de cellichamen in de cortex in verbinding brengen met elkaar en met lager gelegen delen van het CZS. Het is in feite de myeline, gevormd door uitlopers van de oligodendrocyten die de witte kleur geeft. Er zijn 3 soorten vezels:  
Projectievezel, associatievezel, commissuurvezels

De witte stof bestaat uit alle vezelbanen.

Vb projectievezels: verbinden een punt met buiten de hemisfeer of spieren.

Je hebt korte associatievezels: deze gaan kleine gebieden rondom een sulcus met elkaar verbinden.

Lange associatievezels: grotere gebieden met elkaar verbinden.

Vezels die en verbinding maken tussen twee punten binnen één en dezelfde hemisfeer.

Commissuurvezels: verbinden twee punten met elkaar tussen twee verschillende hemisferen.

Zorgen voor communicatie tussen de twee hemisferen.

De meest bekende: corpus callosum.

Met nieuwe hersenscan technieken kan men dit ook visualiseren.

Hersentumor zou deze vezels/kabels kapot trekken. Blauw: werkt niet meer, groen: werkt nog een beetje,..

In het brein kan men dus steeds zien hoe het komt dat we afwijkingen vertonen.

## Hoofdstuk 10: functionele neuroanatomie grote hersenen (p94)

### 10.1 inleiding

Volgens Kolb kan men binnen het ZS (binnen cortex) 3 werkingsprincipes onderscheiden

1. Parallele organisatie: zorgt dat we meer dingen tegelijk kunnen, hart blijft werken terwijl we inspanning doen e.d. Het brein is parallel bezig en veel dingen tegelijk doen. Verschillende systemen zijn dus naast elkaar werkzaam, ieder stuurt eigen info door naar hersenen om te laten verwerken;
2. Hiërarchische organisatie: brein werkt hiërarchisch. Het is zo opgebouwd dat een bepaald gebied er eerst was, wat er boven op kwam is dominant over het andere gebied. Het grootste is grote hersenen en bepalen dus de werking van alle andere delen. Zelfs hierin zijn lagen.
3. Lateralisatie van functies: dwz lateraal aan twee kanten. Het feit dat we twee hersenhelften hebben. De functie van de ene zijde is anders dan die van de andere zijde. Deze vinden we vooral in de neocortex.

Alles achter de hersenen is voorbestemd voor info en verwerking voor sensorische info. (gebieden op de cortex)

Vooraan voor motorische, gedacht, acties,..

### 10.2 Soorten cortexgebieden

De cortex wordt traditioneel ingedeeld in de sensorische en motorische gebieden. Binnen deze onderscheidt men nog eens de primaire, secundaire en tertiaire zones.

#### 10.2.1 Sensorische en motorische gebieden op de cortex

Sensorische gebieden hebben te maken met ontvangst en decoding van signalen die van zintuigen komen.(posterieur)



Motorische gebieden houden zich bezig met het voorbereiden en het uitsturen van instructies naar de spieren. (anterieur)

### 10.2.2 primaire, secundaire en tertiaire zones

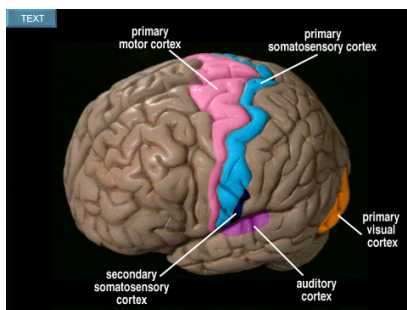
Wat doen de belangrijkste hersengebieden? De indeling

We hebben de hiërarchische structuur van 3 soorten gebieden op de hersenschors.

- Primaire projectgebieden=> staan rechtstreeks in contact met de zintuigen(sensorische gebieden) of spieren(motorische gebieden). verder bouwen op zintuigen en hun informatie
- Secundaire associatiegebieden=> geen rechtstreekse verbinding met de periferie. Staan wel in contact met de primaire projectiegebieden. En doen iets met deze informatie of sturen ze ernaar toe.
- Tertiaire integratiegebieden=> nog complexere analyse.

Foto zie slide van primaire projectgebieden:

- Blauwe is aankomstplaats van somatosensorische cortex
- Paars aankomstplaats van auditieve informatie.
- Oranje van primaire visuele cortex
- Roze primaire motor cortex



Bij de mens zijn projectiegebieden tov associatiegebieden heel klein. Dit is het verschil tussen mens en dier. Dit wil zeggen het ontvangen van zintuiglijke input en sturen van de spieren(projectiegebieden). Bij de mens komt deze info binnen en wordt dat berekent, we onthouden e.d.

### 3..17.3 onderling situering van deze verschillende gebieden

Met primaire sensorische gebieden of sensorische projectiezones worden dus die zones bedoeld, waar een bepaald soort zintuiglijke informatie toekomt. Meestal in de buurt van zo'n projectiegebied liggen er telkens één of meerdere secundaire sensorische zones of sensorische associatiezones.

Een soortgelijke verdeling kan men ook aanbrengen in de primaire motorische cortex.

### 3..18 primaire sensorische gebieden

Informatie komt binnen via de ogen en wordt via lange baan (retina nervus opticus) komt in chiasme, dan tractus opticus, en via nervus tractus komt de informatie in de cortex.

We zien eigenlijk maar een klein beeld op primair niveau. Maar we zien een groter beeld doordat onze ogen bewegen en het vorige beeld niet vergeten wordt. => **objectconstantie**.

Bij het maken van een oogbeweging verschuift oog over het hele netvlies.

Oogbeweging wordt even onderdrukt, maar we houden beeld in gedachten en pas dan nemen we een nieuw punt waar.

De zintuigreceptoren zorgen ervoor dat invallende prikkels eerst worden omgezet tot een receptorpotentiaal, die vervolgens in het perifeer sensorisch neuron aanleiding kan geven tot het ontstaan van zenuwimpulsen. Deze worden dan via enkele achter elkaar geschakelde neuronen, doorgeseind naar een specifiek gebied op de cortex. Ieder zintuig heeft er zijn eigen projectiegebied.



### 10.3.1 Het somatosensorische projectiegebied

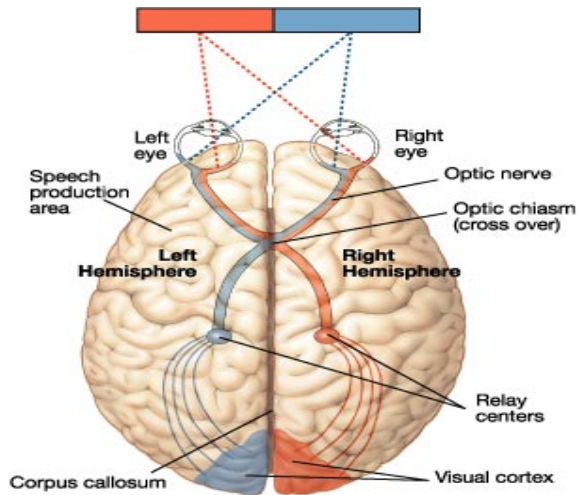
Deze liggen op Area 3,1,2 . Deze volgorde naast elkaar. (somatosensorische cortex)

De zintuiglijke informatie uit de huid (spieren, pezen, gewrichten en inwendige organen) wordt op de eerste plaats in dit stukje cortex geprojecteerd.

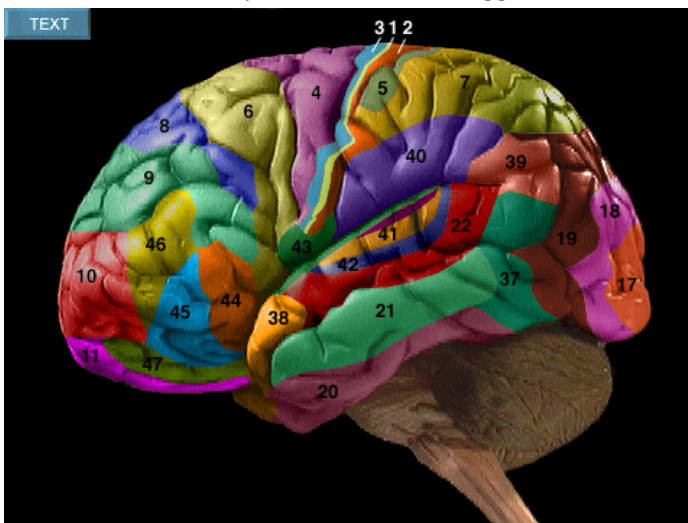
Kenmerken: (kwam ook ter sprake bij fantoompijnen). In kader van plasticiteit zie je hier veel reorganisatie. Alles draait om feit hoe deze cortex is opgebouwd. Info wordt geprojecteerd op cortex. Hoe meer je bepaald lidmaat gebruikt, hoe sterker dat ledemaat vertegenwoordigd is in deze cortex. Men noemt deze plaats van projectiegebied ook wel een sensorische homunculus (vormt mannetje zie foto) De ruimtelijke lichaam blijft hetzelfde, maar er is een representatie van je lichaam = **somatotopische lokalisatie**. Dus op primair niveau heeft lichaam zeer raar beeld. Op basis van in een spiegel te kijken corrigeert je lichaam het beeld, maar dit gebeurt op associatieniveau. Dit komt door reorganisatie door die somatotopische organisatie. (hersenplasticiteit).

Sensorische homunculus: het omgekeerd geprojecteerd menselijk figuurtje.

**Contralateraal:** Heel het somatosensorisch systeem is zodanig georganiseerd dat één kant van de wereld naar de andere kant van het beeld gaat. (spiegeling.) Dit noemt men **contralaterale projectie**. Informatie komt binnen via ruggengraat maar ter hoogte van hersenstam is er een kruising dat zorgt dat ons beeld ook kruist.



Als je letsel hebt in deze gebieden langs één kant zal je dus langs de tegengestelde kant niets voelen, daarom spreekt men over **hemianesthesie**=> Langs één kant gevoel hebben op een bepaalde plaats. Je voelt links niets in hand, ze heeft een hersenletsel in de rechtersensorische gebieden. Men weet dat er iets niet klopt, maar kan niet zeggen wat. Dit is ook voor de associatiegebieden.



gebieden

Visuele  
associatiegebieden

Tactiele  
associatiegebieden+7

Visuele  
projectiegebied

Auditieve associatie

### 10.3.2 Projectiegebied van smaak niet kennen

Wie niet goed ruikt, kan niet goed smaken en omgekeerd omdat deze op dezelfde gebieden in de cortex samenkomen.

### 3.18.3 Het visuele projectiegebied

De eerste plaats waar visuele info toekomt en wordt geprojecteerd is area 17 van de somatosensorische projectiegebieden.

Men noemt deze ook de occipitale lobben en zijn verantwoordelijk voor het analyseren voor het verwerken van visuele informatie. Als mensen vanachter in hun hoofd een slag krijgen, gaat men problemen krijgen met het zicht (hier ligt area 17).

- Foto. oranje is area 17. Oranje tot blauw en paars/roze zijn de associatiegebieden die ervoor zorgen dat het beeld duidelijker wordt en vervolledigd.

Men spreekt over **retinotopische lokalisatie**. (elk punt van je netvlies wordt geprojecteerd naar achteraan in het brein.) Als het niet met retina te maken heeft spreekt men ook over **topotopische lokalisatie**.

Primaire sensorische hersenletsels:

Beschadigingen in de primaire cortexgebieden kunnen de oorzaak zijn van onherstelbare waarnemingsdefecten, waarbij het zintuig zelf nochtans volledig intact blijft. Naargelang de plaats die geraakt werd, kan het hierbij gaan om een beperkt deel van de zintuiglijke functie die verloren gaat of om een stoornis van het hele waarnemingsgebied. Bovendien kan er nog een onderscheid worden gemaakt in de graad van de aandoening.

Stoornissen in het postcentrale gebied kunnen een centrale gevoelloosheid of cerebrale anesthesie teweegbrengen. Meestal blijft het letsel beperkt tot één kant dan is er sprake van hemianesthesie of halfzijdige gevoelloosheid.

Bij een halfzijdige beschadiging van de primaire visuele schors, ontstaat hemianopsie, dit is blindheid in de contralaterale helft van het gezichtsveld (dus niet van één oog). Beperkte beschadiging in area 17 in één van de hemisferen veroorzaken kleine blinde vlekjes in het contralaterale gezichtsveld. Dit noemt men scotomen.

Als mensen aan brein aan de linkerkant een letsel hebben. Hebben ze rechts een stuk van hun beeld dat wegvalt, **maar aan elk oog** valt de rechterkant weg. Het oog is geen oorzaak, maar wel de hersenen.

**Blindsight:** als mensen een volledige uitval hebben links en rechts van visuele cortex zijn ze blind. Maar toch kunnen ze beter dan toeval iets aanwijzen. Dit komt omdat de informatie die naar brein gaat ook via een indirecte route naar het brein gaat. Men ziet niet meer bewust. De andere baan gaat ook via hersenstam naar boven gestuurd worden naar de pariëtale lobben. Op deze manier krijgt men toch een beetje informatie over het zicht ook al zijn ze blind. Proef: staaf voor gezicht bewegen. De ogen volgen deze staaf onbewust. Het brein denkt veel meer onbewust dan we denken. Dit noemt men dus 'blind zien'.

### 10.3.4 Het auditieve projectiegebied niet kennen

### 10.3.5 projectiegebied voor de reuk. Niet kennen

## 3.19 Sensorische associatie en integratiegebieden

Vanuit primaire sens cortexgebieden wordt de info overgebracht naar één of meerdere secundaire associatievelden, waar telkens bepaalde aspecten van de input verder geanalyseerd en geïnterpreteerd worden.

### 10.4.1 sensorische associatievelden

visueel: 18,19

auditief: 42,22

tactiel: 5,7

De secundaire liggen dus in de buurt van de primaire, ze dienen tot verdere verwerking (diepte waarnemen e.d).

Alles wat we zien komt binnen via primaire cortex, maar moet worden gekoppeld aan iets in ons geheugen. (secundaire cortex). We kunnen wat we zien ook benoemen. Dit is omdat je zoals iets eerst gezien hebt, ervaren en onthouden. Een ander woord voor betekenis is **gnosis**. Een stoornis in deze hogere gebieden noemt men dan ook **visuele agnosie of auditieve agnosie of tactiel agnosie**. Niet meer weten wat je ziet, hoort of de betekenis niet meer kennen. (men herkent spin bvb als verschillende dassen en slang als rits).

Sommigen zijn niet meer in staat om het beeld van eigen gezicht te herkennen.=> **prosopagnosie**. Ze herkennen ook de gezichten van anderen niet meer.

**Hemisomato-agnosie:** ze herkennen hun eigen lichaamsdeel niet meer. Proef: PL legt hand op plek waar vroeger hand van patiënt ligt en vraagt 'neem jouw linkerhand'. Hij neemt hand van PL vast. Ze beseffen niet wat hun eigen hand is, het gevoel en betekenis is weg.

- Hier vindt dus de eigenlijke verwerking van de binnenkomende informatie plaats.

### 3..19.2 sensorische integratiezones

Waar je je bevindt, waar iets is. Dat is de taak van deze zones. Ze bevinden zich in area's 40,39,22.(wernicke's gebieden)

**Zo wordt de meest hoogste vorm van cognitie gecreëerd.** Na verwerking kan soms ook nog een diepere betekenis ontdekt worden in hetgeen men waarneemt. Wat kan mislopen?

Rechts= niet verbaal maar ruimtelijk. Hier letsel: Tekening namaken lukt niet. Ze kan een kubus niet ruimtelijk natekenen.

**Hemineglect:** aan één zijde negeren. (links). Zij is er niet blind voor maar negeert het. Zelfs wanneer je zegt dat iets aan de linkerzijde staat, zal ze het niet opmerken.

**Hemisotatopagnosie:** één zijde van het lichaam wordt niet lichaamseigen herkent. In deze hogere integratiegebieden probeert brein alles te begrijpen. 'als de arm niet van u is, is deze van iemand anders'.

Linkerkant van brein is meer bezig met taal. Je raakt iemand aan met bepaalde vinger, dan kunnen wij zeggen welke vinger het is. Maar bij sommigen is het lichaamsschema weg: **auto-topagnosie**. (bij goede hand lukt dit (rechter) omdat deze door linkerhersenhelft wordt bestuurd maar bij linkerhand lukt dit niet).

**Afasie: taalstoornissen:** wij begrijpen het niet en zij zelf ook niet. Het begrip betekenis van gesproken woord is weg.

**BOX P112**

## 3..5 Motorische gebieden op de cortex

De delen van de cortex die vooral gespecialiseerd zijn in het voorbereiden en uitsturen van motorische instructies naar de spieren bevinden zich vooral vooraan. In de frontaalkwabben.

### 10.5.1 De primaire motorische cortex

Area 4: Hier vertrekken de zenuwcellen die ervoor zorgen dat de spieren en cellen samentrekken. De kenmerken zijn hetzelfde als die van somatosensorische cortex. Ook is de contralaterale projectie hetzelfde maar de banen gaan nu recht naar beneden. Motorische homunculus, somatotopische lokalisatie, ..

- Als rechterhand beweegt gaat linker motorische cortex geactiveerd zijn.

Mensen die een letsel hebben in primair motorische cortex: hemiplegie. Verlamd aan één kant van het lichaam. Dit is omdat de hersensturing niet meer gebeurt.

### 3..5.2 motorische associatiegebieden

Area 6,8: als primaire zorgt voor spiercontracties zeggen deze gebieden 'hoe moeten ze samen gecoördineerd werken. Men situeert hier de meer ingewikkelde motorische handeling waarbij

verschillende spiergroepen betrokken zijn. Mensen die hier een letsel hebben, hebben **apraxie**. Hij weet niet hoe hij een handeling moet uitvoeren, ook al heeft hij een voorbeeld en ziet hij het. Het uitvoeringsprogramma van de hersenen is verstrooid, dit ontwikkelt zich in de associatiegebieden.

- Ontwikkelen van de uitvoeringsprogramma's voor het uitvoeren van (aangeleerde) handelingen (= praxis)
- Klinisch = apraxie (cfr. BOX 10.5)

#### **BOX 10.5 P114**

### **3.5.3 tertiaire gebieden in de voorkwab**

zorgen dat wij ons kunnen(1) **plannen, organiseren** en(2) **problemen** kunnen **oplossen**, managen,... (3)**gedragscontrole!**

area's: 44.45.46.10,... Deze bevinden zich in de prefrontale cortex.

- Filmpje: geen controle over het gedrag, ook niet over emoties, opeens gelukkig en ongelukkig,..

Broca afasie: stoornis in taal

Perseveratie: zeg eens kat: mama,

Dwangmatig handelen: een vrouw blijft tellen en kan dit niet loslaten .

Dwangmatig lachen: terwijl hij zijn probleem vertelt moet hij lachen

- Prefrontaal syndromen

Men heeft prefrontale lobotomie toegepast: het helpt, de klachten verdwijnen, maar de patiënten veranderen ook volledig. Nu worden dergelijke operaties dus niet meer uitgevoerd.

#### **BOX 10.6 P 116**

#### **BOX 10.7 p 117**

### **3.6 hemisfeerlateralisatie**

Functionele lateralisatie: enkel betrekking op de associatiegebieden !

Linkerhemisfeer

- Temporeel : informatieverwerking in de tijd
- Verbaal : (bij dominante hemisfeer) grammatica, syntax
- Analytisch, details
- Logisch-rationeel

Rechterhemisfeer

- Spatiaal
- Non-verbale communicatie : lichaamstaal, mimiek, hoe men iets zegt
- Synthese, contouren : meer het geheel overzicht
- Intuïtief-emotioneel

# De zenuwcel

---

## **Hoofdstuk 1: cellen van ons lichaam**

- Endo- en exocytose (*niet kennen*)
- Cytoskelet (*niet kennen*)
- Celkern (*lezen*)
- Endoplasmatisch reticulum (*niet kennen*)
- Nucleïnezuren en eiwitsynthese (*niet kennen*)
- Golgi-apparaat, lysomen en peroxisomen (*niet kennen*)
- Mitochondrion (*niet kennen*)

### 3.1 Cellen, weefsels en organen

Cellen vormen de kleinste functionele eenheden van het lichaam. Organen zijn onderdelen van het lichaam met een specifieke functie en zijn meestal opgebouwd uit verschillende weefseltypen. Met weefsels bedoelt men de verzamelingen van gelijkvormige cellen met een gelijkaardige functie. Weefsel: bestaat uit 3 componenten: cellen, intercellulaire substantie en weefselvocht.

Anatomie: de overkoepelende wetenschap die de morfologie of bouw van organismen bestudeert, terwijl de fijne structuur van weefsels en organen specifiek wordt bekeken in de **histologie**.

Neuroanatomie: structuur van het ZS

Fysiologie: studie van processen die zich afspelen in levende wezens.

### 3.2 Cellulaire differentiatie

Bij multicellulaire organismen vinden we specialisatie van de cellen. Deze specialisatie vindt men zowel in de evolutie als ontogenese. Het weerspiegelt zich in de morfologische, biochemische en functionele eigenschappen van de cel. illustreert

Celdifferentiatie leidt zowel tot morfologische verschillen als biochemische verschillen

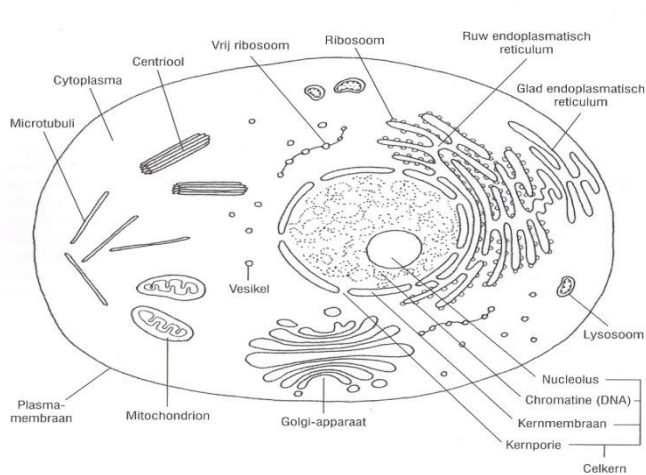
Het gebeurt zelden dat cellen zich zodanig specialiseren dat ze slechts één functie hebben.

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

A => Cellen gaan zich differentiëren en specialiseren.

### 3.3 delen van de cel

Organellen zijn de bestanddelen van een cel en bestaan vaak uit een membraan of membraneuze structuren. In de cel zelf vindt de eiwitsynthese plaats (van o.a. glyco- en lipoproteïnen en polysacchariden). Deze wordt gevoerd met behulp van de organellen. Na de **eiwitsynthese** is er ook **de exocytose**. Deze zorgt ervoor dat de gesynthetiseerde eiwitten de cel kunnen verlaten.



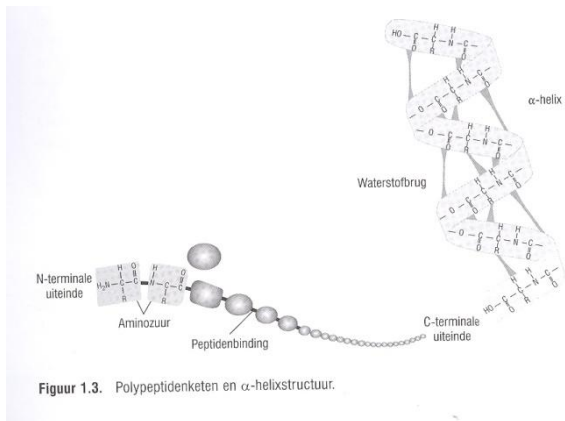
Figuur 1.2. Organellen in een hypothetische cel.

- de **celkern(nucleus)** : centraal in de cel ( nucleolus+chromatine+kernmembraan+kernporiën)
- **celmembraan**: omsluit de cel
- **cytoplasma**: het grootste gedeelte van cytoplasma bestaat uit **cytosol**  
Verschillende organellen met elk een eigen vorm en functie hangen in het cytosol als deel van netwerken of aan de draadvormige structuur van het **cytoskelet**.
- **Ribosomen**: beweegt samen met **RNA** de celkern naar het RUW ER.
- **Ruw Endoplasmatisch reticulum**: Hier gebeurt de synthese De eiwitten kunnen in het cytoplasma terecht komen en een functionele rol spelen in de werking van de cel zelf. Vele gaan door naar Glad ER
- **Glad endoplasmatisch reticulum**: Na het Glad ER gaan ze door naar golgi apparaat
- **Golgi-apparaat**: Hier worden ze verpakt en zijn klaar om de cel te verlaten (exocytose) of functie in cel te vervullen.
- **Centriolen**
- **Microtubuli**
- **Mitochondriën**: staan in voor energie
- **lysosomen**

### 3..4 macromoleculen

We hebben macromoleculen: Dit zijn de essentiële elementen voor de structurele en functionele eigenschappen van cellen. vetten/lipiden, suikers/sacchariden/koolhydraten en eiwitten/proteïnen en nucleïne zuren vormen de belangrijkste elementaire groepen.

Een eiwit is zeer belangrijk voor de opbouw en structuur van een cel. Het bestaat uit aminozuren die samen een peptidebinding aangaan en zo polypeptideketens vormen. (20 soorten aminozuren).



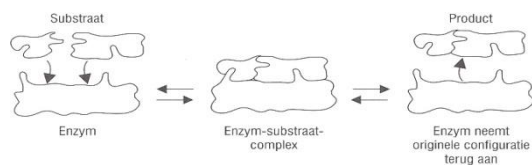
### 3.5 Enzymen

Zij dienen tot veel, onder andere als biochemische katalysator. Er zijn dan twee soorten reacties:

1. anabolische reactie (opbouwend)
2. katabolische reactie (afbrekend)

Het spreekt voor zich dat bij elke chemische reactie een andere soort katalysator deelneemt daarom spreekt men van **substraatspecificiteit**. Deze specificiteit betekent echter ook dat er een verschillend enzym nodig is voor elke biochemische reactie. Tijdens de reactie zal het enzym met zijn substraat combineren tot een **enzym-substraatcomplex**. Hierdoor verandert de configuratie van het enzym en het substraat, deze destabiliseren waardoor het chemisch reactief wordt.

Enzymen zijn zelf in de cel gesynthetiseerd en bestaan meestal uit een eiwitstructuur. Ze kunnen zowel anabolisch als katabolische reacties sturen.



Figuur 1.4. Enzym-substraatcomplex.

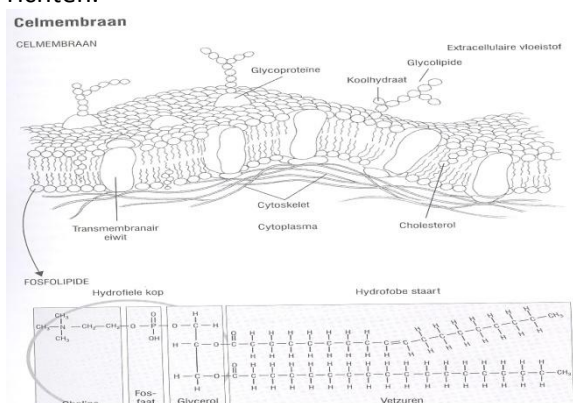
### 2.6 Celmembraan/plasmamembraan

Deze bestaat uit een enkele fosfolipidelaag dat het cytoplasma omsluit.

Dit houdt in dat het een hydrofiële kop bevat (houdt van water) en hydrofobe staart.

Door de lipiden blijft het op een zekere manier beweegbaar.

In water vormt een dergelijk molecuul een dubbele fosfolipidelaag waarbij de hydrofobe vetzuren naar elkaar wijzen en de hydrofiële fosfaten zich naar het waterige extra- intracellulaire milieu richten.





## 2.7 Transport over het celmembraan

Het celmembraan vormt een elektrische isolator en een ondoordringbare barrière voor vele wateroplosbare deeltjes. De cel beschikt daarom over verschillende mechanismen om substanties naar binnen/buiten te transporteren. Transport kan gebeuren via **gap junctions** : dit zijn eiwitmoleculen die een porie vormen om de cytoplasma's van naburige cellen te verbinden. Substanties (bv. glucose) bewegen in de cel door een proces van **gefaciliteerde diffusie**. Vermits dit van hoge naar lage concentratie gebeurt, vereist dit geen energie = passief transport. Passief transport gebeurt ook door **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 iongrootte. Kunnen gated of ungated zijn.

Ungated  $K^+$  channels zijn continu doorlaatbaar voor kaliumionen

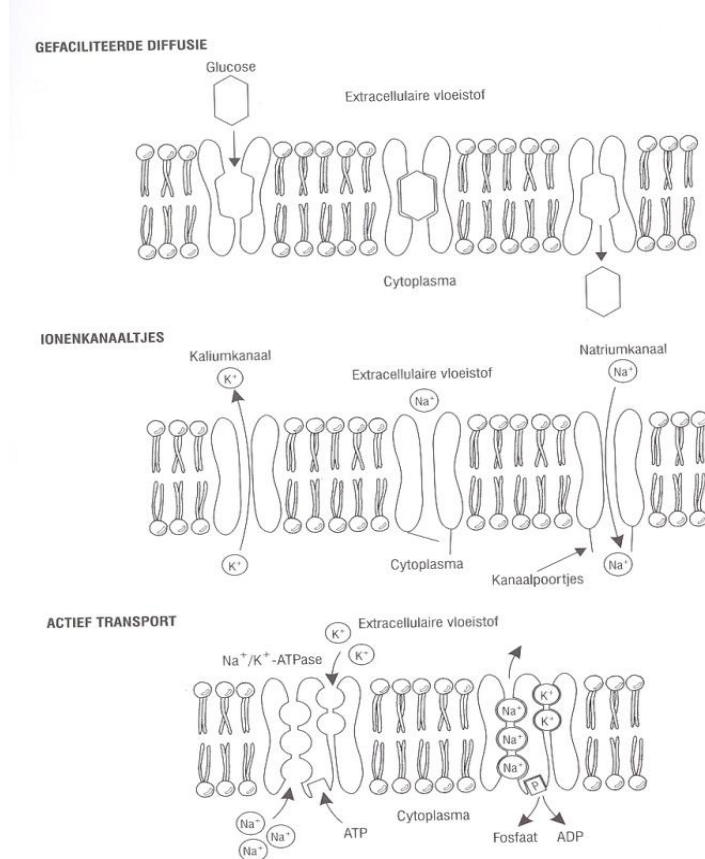
Gated  $Na^+$  channels laten enkel natriumionen door

Actief transport = transport tegen de concentratiegradiënt in ( van laag naar hoge concentratie)

Regulatie van intracellulaire natrium- en kaliumconcentraties wordt verzorgd via  $Na^+/K^+$ -ATP-ase (adenosinetriphosfaat)

Via ATP zullen de ionen tegen hun gradiënt getransporteerd worden

Voor elk verbruikte ATP-molecule pompt het complex 3  $Na^+$ -ionen naar buiten en 2  $K^+$ -ionen naar binnen



Figuur 1.6. Verschillende manieren van membraantransport.

## Hoofdstuk 2: bouw van het zenuwstelsel

Vanuit het ruggenmerg lopen veel zenuwbanen naar overal. Op deze manier hebben hersenen veel controle



Men kan het zenuwstelsel op 2 manieren indelen: ifv bouw of werking/activiteiten.

=> bouw: Centraal zenuwstelsel

Perifeer zenuwstelsel

\*hersenen

\*alles wat zich uit het ruggenmerg vertakt

\*ruggengraat/ ruggenmerg

=> willekeurig of onwillekeurig/autonoom zenuwstelsel

Willekeurig: bewuste activiteiten

Autonoom: activiteit van organen (automatisch).

## 2.1 De onderdelen van het zenuwstelsel

### Menselijke zenuwstelsel

Centraal zenuwstelsel		perifeer zenuwstelsel	
Hersenen	ruggenmerg	somatisch ZS	autonoom ZS
Telencephalon	diencephalon	sympathisch ZS	parasympathisch ZS
herzenstam	cerebellum	enterisch ZS	
Medulla	Pons		
Mesencephalon			

Het centrale ZS verwerkt een continue stroom van informatie, die zowel externe als interne oorsprong kan hebben. Deze informatie wordt aangeleverd door het perifere ZS. Het helpt dus de informatie naar het CZS te brengen omdat het PZS de zintuigcellen met het CZS verbindt. Als tweede functie zorgt het PZS ervoor dat motorische reacties worden uitgevoerd onder leiding van het CZS. Dit is dus de omgekeerde weg!

In het PZS maken we een onderscheid:

-informatie opnemen via sensoren (sensorische informatie) -> somatisch zenuwstelsel

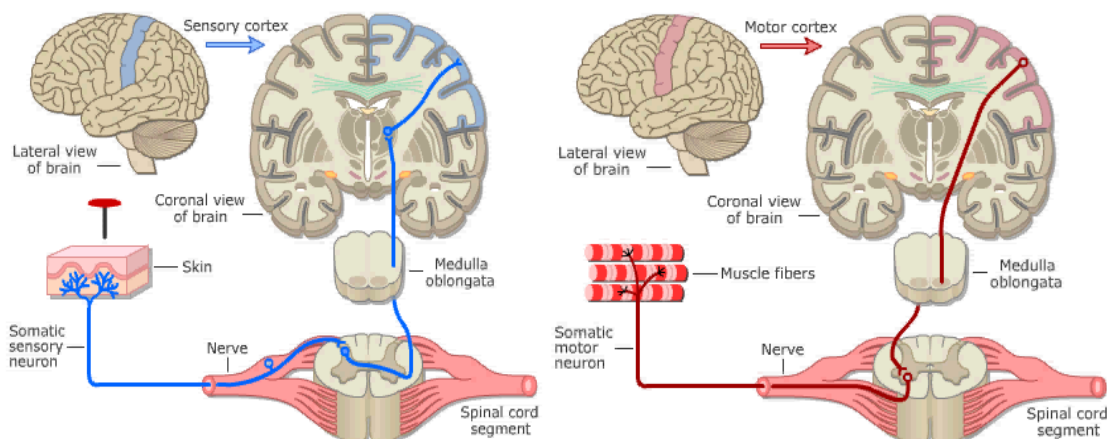
bevat efferente en afferente zenuwen, deze zorgen ervoor dat zowel sensorische als motorische prikkels van en naar het CZS worden gestuurd.

-informatie terugzenden (motorische informatie) -> autonoom zenuwstelsel

staat in voor de neurale verbindingen naar klieren en (gladde) spieren van de inwendige organen

Afferent: naar CZS: (sensorisch -> informatie van zintuigen sturen naar hersenen )

Efferent: weg van het CZS (motorisch -> vervoeren van prikkels van CZS naar spieren)



Craniale zenuwen(12 paar) ontspringen in de hersenen en kunnen zowel afferent als efferent zijn. Spinale zenuwen (31 paar) staan in verbinding met het ruggenmerg en zijn beide: zowel afferent als efferent. Cervicaal, thoracaal, lumbaal en sacrale zenuwen

## 2.2 anatomische posities

Fig p 33.

Lateraal = binnen naar buiten

Mediaal= buiten naar binnen

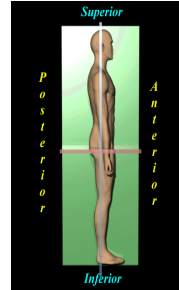
Inferior= beneden

Rostraal= richting van de neus

Caudaal= richting van de voeten

Ventraal/anterieur= voorzijde van het lichaam

Dorsaal/posterieur= achterzijde van het lichaam



Verschillende snijvlakken: coronale vlak= verticaal

Axiale vlak= horizontaal

Sagittale vlak= verticaal van voren naar achteren (twee hersenhelften)

## 2.3 centraal ZS

Het CZS bestaat uit de hersenen en het ruggenmerg. Deze worden beschermd door de **hersenvliezen** en de benige structuur van de schedel en voor het ruggenmerg de wervelkolom. De ventrikels, holtes en het wervelkanaal zijn gevuld met cerebrospinaal vocht, dat als schokdemper functioneert en fysiologische functies vervult.

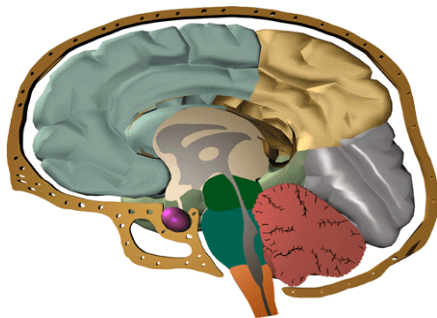
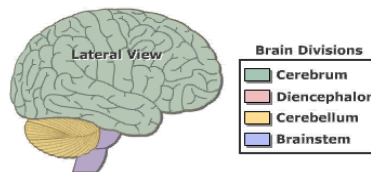
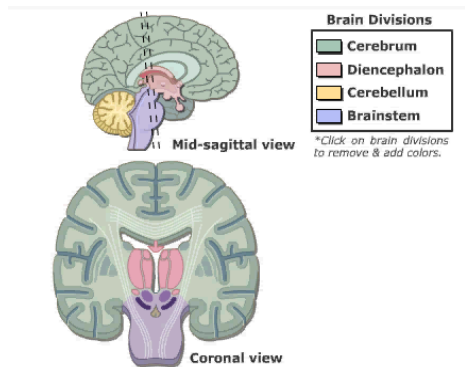
In de hersenen onderscheiden we enkele grote delen.

Structuur van de hersenen: fig p 34

1. Telencephalon(grote/voor hersenen)
2. Diëncephalon (tussenhersenen)
3. Cerebellum (kleine hersenen)
4. **Mesencephalon**
  - Pons**
  - Medulla oblongata (verlengde van ruggenmerg)**

---

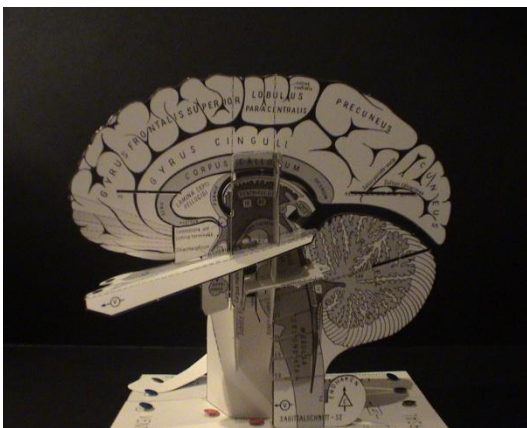
**Deze vormen samen: hersenstam**
5. Ruggenmerg



Telencephalon  
 Diëncephalon  
 Mesencephalon  
 Pons  
 Medulla oblongata  
 cerebellum

herenstam

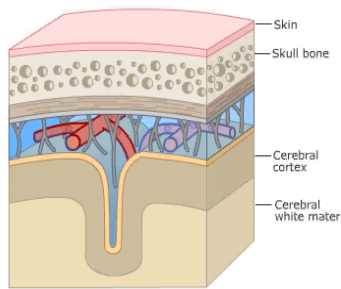
Grote hersenen  
 Diencephalon  
 Kleine hersenen  
 hersenstam



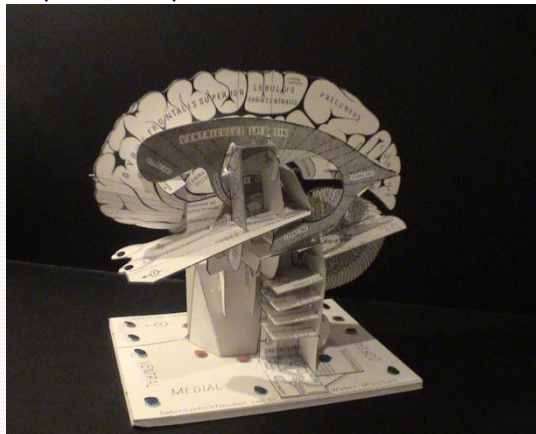
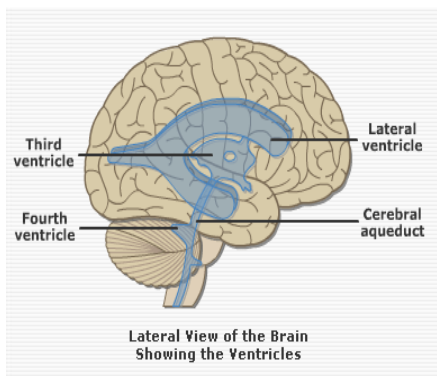
## 2.4 Hersenvliezen, hersenventrikels en cerebrospinaal vocht

De hersenen worden omgeven door 3

bindweefselmembranen of hersenvliezen die voortgaan naar het ruggenmerg en daar ruggenmergvliezen worden genoemd. Het buitenste harde hersenvlies noemt men de **dura mater**. Dit is vergroeid met de binnenzijde van de schedel. Het middelste hersenvlies: **arachnoidea** bevat bloedvaten en bestaat uit een dun membraan en weefsels die dit verbinden met de dura mater en de onder de arachnoidea gelegen **pia mater**. Deze noemt men ook het zachte hersenvlies en is zeer dun en bloedvatenrijk. Ligt direct tegen de hersenmassa aan. Tussen de dura mater en arachnoida bevindt zich **de subdurale ruimte**. Tussen arachnoida en pia mater bevindt zich de **subarachnoidale ruimte**.



Bij de groei van de hersenen ontstaan er ventrikels in de hersenen of holtes die onderling met elkaar verbonden zijn. **De laterale ventrikels** zijn grote holtes die in verbinding staan met 3<sup>e</sup> ventrikel in de tussenhersenen. Het 3<sup>e</sup> ventrikel staat met het 5<sup>e</sup> in verbinding in e hersenstam via een smal kanaal, **aqueduct van sylvius** dat door mesencephalon loopt.



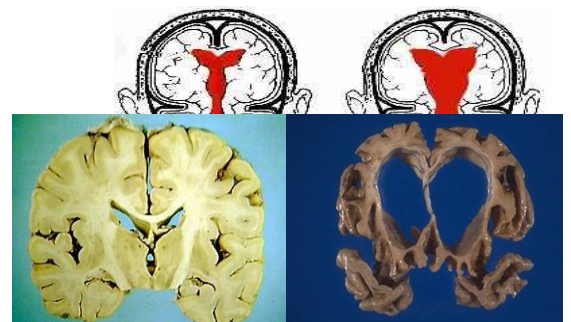
De plexus Choroideus, is een bloedvatenrijk membraan dat de ventrikels uitstulpt en zorgt voor de vorming van het cerebrospinaal vocht. Dicht vocht houdt de druk rond de hersenen op peil en fungeert als schokdemper, zorg voor de uitwisseling van voedingsbestanddelen en afvalstoffen met de hersenen. Vanuit dit ventrikelsysteem vloeit het CSV door de subarachnoidale ruimte rond hersenen en ruggenmerg waarna het ten slotte wordt gereabsorbeerd door de bloedvaten.

Hydrocefalie= waterhoofd. Dit heeft te maken met de ventrikels.. Nu kan men een chirurgische ingreep doen reeds in de baarmoeder om dit te voorkomen.

Dementie: Hersenstam is opgespannen in de schedel. Het vocht in de hersenen zet uit en duwt op de schedel. Men kan zien dat de kamers vergroot zijn (ventrikels).

## 2.5 telencephalon

Het Telencephalon bestaat uit twee hersenhemisferen die verbonden zijn door de **corpus callosum**. Ze worden gescheiden door de grote **fissura longitudinalis cerebri**. De buitenkant van de hemisferen wordt gevormd door het oppervlak van de cerebrale cortex met daaronder de witte stof van de zenuwvezels. Het bestaat uit 6 verschillende lagen van weefsels dat de functionele specialisatie



weerspiegelen. Het corticale vlak bevat vele groeven of sulci of diepe groeven fissuren en windingen gyri.

De witte stof bevat de vezels en banen (associatievezels, commissurale vezels en projectievezels)

De associatievezels verbinden verschillende delen van de cortex binnen dezelfde hemisfeer!,

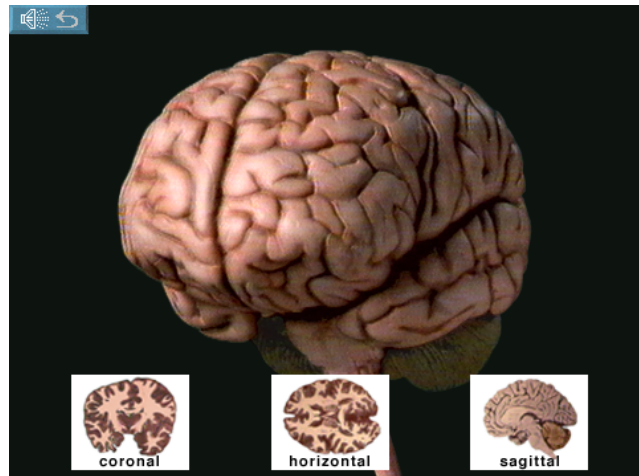
Commissurale vezels verbinden de twee hersenhemisferen

Projectievezels verzorgen de verbindingen tussen de hersenstam en de cortex.

fissura longitudinalis cerebri

sulcus centralis of fissuur van Rolando

sulcus lateralis of fissuur van Sylvius



!! de grote hersenen bevatten witte en grijze stof, maar deze varieert steeds.

Kwabben of lobben van de grote hersenen

Roze= frontale lob ( spraak, redeneren, emoties, controle van beweging)

Blauw = pariëtale lob (ontvang en interpreteert gewaarwording zoals tast, temperatuur,..)

Geel=occipitale lob (ontvangen en verwerken visuele input)

Groen=temporale lob (begrijpen van gesproken taal, gehoor en geheugen)

Tussen blauw en roze= sulcus centralis

Tussen groen , roze en blauw = sulcus lateralis

Dieper in Telencephalon liggen enkele belangrijke structuren: **de basale ganglia**. Deze wordt gevormd door een aantal diepgelegen kernen van grijze stof (nucleus caudatus, putamen en pallidus)

nucleus caudatus: oranje

putamen: paars

globus pallidus: lichter roze.

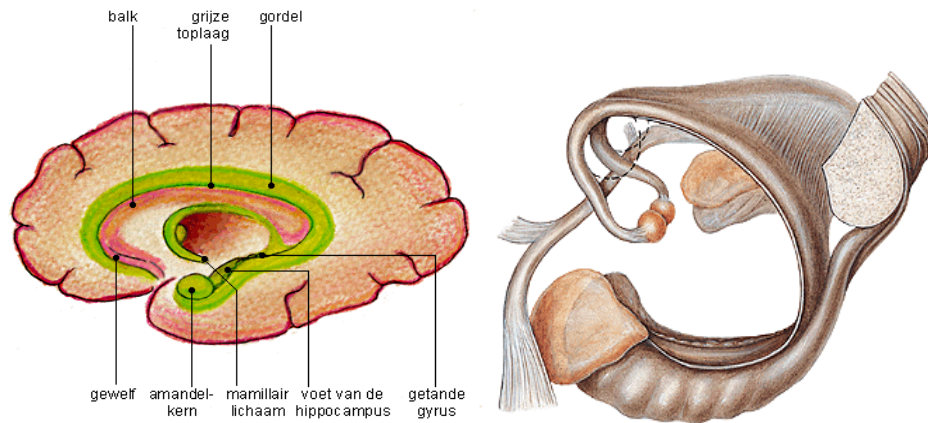
nucleus lentiformis

De basale ganglia staat in voor controle van bewegingen en lichaams-Houding. Deze werkt samen met de frontale lobben, hersenstam en cerebellum.



Hippocampus en amygdala behoren tot het limbisch systeem, dat bestaat uit een ring van van corticaal weefsel. Het speelt een rol bij het geheugen en emotionele expressie. De hippocampus wordt voornamelijk geassocieerd met het vormen van herinneringen. de amygdala met sociaal gedrag, controle, emotionele uitdrukking en interpretatie van emotionele reacties.

### limbisch systeem



Amygdale hippocampus

## 2.6 Diencephalon

Het bevat de thalamus en de hypothalamus.

Thalamus: (je hebt er twee, één links, één rechts)

Dit is het centraal station, alles passeert hier. Het ontvangt dus de zenuwbanen van zowel de somatosensoriesche als de motorische systemen in de hersenen en het ruggenmerg. Het gaat filteren wat doormag en wat niet. (zowel afferente als efferente informatie) De functie heeft dus te maken met de overdracht en verwerking van sensorische informatie naar de hersengebieden en het speelt een rol in bewuste gewaarwording van deze sensorische informatie en richten van de aandacht.!

Hypothalamus: (niet kennen).

Deze ligt voor de thalamus. Vb: Lepra: gevoelsbanen zijn kapot waardoor brein geen signaal kan verwerken om bvb hand weg te trekken bij hitte. Hierdoor hebben zij veel infecties.

## 2.7 hersenstam

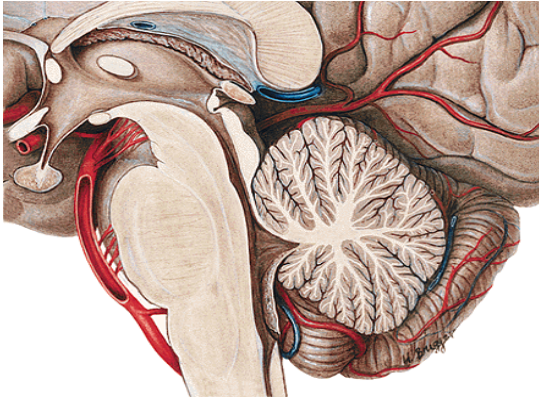
Deze bevat de mesencephalon, pons en medulle oblongata.

1. Deze zijn belangrijk voor de vitale functies van de mens. Vb: bloeddruk, ademhaling..
2. Belangrijk bij regelen van alertheid. (formatio reticularis) = groep van cellen in de hersenstam die slaap regelen. Slaapstoornis gebeurt ook door een fout in de hersenstam. Ook informatie wordt opgeslagen tijdens de slaap (er worden nieuwe bindingen in de hersenen gemaakt).
3. Zowel de sensorische als motorische vezels komen hier voorbij

Hersenstam (stuk onder hersenen dat smaller wordt).

1. Mesencephalon
2. Pons
3. Medulla oblongata





Het mesencephalon wordt gekoppeld aan het auditieve en visuele systeem.  
Pons stuurt waarnemingsinformatie van cortex naar cerebellum, het dorsale deel is betrokken bij de regulatie van ademhaling, smaak en slaap

Medulla oblongata lijkt van functie sterk op ruggenmerg, waar het in overgaat. Uitwisseling van info verzorgen.

Craniale zenuwen: zorgen dat ogen gelijktijdig bewegen. Stel dat deze langs de rechterkant verlamd zijn, dan hangt het rechtergelaat af (de pons is aangetast). Behandeling: Kiné, logopedist, neuropsycholoog ( maar men bereikt nooit het niveau van ervoor).

## 2.8 cerebellum

Cerebellum/ kleine hersenen: zit in het achterhoofd. En staat in verbinding met alle andere...

Dit is belangrijk voor het evenwicht en de motorische coördinatie

1. Somatosensorische input (zintuigelijke waarneming vanuit ruggenmerg)
2. Motorische informatie vanuit cortex
3. Info over lichaamevenwicht uit evenwichtsorgaan( oor)

De kleine hersenen staan in voor het in stand houden van het evenwicht en coördinatie van spiercontracties.

Ataxie= coördinatieprobleem.

## 3.9 perifere zenuwstelsel

opgedeeld in somatisch en autonoom (of vegetatief) gedeelte

Somatisch :

- omvat de efferente en afferente zenuwen (zodat informatie sensorische en motorische prikkels – die de huid, de dwarsgestreepte spieren en de gewrichten bezenuwen - van en naar het CZS worden geleid)
- Zo krijgt het CZS informatie over de stand van de spieren en ledematen, over de perceptie van temperatuur en pijn en over druk en aanraking aan het lichaamsoppervlak

Autonoom :

- staat in voor de neurale verbindingen naar klieren en (gladde) spieren van de inwendige organen
- Onwillekeurig, zonder bewuste controle (bv. hartslag, temperatuurregeling, gastro-intestinale processen).
- Dus: gericht op het bewaren van evenwicht of homeostase binnen het lichaamsmilieu dmv onvrijwillige en onbewuste reacties
- Is onderverdeeld in:
  - Sympathisch deel
  - Parasympathisch deel
  - Enterisch deel

Samengevat: sympathisch ZS:

- Reguleert de stressreacties van het lichaam

- Bereidt voor op actie ('fight or flight')
- ⇒ Verhoging hartslag en ademhalingsfrequentie
- ⇒ Verlaagt activiteit vh spijsverteringsstelsel

Parasympathisch ZS:

- Zet het lichaam tot rust en opbouw aan
- Bewaardt of herstelt het inwendige evenwicht ('rest and digest')
- ⇒ Vertraagd hartslag en ademhalingsfrequentie
- ⇒ bevordert activiteit vh spijsverteringsstelsel

Enterisch ZS:

- Neuraal netwerk in de wanden vd ingewanden
- ⇒ Zo kunnen er onafhankelijk vh CZS spiercontracties totstandkomen (bv. darmperistaltiek)

## Hoofdstuk 3: de cellen van het zenuwstelsel

- Synthese in het cellichaam p.53 (*niet kennen*)
- Ionenkanalen en andere membraanewitten p.59 (*niet kennen*)
- Bouw en functie van ionenkanalen p.61 (*niet kennen*)
- Axonaal transport p.63 (*niet kennen*)

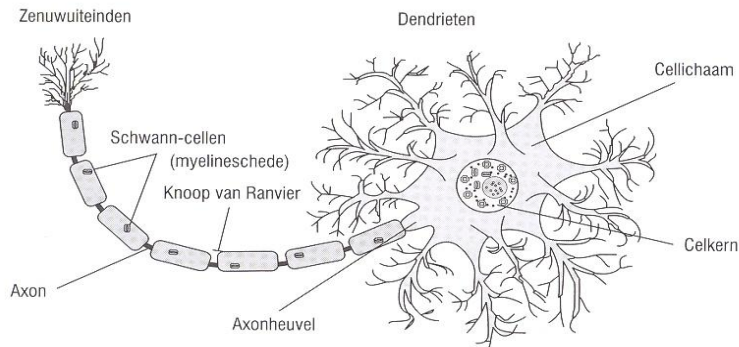
### 3.1 Zenuwcellen en steuncellen

Zenuwcellen of neuronen vormen de morfologische en functionele eenheden van het ZS. Ze zijn in staat informatie te verwerken, door te sturen en op te slaan. Ze kunnen elektrische impulsen voortgeleiden en beschikken over het vermogen om chemische substanties af te scheiden, die de activiteiten met andere neuronen beïnvloeden. In het zenuwweefsel komt zoals bij alle andere weefsels, bindweefsel en steunweefsel voor. Naast neuronen bevat het zenuwstelsel ook grote aantallen **gliacellen**, die geen rechtstreekse functie hebben met informatieverwerking en geleiding maar wel onmisbaar zijn voor het vervoer van voedingsstoffen naar en de bescherming van de neuronen. Een typisch neuron heeft 5 delen: cellichaam of soma, dendriet, axon, axonheuvel, knopen van ranvier, presynaptische zenuwuiteinden.

Kort verschil tussen zenuwcel/ neuron en steuncel/ gliacel:

- Zenuwcellen of neuronen: Opgvangen en doorsturen van informatie naar de hersenen, het ordenen en interpreteren van al de binnenkomende informatie en het voorbereiden/uitsturen van instructies naar de organen in de periferie
- Steun- of gliacellen: Helpen de neuronen op verschillende manieren bij de uitoefening van hun informatieverwerkende taak





Figuur 3.1. Hypothetische zenuwcel.

soorten zenuwcellen:

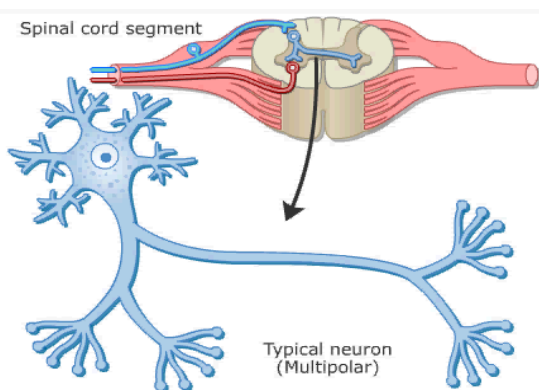
1. sensorische neuronen (voor waarneming)
2. motorneuronen
3. interneuronen (stuurt reactie terug)

Alzheimer: miljoenen cellen worden dagelijks kapot gemaakt

De functies:

- soma/cellichaam: (bevat de genetische informatie in de celkern) celmetabolisme (energieproductie en stofaanmaak nodig voor de informatieverwerking) Er wordt beslist hoe de cel zal reageren (signaal doorsturen of niet)
- De dendrieten: Soort uitstulpingen van het cellichaam. Hierdoor kan de cel veel informatie ontvangen. Één cel kan meer dan duizend vertakkingen hebben waarmee ze contact maakt met vele andere zenuwcellen
- Het axon: Doorgeven van signalen naar andere cellen. Deze signalen worden actiepotentialen genoemd. Ze vertrekken aan de **Axonheuvel** (tss soma en axon) : hier wordt beslist tot afvuren van de zenuwimpuls. Ahv actiepotentiaal ontvangen, analyseren en geleiden de hersenen de informatie. Om de snelheid te vergroten zijn er de knopen van ranvier. Hier wordt AP telken opnieuw gegenereerd. Zijtakken op het axon = **collateralen** . Eindigen op eindvertakkingen = **telodendron** . Elke tak heeft een kleine verdikking (=eindknopje of **telebouton**). Contactpunt met volgende cel = synaps

- Informatiestroom : dendrieten -> cellichaam -> axonheuvel -> axon -> synaps



### 3.2 Energieverbruik in de cel

In de mitochondriën intense stofwisselingsactiviteit (Energie). Produceren het energetisch fosfaat ATP (energiebron voor de celprocessen). Aangezien cellen een grote behoefte hebben aan energie zijn ze zeer gevoelig voor het onderbreken van de zuurstoftoevoer en voedingsstoffen (vb na hersenletsels)

Zenuwcellen gebruiken 50% van ATP om de rustpotential (zie volgend hoofdstuk) van het celmembraan en de fysiologisch ionaire samenstelling van het cytoplasma in stand te houden en te herstellen via de Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-pomp

10% besteed aan standaard cellulaire processen (osmotische processen, eiwitsynthese, ...)

30-40% van energie wordt geïnvesteerd in axonaal transport, Ca<sup>2+</sup>-transport, ...)

### 3.3 Diverse morfologie en functie

- 4 functionele componenten:

Inputzone

Integratiezone

Conductiezone

elektrisch

Outputzone

chemisch (neurotransmitter)

Via de inputzone komt informatie binnen in het neuron. In de integratiezone wordt deze informatie verwerkt. De conductiezone of signaalcomponent staat dan in voor de geleiding van de impulsen doorheen het neuron naar de uiteinden van het axon, waar vervolgens ter hoogte van de outputzone contact wordt gelegd met een volgende zenuwcel. Het signaal wordt in de outputzone van elektrische aard omgezet in chemische signaal.

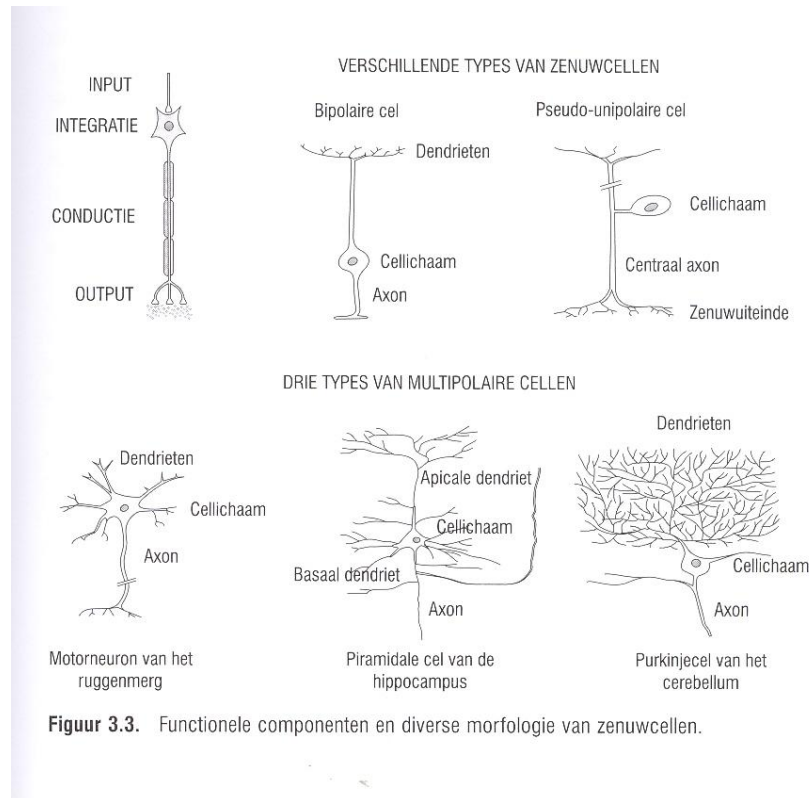
- Indeling op basis van vorm :

Unipolaire neuronen: slechts één uitloper

Multipolaire neuronen: één axon en dendrieten op verschillende plaatsen ontpringt.

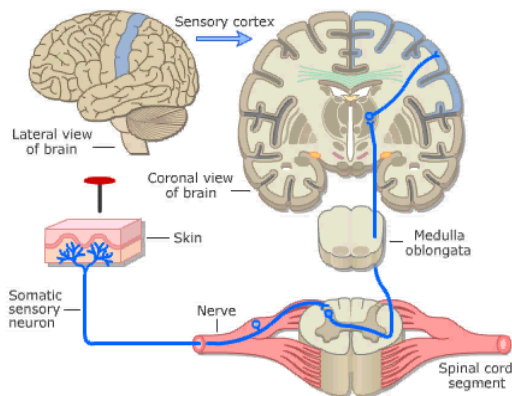
Bipolaire neuronen: uit cellichaam vertrekken 2 dendrieten

Pseudo-unipolaire cellen: één uitloper die dichtbij cellichaam al splitst

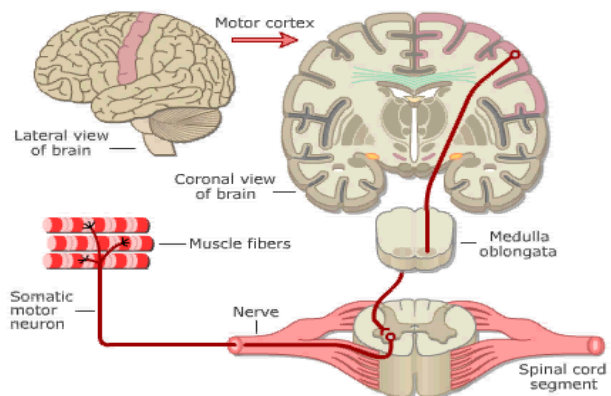


- Indeling op basis van functie :
  - Sensorische neuronen of receptorcellen: ontvangen zintuiglijke informatie
  - Motorneuronen of effectorcellen : hebben vaak lange axonen waarmee ze zenuwimpulsen vanuit het CZS naar spieren of organen van het lichaam geleiden.
  - Interneuronen : ontvangen info, verwerken deze en sturen de impulsen door naar anderen.

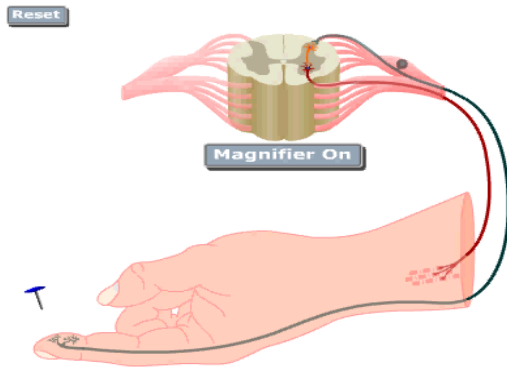
**Sensorische neuronen:**



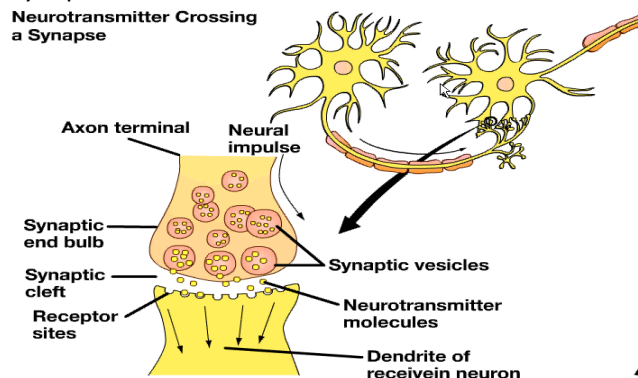
**motorneuronen:**



Interneuronen:



synaps:

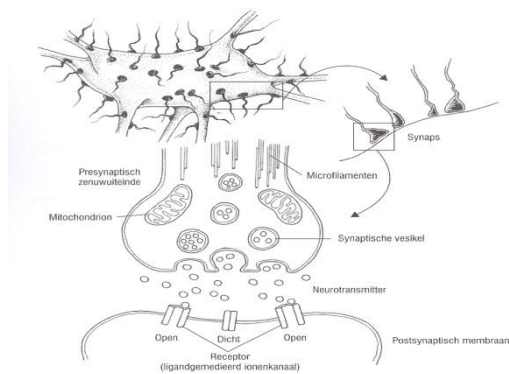


### 3.4 Synaps

= Contactpunt tussen twee neuronen. Informatieoverdracht tussen neuronen gebeurt door elektrische of chemische synapsen. Ze bestaan uit een gap-junction kanaaltjes die bruggen maken tussen verschillende zenuwcellen. Deze zorgen voor een **discontinue** signaaloverdracht over de synaps. Het vormen belangrijke functionele contacten tussen neuronen en omvatten een presynaptisch en postsynaptisch element met een synapspleet. Het neuron dat signaal doorgeeft is de presynaptische cel, deze dat het signaal ontvang is de postsynaptische cel.

Van elkaar gescheiden = synaptische kloof of synapspleet

De synaptische transmissie vindt plaats ahv neurotransmitters die door de zenuwuiteinden worden vrijgegeven. Deze bevatten vesikels. Dat zijn membraanblaasjes waarin de NT klaar voor secretie, verpakt zitten. Deze worden dan opgevangen door de postsynaptische cel.



Figuur 3.4. De chemische synaps.

### 3.5 Gliacellen

= steuncellen of lijmcellen

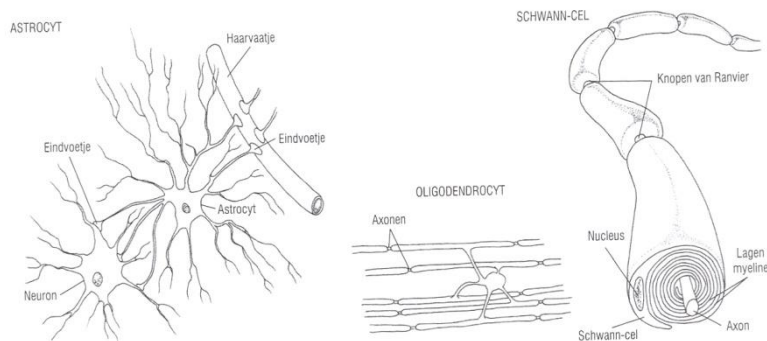
Functie:

- stevigheid van het zenuwweefsel (bescherming)
- Geen echte rol in de informatieverwerking
- Wegvoeren van schadelijke stoffen

We kunnen twee grote types van gliacellen onderscheiden: microglia en macroglia. (nr 1.3.4)

Soorten gliacellen:

1. Astroglia-cellen: grootste, stervormig, veel uitlopers, vooral in ruggenmerg en hersenen. Bieden vooral structurele steun en helpen bij herstellen van het hersenweefsel. Ook nutritieve rol vermits ze een brug vormen tussen de haarvaatjes en de zenuwcellen.
2. Microglia-cellen: klein, langgerekt, doornige uitlopers, niet talrijk maar komen ook voor in de grijze en witte stof van het CZS; Dienen meer voor de huishoudelijke taken zoals transport van afval en afbraafstoffen tss zenuwweefsel en bloedvaten.
3. Oligodendroglia-cellen: klein, met weinig uitlopers, voornamelijk in grijze en witte stof van CZS en staan in voor omhulling van axonen met myeline
4. Schwann-cellen: ze staan in voor de myelinisatie maar in het perifere zenuwstelsel!



Figuur 3.6. Drie soorten macrogliale steuncellen in het zenuwstelsel.

## 4.6 Myelinisatie

Er bestaan gemyeliniseerde en ongemyeliniseerde zenuwvezels. In het CZS vinden we vooral gemyeliniseerde, maar in het perifere vindt men beide. Myeline bestaat uit Compacte lagen van lipide-proteïnecomplex . In het CZS zorgen de oligodendrocyten voor de myelinisatie en in het perifere ZS doen de Schwann-cellen dit. De myelineschede is discontinu omdat het onderbroken wordt door de knopen van Ranvier die het AP steeds versterken  
Functie van myeline: snelheid van informatietransmissie verhogen

## Hoofdstuk 4:elektrisch geladen celmembranen

### 4.1 situering

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

### 4.2 meten van membraanpotentialen en stromen

Cellen die prikkels ontvangen en verzenden = exciteerbare cellen. Dus zenuwcellen maar ook spiercellen en anderen zijn exciteerbare cellen. De elektrische activiteit is het gevolg van het stromen van geladen deeltjes over en door de celmembranen. Fysiologen kunnen deze potentialen en stroompjes versterken en registreren . Vermits de cellen in ons lichaam in waterig milieus zitten spreken we van wateroplosbare ionen.

groep van zenuwcellen dat AP verstuurt = veldpotentialen

In één zenuwcel = membraanpotentialen

**Elektrisch potentiaal** = conditie ter hoogte van een punt in een geladen veld, die toelaat dat geladen deeltjes arbeid leveren. Het gaat hier echter om potentiële energie. We kunnen dus het potentiaalverschil(spanning) meten tussen twee verschillende punten.

Het potentiaalverschil geeft de mogelijkheid om geladen deeltjes hiertussen te laten stromen omdat het membraan niet volledig doorlaatbaar is ( weerstand)

Cfr. Wet van Ohm :  $V = I \times R$  spanning= f(stroomsterkte en weerstand)

### 4.3 actieve en passieve potentiaalveranderingen

Elke cel moet de ongelijke verdeling van elektrisch geladen deeltjes over haar 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 vergroten. Dan spreekt men over hyperpolarisatie. Dit heeft een inhiberend effect op de postsynaptische potentiaalverandering. Of men kan de lading in de cel verlagen (depolarisatie). Dan spreekt men over een exciterend postsynaptische potentiaalverandering.

Synaptische potentialen worden 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

#### Overzicht:

1. Zenuwcel is in rust (constante elektrische spanning) = rust(membraan)potentiaal
2. Zenuwcel ontvangt via haar dendrieten signalen die thv de axonheugel opgeteld worden. Indien dit een drempel overschrijdt => actiepotentiaal
3. Deze actiepotentiaal zet zich verder via het axon (axongeleiding) tot aan de eindknopjes
4. Dan ontstaat de synaptische overdracht
5. vanuit de eindknopjes worden er chemische stoffen afgescheiden in de synaptische kloof die op hun beurt een spanningsverandering in de aangrenzende postsynaptische dendriet (= postsynaptische potentiaal of PSP)

2 soorten PSP's:

exciterend of excitatorische postsynaptische potentiaal (EPSP)

Inhiberend of inhibitorische postsynaptische potentiaal (IPSP)

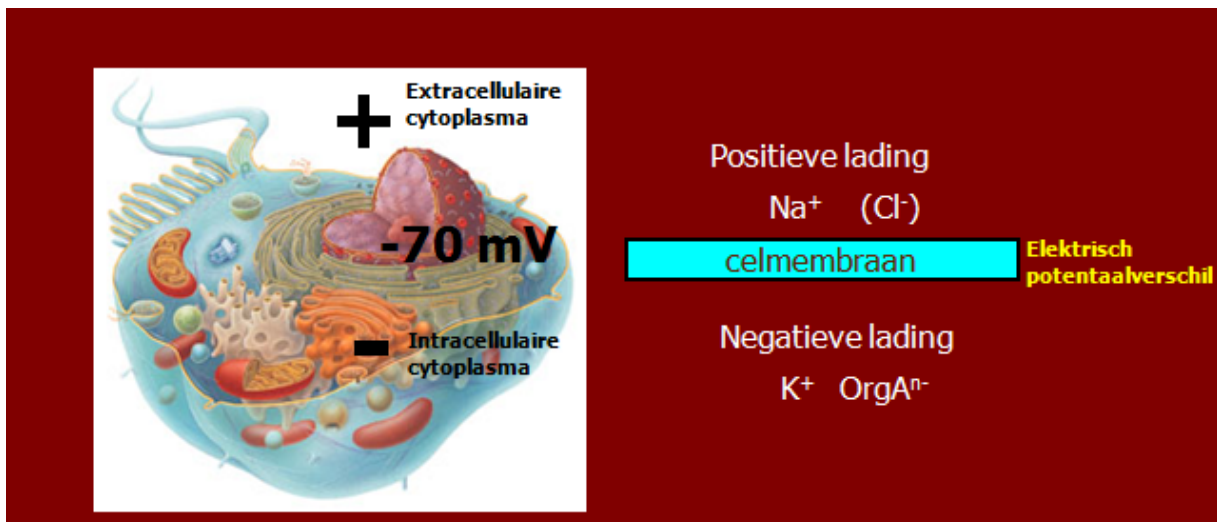
#### Kort:

1. De rust(membraan)potentiaal
2. De actiepotentiaal
3. De axongeleiding
4. Kenmerken van de zenuwgeleiding
5. De synaptische overdracht
6. De postsynaptische potentiaal

### 5.4 rustmembraanpotentiaal

Het celmembraan scheidt twee vloeistoffen: intracellulair en extracellulaire vloeistof. Aan beide kanten ontstaat een concentratieverschil in de positieve en negatieve ionen die opgelost zijn in de vloeistof. Het concentratieverschil van de geladen deeltjes zorgt voor een potentiaalverschil.

Een cel dat in **rust** is, is **gepolariseerd**. (het membraan is gepolariseerd). Het rustpotentiaal bedraagt -65mV. Er zijn dus meer negatieve dan positieve ionen aan de binnenkant. De belangrijkste ionen zijn Na<sup>+</sup> en K<sup>+</sup>, Orga<sup>-</sup> en Cl<sup>-</sup>. (orga, organische anionen)



De ionen zijn onderhevig aan twee krachten waardoor ze doorheen de celmembraan kunnen bewegen. 1. Een chemische driving force ( positief trekt negatief aan) 2. Door de concentratiegradiënt.(men gaat altijd van een hoge naar lage concentratie).

2 fysische mechanismen 'driving forces':

- *Elektrostatische kracht - potentiaalgradiënt*

– deeltjes met tegenovergestelde lading trekken elkaar aan (Na<sup>+</sup> wordt naar binnen toe aangetrokken door de negatieve intracellulaire lading)

- *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)

## 25 passieve membraanstromen

Doordat het celmembraan semipermeabel is, kunnen niet alle moleculen van de intra- en extracellulaire oplossingen vrij over het celmembraan diffunderen. In rusttoestand is het doorlaatbaar voor K<sup>+</sup> en mindere mate voor Na<sup>+</sup>. Omdat er een veel hogere K<sup>+</sup> concentratie binnen de cel dan erbuiten. Dit verlies aan pos. Geladen ionen aan de binnenzijde zorgt ervoor dat deze zijde negatiever wordt tov de extracellulaire zijde. Daarenboven bevindt er zich in de intracellulaire vloeistof een veel hogere concentratie aan negatief geladen organische anionen, die te groot zijn om doorheen de poriën in het celmembraan te diffunderen. Dat zorgt ervoor dat de binnenzijde van het membraan negatiever geladen is dan de buitenzijde en er dus een potentiaalverschil over het membraan ontstaat. Hierdoor zal K<sup>+</sup> wegens zijn pos lading aangetrokken worden tot de negatieve binnenzijde van de cel en werken voor K<sup>+</sup> de concentratiegradiënt en potentiaalgradiënt in tegengestelde richting. Uiteindelijk ontstaat een e.w.toestand waarbij de uitwaartse driving force van K<sup>+</sup> gelijk is aan de inwaartse. Deze e.w toestand treedt op bij de e.w.potentiaal of nernstpotentiaal.

Ook Na<sup>+</sup> speelt een belangrijke rol bij het bepalen en instandhouden van het rustpotentiaal.

CL-kanalen zijn open in rusttoestand van de cel, waardoor deze ionen vrij binnen en buiten kunnen diffunderen. Aangezien e.w.potentiaal voor Cl<sup>-</sup> bijna gelijk is aan de rustmembraanpotentiaal, treedt er vrijwel geen nettoverplaatsing van deze ionen op. De concentratie Na<sup>+</sup> is veel groter in extracellulaire dan in de intracellulaire vloeistof en deze ionen zijn bovendien pos geladen terwijl de rustpotentiaal binnen de cel negatief is.; zowel conc gradiënt als potentiaalgradiënt zorgt er dus voor dat Na<sup>+</sup> ionen naar de binnenzijde van de cel bewegen wanneer het membraan doorlaatbaar is voor deze ionen. De klein stroom van Na<sup>+</sup> zou na verloop van tijd de rustpotentiaal verheffen, wat echter wordt verhinderd door Na-Kaliumpomp.



fysiologische mechanismen:

### 3 *Porieregelende membraanproteïnen (passieve kanaaltjes)*

- *Semipermeabele membraan*

### 4 *Transmembraanproteïnen (actieve kanaaltjes)*

–  $\text{Na}^+ \text{K}^+$  -pomp

Kort:

#### 1) *Porieregelende membraanproteïnen (passieve kanaaltjes)*

- Celmembraan bevat proteïnen die niet alle chemische stoffen doorlaten (=semipermeabiliteit) en zijn stof-specifiek
- In rust: cel is doorlaatbaar voor  $\text{K}^+$  en minder voor  $\text{Na}^+$
- $\text{K}^+$  zal *passief* extracellulair diffunderen omdat er daar een lagere  $\text{K}^+$  -concentratie is
- =>  $\text{cel}_{\text{intra}}$  wordt negatiever dan  $\text{cel}_{\text{extra}}$  (mede door de  $\text{OrgA}^{\text{N}^-}$  die niet door de celwand kunnen)
- Hierdoor zal  $\text{K}^+$  weer door de negatieve cellading worden aangetrokken
- => evenwichtspotentiaal (-70mV)

#### 2) *Transmembraanproteïnen (actieve kanaaltjes)*

- Concentratie  $\text{Na}^+$  is veel groter  $\text{cel}_{\text{extra}}$
- $\text{Cel}_{\text{intra}}$  is negatief geladen -70mV =>  $\text{Na}^+$  zal intracellair diffunderen
- De doorlaatbaarheid van  $\text{Na}^+$  is 1/100 van  $\text{K}^+$
- De influx van  $\text{Na}^+$  zal na verloop van tijd de rustpotentiaal opheffen
- => Specifieke stoffen worden van binnen naar buiten gepompt
- $\text{Na}^+ \text{K}^+$  -pomp :  $\text{Na}^+$  ionen die de cel naar binnen glippen worden meteen terug naar buiten gepompt, terwijl  $\text{K}^+$  ionen op een actieve manier binnen in de cel worden gebracht (energie door hydrolyse van het energetisch fosfaat ATP)

## 46 actiepotentiaal

Celmembraan reageert op stimuli door zijn doorlaatbaarheid voor ionen te wijzigen => hierdoor wijzigt de elektrische polariteit van het membraan. Veranderingen in het intra- en extracellulair potentiaalverschil.

Depolarisatie : potentiaalverschil wordt kleiner

Hyperpolarisatie : potentiaalverschil wordt groter

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:

$\text{Na}^+$  – kanalen openen

massaal  $\text{Na}^+$  in de cel dus positievere lading en  $\text{K}^+$  naar buiten

4 fasen:

*Depolarisatiefase*: cel verliest negatieve lading

*Ompolarisatiefase*: spanning schakelt om naar positief +40mV

*Repolarisatiefase*: herstel van de rustpotentiaal -70mV

*Hyperpolarisatiefase*: terug zakken van spanning tot zelfs -90mV

*Depolarisatiefase*: cel verliest negatieve lading

- Semi-permeabiliteit van de cel verandert
- De passieve  $\text{Na}^+$  kanaaltjes gaan open zodat  $\text{Na}^+$  in de cel stroomt
- Gevolg van  $-70\text{mV}$  naar  $-50\text{mV}$  (cfr. elektrostatische - en diffusiekracht)

*Ompolarisatiefase*: spanning schakelt om naar positief  $+40\text{mV}$

- $\text{Na}^+$  blijft binnenstromen
- spanning schakelt om naar positief  $+40\text{mV}$  (overshoot)

*Re- en Hyperpolarisatiefase*: terug zakken van spanning tot zelfs  $-90\text{mV}$

- Cel binnenin positief ( $\text{K}^+$  concentratie is nog hoog in de cel)
- $\text{Na}^+$  kanaaltjes gaan inactiveren en beginnen te sluiten
- $\text{K}^+$  ionen beginnen massaal naar buiten te stromen langs de geopende  $\text{K}^+$ -kanaaltjes
- Cel begint terug negatiever (hyperpolarisatie) te worden en vanaf  $-50\text{mV}$  sluiten de  $\text{Na}^+$ -kanaaltjes maar  $\text{K}^+$  kan nog steeds naar buiten tot er binnen en buiten een gelijke  $\text{K}^+$  concentratie bestaat => celspanning daalt tot  $-90\text{mV}$

herstel van de rustpotentialiaal  $-70\text{mV}$

- Dankzij de  $\text{Na}^+ \text{K}^+$ -pomp zal het overtollige  $\text{Na}^+$  uit de cel verwijderd worden
- Anderzijds zullen  $\text{K}^+$ -ionen terug de cel inlopen (cfr. elektrostatische kracht)
- Rustpotentialiaal is weer hersteld

Samenvattend:

- Kenmerken van de zenuwimpuls en -transmissie
  - 1. De alles-of-niets-wet
    - Enkel depolarisatie van  $20\text{mV}$  (van  $-70\text{mV}$  naar  $-50\text{mV}$ ) leidt tot een actiepotentialiaal
    - Dus binaire codering : aan – uit / vuren – niet vuren
  - 2. De refractaire periode
    - Absolute refractaire periode: slechts één actiepotentialiaal na elkaar
    - Relatieve refractaire periode: actiepotentialiaal kan optreden maar het signaal moet groter zijn om de excitatiedrempel te kunnen overschrijden (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

## 47 membraangeleiding van actiepotentialiaal

Vanaf de axonheuvel plant een actiepotentialiaal 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 oww refractaire periode)
- Elektrotonische stroom
- Axonsignaal of zenuwimpuls

### De geleidingssnelheid

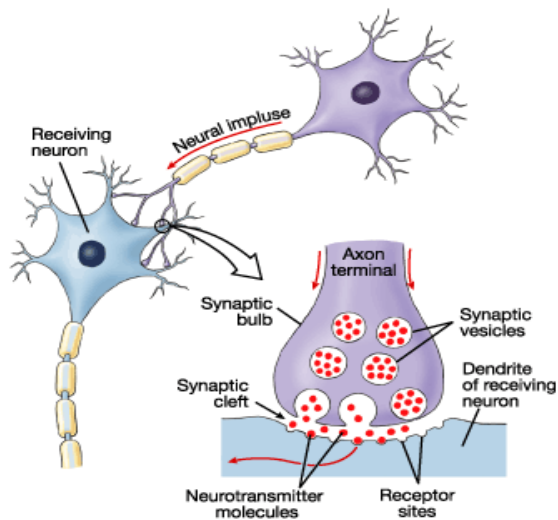
- *Een constante intensiteit (sterkte)*
  - Nadeel is traagheid (0,2 tot 2 m/s) afh van de dikte van het axon
    - *Het nut van myelinisatie*
  - Lange axonen zijn gemyeliniseerd, dus hun membranen zijn geïsoleerd van de extracellulaire vloeistof, zodat ze sneller informatie kunnen doorsturen (120 m/s)

### De geleidingssnelheid

- *het nut van myelinisatie*
  - knopen van Ranvier
  - sprongsgewijze of saltatorische zenuwgeleiding

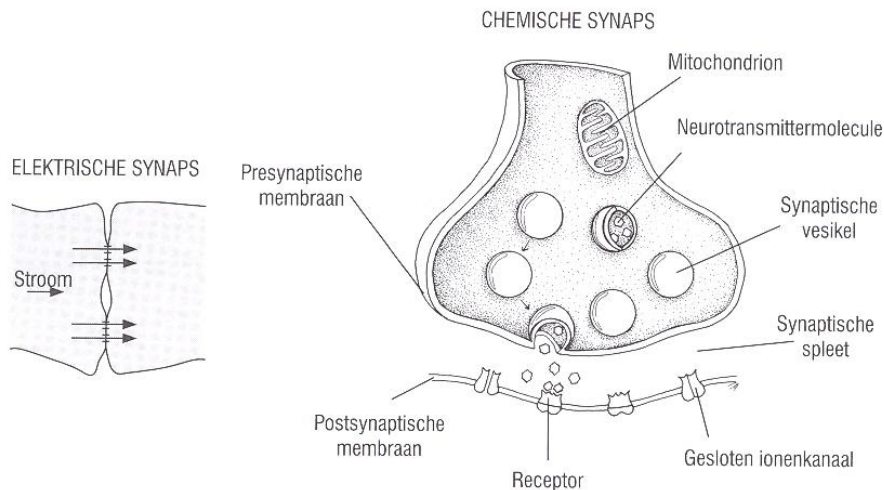
## hoofdstuk 5: Communicatie tussen zenuwcellen

### 41 synaptische transmissie



Dit is de contactplaats van een neuron met een ander neuron, maar ook met spiercellen of kliercellen. We onderscheiden synapsen elektrische en chemische synapsen. Elektrische synapsen zijn cytoplasmatische bruggetjes tussen cellen waardoor rechtstreekse transmissie van het elektrische signaal mogelijk is. Bij een chemische wordt de elektrische prikkel voortgeleid langsheen het axon en bereikt uiteindelijk het presynaptische zenuwuiteinde, waar zich membraanblaasjes (vesikel) gevult met chemische stof (NT) bevinden. Het elektrische signaal zorgt ervoor dat de vesikels hun inhoud vrijstelen waardoor de Nt over de synapsspleet naar het postsynaptische membraan kan diffunderen want deze bevat transmitter gevoelige receptoren met ionkanaaltjes.

- Actiepotentiaal bereikt het eindknopje (presynaptisch)
- Vesiceltjes bewegen naar het celmembraan
- Ze versmelten met de celmembraan
- Barsten open en inhoud komt in de synapskloof
- Deze binden met de receptoren (eiwitten) postsynaptisch
- Ionkanaaltjes open
- Ontstaan actiepotentiaal



**Figuur 5.1.** Synaptische transmissie.

## 42 De postsynaptische potentiaal

Neuronen worden dmv synapsen aan elkaar geschakeld. Deze schakelingen kunnen exciterend of inhiberend zijn, afhankelijk van de neurochemische en elektrofysiologische eig'n van de synaps.

Depolarisatie: door opening van de  $\text{Na}^+$ -kanaaltjes -> cel positiever

->indien  $-50\text{mV}$ : excitatorische postsynaptische potentiaal

Hyperpolarisatie: cel wordt negatiever door oa instroom van  $\text{Cl}^-$

->indien  $<-70\text{mV}$ : inhibitorische postsynaptische potentiaal

- Transmitters worden afgebroken door gespecialiseerde enzymen (post-synapt)
- Bv. acetylcholine wordt afgebroken door Acetylcholinesterase

-> nb. Acetylcholinesteraseinhibitoren

- Reuptake

## 43 Neurotransmitters

Acetylcholine

Dopamine  
Noradrenaline  
Adrenaline  
Serotonine  
Histamine

Gamma-aminoboterzuur  
Glycine  
Glutamaat

Chemische synapsen maken gebruik van verschillende neurotransmitters, afhankelijk van de soort synaps (vb: exciterend of inhiberend) en de plaats in het ZS.

We onderscheiden twee grote groepen NT: de kleinmoleculaire NT en de neuropeptiden.

De kleinmoleculaire NT zijn acetylcholine, de biogene amines en exciterende en inhiberende aminozuren. Ze worden biosynthetisch aangemaakt uit eenvoudige substanties in de zenuwuiteinde van het neuron, waarna ze worden opgeslagen in vesikels. 5 stappen:

- Synthese in het neuron
- Opslag in vesikel in presynaptische eindknoop
- Vrijstelling in synaptische spleet

- Receptorbinding in postsynaptisch neuron
- Afbraak of heropname

#### 44 serotonine en depressie

Serotonine is een stof dat zorgt dat je rustig bent en je je goed voelt. Wanneer je hiervan te weinig hebt krijg je een depressief gevoel.

#### 45 ziekte van parkinson

Door slechte communicatie tussen de cellen, als prikkels niet goed worden doorgegeven thv synaps.

#### 46 ADHD

?

#### 47 Drugsverslaving en nicotine

Hebben we eerder uitgebreid besproken (amfetamines, cannabis)

**Cannabis gebruiken doet hersenen krimpen**

**LONDEN** — Je hoort wel eens dat je vergeetachtig wordt van cannabis te gebruiken. Hoe dat komt, tonen deze foto's die gepubliceerd werden in het wetenschappelijke blad 'Journal of Psychoactive Drugs'. Het brein van een regelmatige gebruiker krimpt zienderogen. Hoe langer iemand cannabis gebruikt, hoe erger de hersenletsels. Deze foto's werden gemaakt door het inspuiten van een radioactieve stof in de hersenen van proefpersonen. Die stof licht op waar de bloeddorstrooming in de hersenen goed is. De 'donkere gaten' zijn gebieden waar de hersenactiviteit verzwakt is. Foto's Kos



**NORMALE hersenen** vertonen een vrij vlak en egaal oppervlak. Deze persoon gebruikt geen cannabis.

De hersenen van een **16-JARIGE** die twee jaar lang elke dag een joint gerookt heeft. Het brein is al aangetast.

De hersenen van een **18-JARIGE** die op zijn vijftiende cannabis begon te gebruiken, vertonen al putten en littekens.

Een **28-JARIGE** die al tien jaar joints rookt. Deze scan toont de schade op lange termijn: de activiteit van de hersenen is duidelijk afgenomen.

#### 48 Neurotransmitters

Serotoninesysteem: passeert langs thalamus ( is dus belangrijk voor het onthouden).

Dopamine: inhibeert overvloed aan informatie. Speelt een rol in veel hersenziekten

Adrenaline en noradrenaline geven een goed gevoel

Glutamaat is een neurotransmitter die te maken heeft met het leervermogen zoals acetylcholine.

(serotonine en dopamine beïnvloeden het gedrag.



## Hoofdstuk 6: zintuigcellen

### 6.1 inleiding



### 6.2 zintuiglijke waarneming

Onder zintuiglijk waarneming verstaan we het proces dat instaat voor registratie, verwerking en interpretatie van omgevingsprikkel. Het wordt onderverdeeld in 4 types:

- Bijzondere waarneming: zicht, gehoord, evenwichtszin, geur en smaak
- Oppervlakkige waarneming: tastzin, pijngewaarwording, tempwaarneming, tweepuntsdiscriminatie
- Diepe waarneming: proprioceptie, positiezin van spieren en gewrichten, diepe spierpijn en vibratiezin
- Viscerale waarneming: sensaties thv ingewanden, misselijkheid, honger en ingewandspijn

Zintuigreceptorcellen staan in voor de sensaties = zetten fysieke prikkels om in zenuwimpulsen  
We onderscheiden 4 soorten zintuigreceptorcellen, elke gevoelig voor een anders soort stimulusenergie, waaraan verschillende zintuigmodaliteiten (type van energie) verbonden zijn.

**Mechanoreceptoren** zijn gespecialiseerde neuronen die reageren op mechanische prikkels

**Chemoreceptoren** worden geactiveerd door bepaalde chemische stoffen (staan in voor reuk, smaakzin, pijn, jeuk en irritatie)

**Thermoreceptoren** reageren op temperatuursveranderingen

**Fotoreceptoren**: bij fotoreceptoren bestaat de stimulusenergie uit licht waardoor deze instaan voor de visuele prikkelmodaliteiten.

Onze zintuigen:

Ogen -> Lichtgolven -> fotoreceptoren

Oren -> Luchtrillingen -> mechanoreceptoren

Tast -> mechanoreceptoren

Reuk -> chemoreceptoren

Smaak -> chemoreceptoren

### 6.3 receptie, transductie en codering

Een zintuig is een organisatie van cellen gespecialiseerd in de waarneming van energetische prikkels. Onze zintuigen vertalen de prikkels in zenuwimpulsen, die in de hersenen als betekenisvolle waarneming wordt ervaren. In elk sensorieel systeem gebeurt het contact met de wereld buiten het lichaam ahv gespecialiseerde neuronale structuren., de **sensoriële receptorcellen** of zintuigcellen.

Deze verloopt in drie stappen:

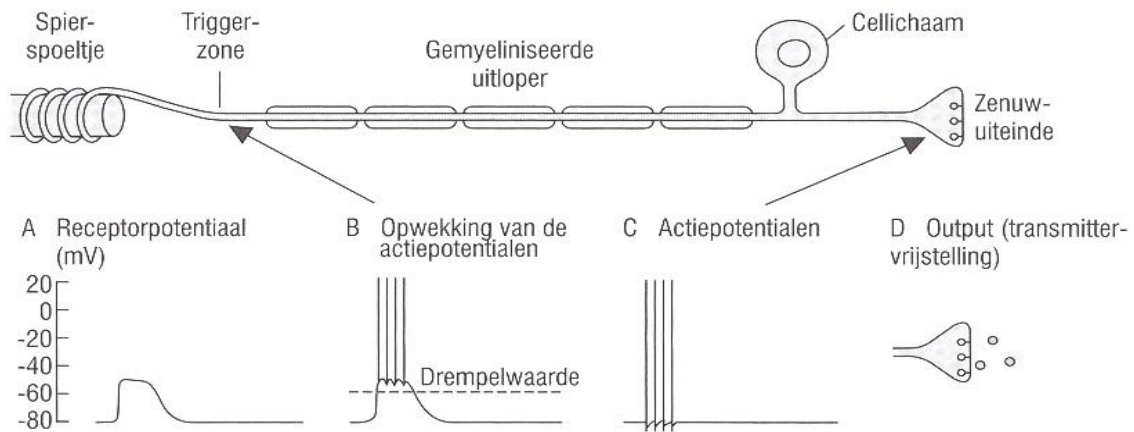
- **Receptie:** stimulusenergie wordt opgevangen door receptor  
-> modaliteit (het type van energie waaruit de stimulus bestaat)

-> locatie (welke set van receptoren wordt geactiveerd)

- **Transductie** (omzetting van stimulusenergie in een membraanpotentiaal = receptorpotentiaal)
- **Codering** (omzetting van de potentiaalveranderingen in een code van actiepotentialen)

-> stimulusintensiteit (amplitude) => frequentie van de actiepotentialen

-> stimulusduur (timing) => duur van het aantal actiepotentialen (wanneer begint en eindigt de stimulatie van de receptor)



**Figuur 6.2.** Stimulustransformatie bij het spierspoeltje.

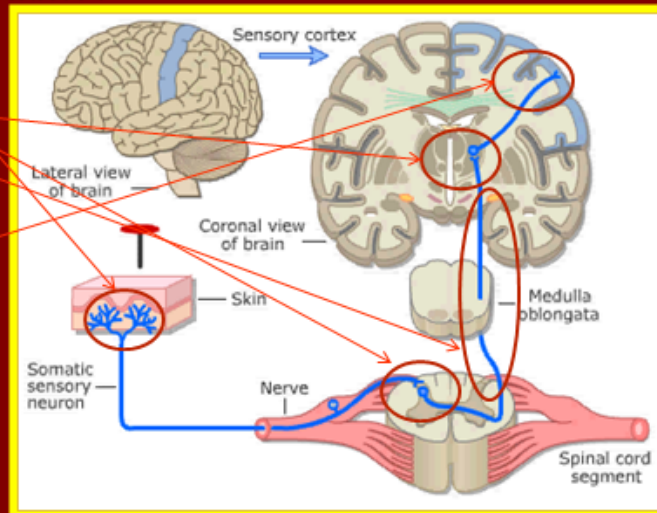
p103

## 6.4 somatosensorisch systeem

Somatosensorische waarneming verwijst naar zintuiglijke waarneming thv het lichaam, zoals tast, druk, proprioceptie (stand van lichaamsdelen), warmte/koude, vibratie, jeuk, pijn ( de bijzondere zintuigen: zicht, gehoor, reuk en smaak horen er dus niet bij). We onderscheiden exteroceptoren en proprioceptoren. Exteroceptoren zijn gevoelig voor prikkels van buiten het lichaam ( via zintuigcellen in de huid). Proprioceptoren registreren prikkels vanuit het inwendige lichaam.

- Het somatosensorisch systeem bestaat uit

- Zintuigreceptoren
- Verbindingsneuronen
- Opstijgende zenuwbanen
- Somatosensorische corticale gebieden





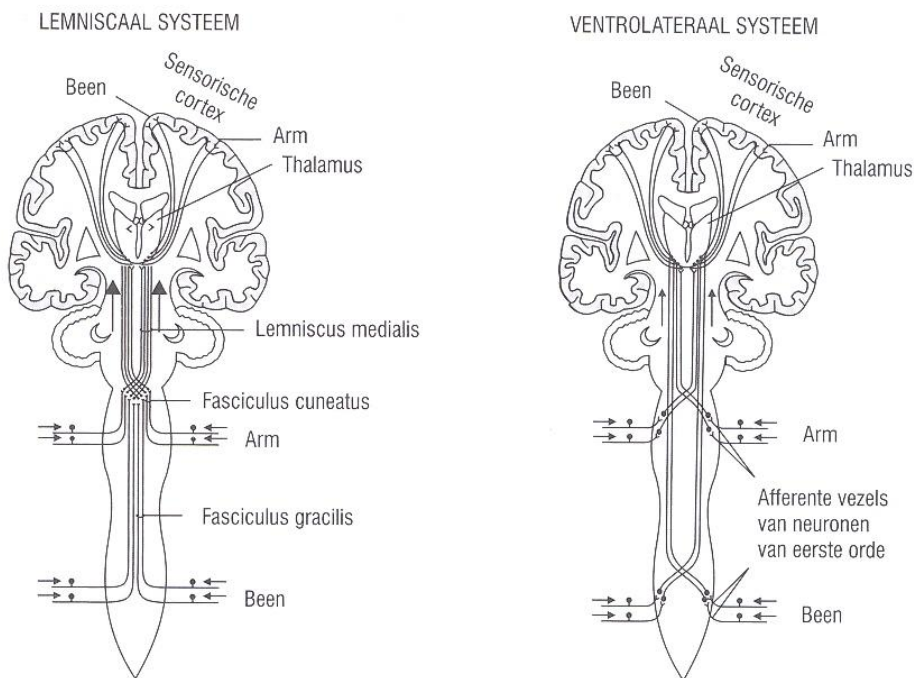
De somatosensorische receptorcellen bevinden zich over het hele lichaam en geven hun impulsen door aan verbindingneuronen, die de informatie begeleiden naar het ruggenmerg. Hier lopen twee somatosensorische banen naar de thalamus om van daaruit de impulsen naar de somatosensorische cortex van de grote hersenen door te geven.

De twee opstijgende zenuwbanen (in het ruggenmerg): lemniscale systeem en ventrolaterale systeem.

Lemniscale systeem: staat in voor tast, gewrichtswaarwording, tweepuntsdiscriminatie en vibratiezin

Ventrolaterale systeem: geleidt pijn en temperatuurszin.

Slechts wanneer de prikkels de corticale gebieden bereiken, kunnen we spreken van perceptie of bewuste waarneming.



Figuur 6.7. Het lemniscale en het ventrolaterale systeem.

## 6.5 zintuigcellen in de huid

De huid is niet alleen ons grootste orgaan, ze staat ook in voor een belangrijk onderdeel van onze somatosensorische waarneming. Verschillende receptorcellen (Meissnerlichaampjes, Merkelcellen en haarcellen voor tastzin, ruffini zenuwuiteinden voor warmte, vrije zenuwuiteinden voor pijn) bevinden zich in de opperhuid (epidermis) en dermis.

Merkelcellen (tastzin)

Ruffini-uiteinden (contact, druk, vibratie)

Meissnerlichaampjes (contact, druk, vibratie)

mechanoreceptoren

Lichaampjes Vater-Pacini (contact, druk, vibratie)

Elk sensorieel systeem ontvangt 4 types van informatie over de waargenomen stimulus: modaliteit (type energie waaruit stimulus bestaat), locatie (welke set van receptoren wordt geactiveerd), intensiteit (met welke amplitude zal receptor reageren) en timing (wanneer begint en eindigt de stimulatie van de receptor).

## 4.6 Verbindingsneuronen

De stimuli die door de zintuigreceptoren werden geregistreerd, worden door drie groepen van lange verbindingneuronen naar de somatosensorische cortex vervoerd.

- Neuronen van eerste orde voeren signalen aan vanuit receptorcellen

- Een neuron van de eerste orde vormt een synaps met neuronen van de tweede orde
- Neuronen van de tweede orde hun cellichaam ligt in de neuraxis(ruggenmerg). Hun axonen kruisen de middellijn en eindigen in de thalamus
  - Neuronen van de derde orde hun cellichaam ligt in de kern van de thalamus. Ze projecteren de informatie ten slotte naar de primaire somatosensorische cortex

#### 4.7 thalamische gating(lezen p110)

De thalamus is een zeer oude structuur waarlangs sensorische informatie passeert voor ze naar de cerebrale cortex gaat. De thalamische kernen fungeren zo als sluis of poort tussen onbewuste subcorticale sensoriek en bewuste corticale perceptie. Sensorische prikkels worden pas bewust waargenomen zodra ze door de thalamus zijn gepasseerd en de cortex hebben bereikt. Deze poortfunctie van thalamus is mogelijk dankzij uitgebreide wederzijdse connecties tussen hersenstam, thalamus en cortex. Thalamische gating speelt een belangrijke rol in selectieve aandacht en in de modificatie van pijnprikkels.

#### 4.8 primaire somatosensorische cortex

Via de thalamus projecteren het lemniscale en het ventrolaterale systeem op de primaire somatosensorische cortex. Dat is een corticaal gebied thv het gyrus postcentralis, vlak achter de sulcus centralis van de pariëtale lobben langs beide hemisferen. De primaire somatosensorische cortex is somatotopisch georganiseerd ( elk deel van het lichaam is afbeeld op een welbepaalde plaats van de primaire somatosensorische cortex) Het laterale gedeelte ontvangt projecties van de bovenste lichaamshelft en loopt over in het mediale gedeelte, dat projecties van de onderste lichaamshelft ontvangt. Gevoelige delen van ons lichaam nemen een groot oppervlak in van deze cortex.

## Hoofdstuk 7: cellen om te zien, horen, ruiken en proeven

### 7.1 Zien

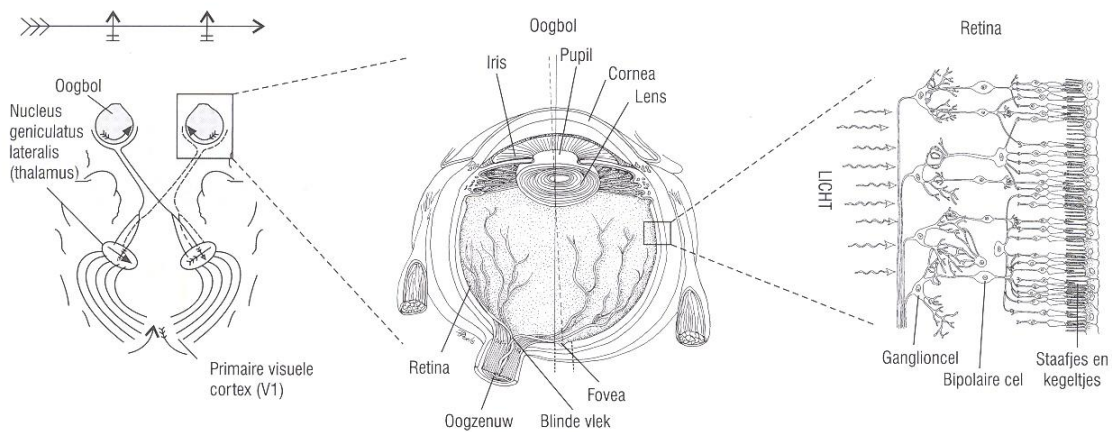
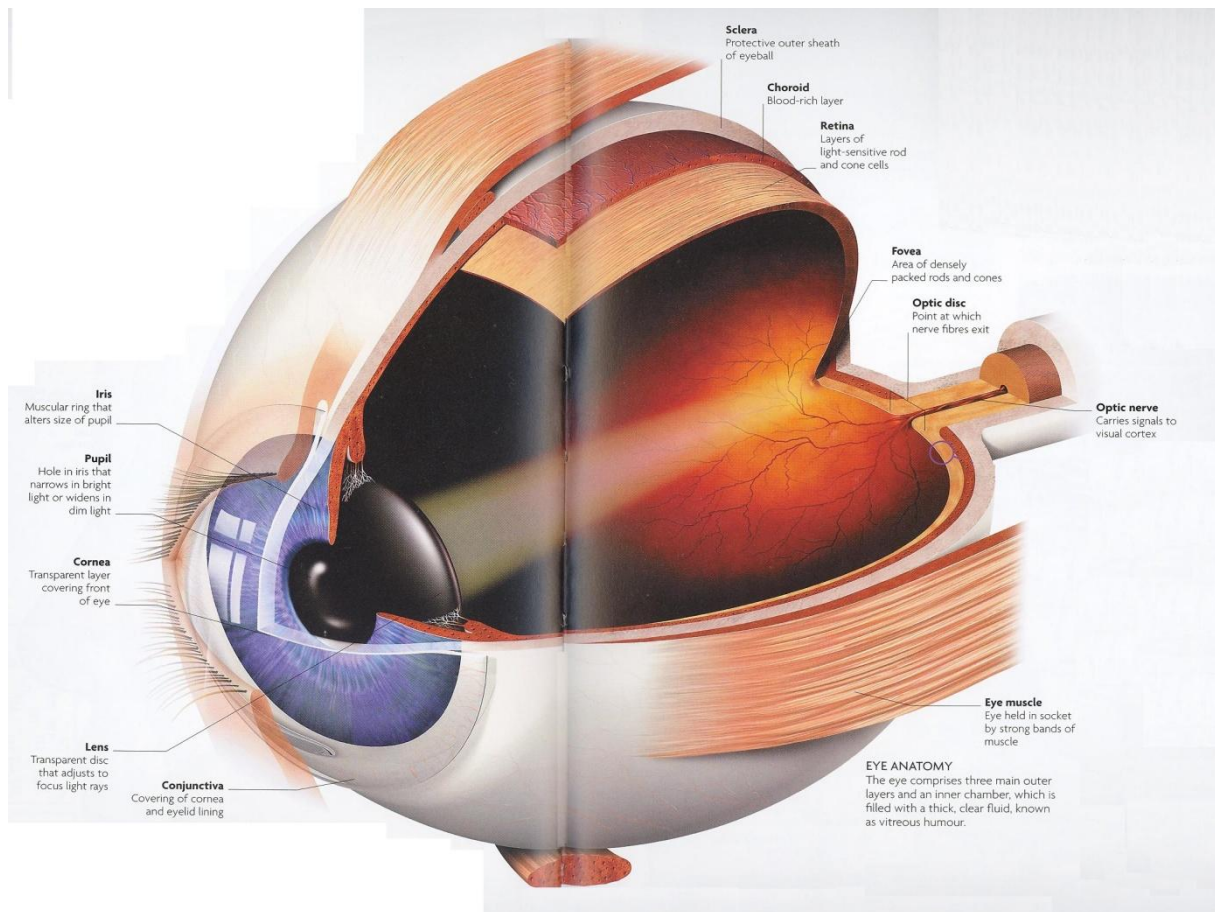
Visuele waarneming begint als de lichtgolven de cornea (cornea/hoornvlies) passeren en achteraan de oogbol de retina/netvlies treffen. In de retina vindt de **fototransductie** plaats. Dit wil zeggen dat de lichtprikkels worden omgezet in neuronale signalen. Deze bevatten fotoreceptoren (kegeltjes en staafjes).

Deze worden geprikkeld bij het ontvangen van informatie waardoor er een potentiaal verandering in de fotoreceptoren plaatsvindt.

De signalen worden door de optische zenuw( elk oog heeft er één, deze kruisen elkaar: **chiasme**) naar de hersenen gestuurd.

De signalen passeren van de oogbol door de optische zenuw ( de nervus opticus) via het chiasme opticus (waar een deel van de banen kruist) in de tractus opticus om een synaps te vormen met cellen in de **nucleus geniculatus lateralis** van de thalamus.

Als deze banen elkaar gekruisd zijn spreekt men niet meer over **nervus opticus** maar over **tractus opticus**. De informatie komt in de thalamus terecht en gaat zo naar de **primaire visuele cortex**.



Figuur 7.1. Het oog en het visuele systeem.

Fovea: blinde vlek die geen fotoreceptoren bevat. Dit is omdat het licht de retinale neuronen vrij zou kunnen bereiken. We bewegen constant met onze ogen zodat men het beeld ziet dat men wil zien, op de fovea gefocust wordt. De blinde vlek is de plaats waar de optische zenuw uit de oogbol treedt.

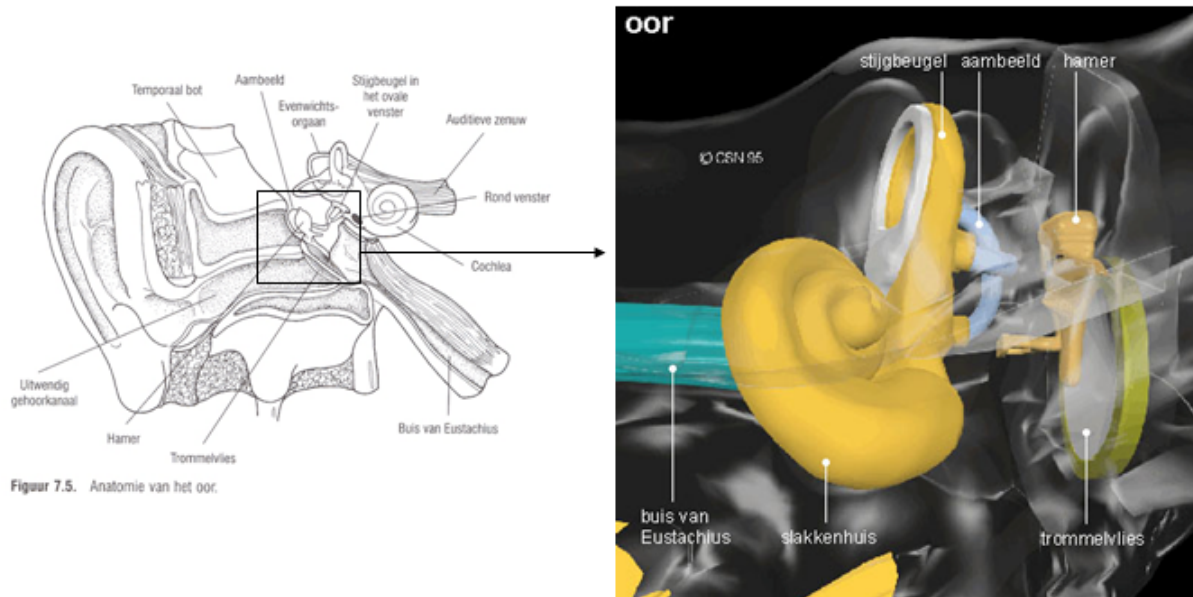
## 7.2 staafjes en kegeltjes

2 types v fotoreceptoren (reageren op licht door veranderingen in membraanpotentialen)

- Staaftjes (lichtintensiteit)
- Kegeltjes (kleuren)

Staaftjes en kegeltjes vuren geen actiepotentialen , maar reageren op licht met veranderingen in de membraanpotentialiaal. Ze zijn gevuld met een lichtabsorberend visueel pigment: **rhodopsine**.

## 7.3 horen



Door de vibratie van een object worden de omgevende luchtmoleculen in beweging gebracht. Hoorbaar geluid is een trilling met een frequentie van 16 -20000Hz. Het oor is het zintuigorgaan dat instaat voor de sensorische transductie van geluidenergie in een elektrischfysiologisch signaal dat in de hersenen verwerkt kan worden. Het oor bestaat uit een buiten, midden en binnenoor.

Buitenoor: oorschelp, uitwendige gehoorgang

Middenoor: trommelvlies, buis van eustachius (hier worden trillingen versterkt en omgezet in vloeistoftrillingen)

Binnenoor: vervolgens gaat prikkel naar cochlea (omzetting in zenuwimpulsen), met behulp van de gehoorbeentjes en gaat verder naar hersenen.

Het gehoor is verantwoordelijk voor het gevoel om de richting te verfijnen. (horen van waar geluid komt).

Sommige frequenties kunnen we horen, anderen negeren we.

Trillingen worden omgezet in membraanpotentialiaal veranderingen door luchtdrukveranderingen.

Deze worden steeds verder doorgegeven in het oor.

## 7.4 cochlea

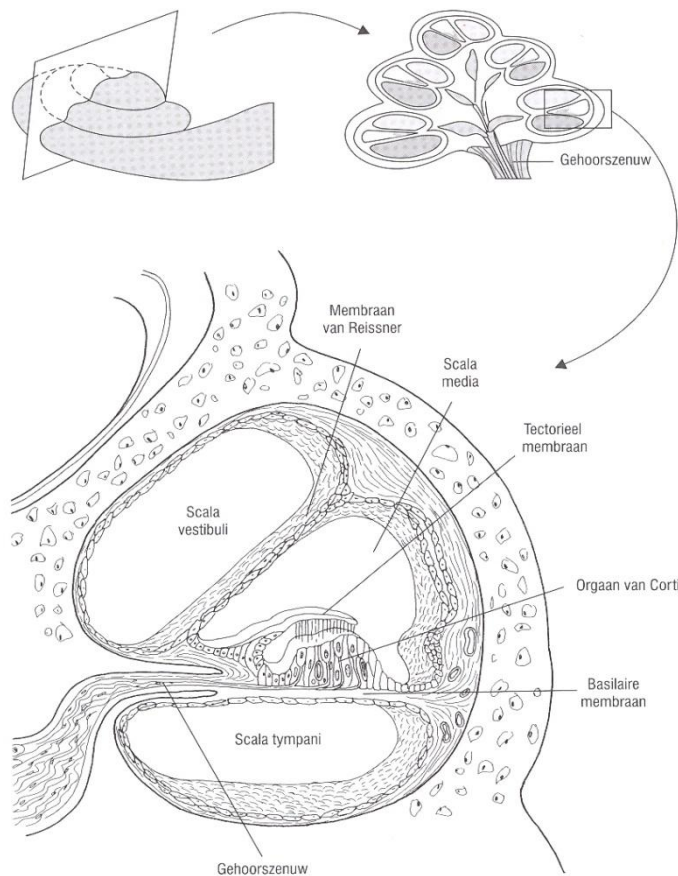
In slakkenhuis van het binnenoor worden vloeistoftrillingen omgezet in zenuwimpulsen.

3evenwichtsbuisjes (3D). Bevat vloeistof dat beweegt naarmate wij verplaatsen. Men noemt dit het **vestibulair apparaat**. Dit is geconstrueerd zodat wij ons evenwicht kunnen berekenen en het brein weet waar we ons in de ruimte bevinden.

## 7.5 Orgaan van corti

Het orgaan van corti, het eigenlijke receptororgaan van het binnenoor, ligt als een epitheellaag over de hele lengte van het basilaire membraan. Het bevat haarcellen die leiden naar de afferente zenuwvezels die de informatie via de achterste hersenzenuw naar de hersenen voert. Haarcellen bezitten een optimale gevoeligheid voor welbepaalde frequenties. Boven op de haarcellen ligt het tectoriële membraan, een relatief onbeweeglijk dekvlies dat op de haarcellen rust. Bij beweging van het basilaire membraan tov het tectoriële membraan worden de cilia omgebogen waardoor een receptorpotentialiaal wordt opgewekt.





Figuur 7.6. De cochlea.

## 7.6 vestibulair apparaat

Het evenwichtsorgaan is belangrijk voor lichaamsevenwicht, houding en perceptie van beweging. Disfunctie leidt tot misselijkheid en draaierigheid. Het bestaat uit 3 booggangen of halfcirkelvormige kanalen en twee holtes.

## 7.7 ruiken

Reuk en smaak vormen de chemische zintuigen. Geuren worden waargenomen doordat geurreceptorcellen in het neusslijmvlies neuronale signalen naar de hersenen sturen. Het reukepitheel, dat reukcellen en steuncellen bevat is het dorsale gedeelte van de neushalte. De reukcellen hebben vrije uiteinden.

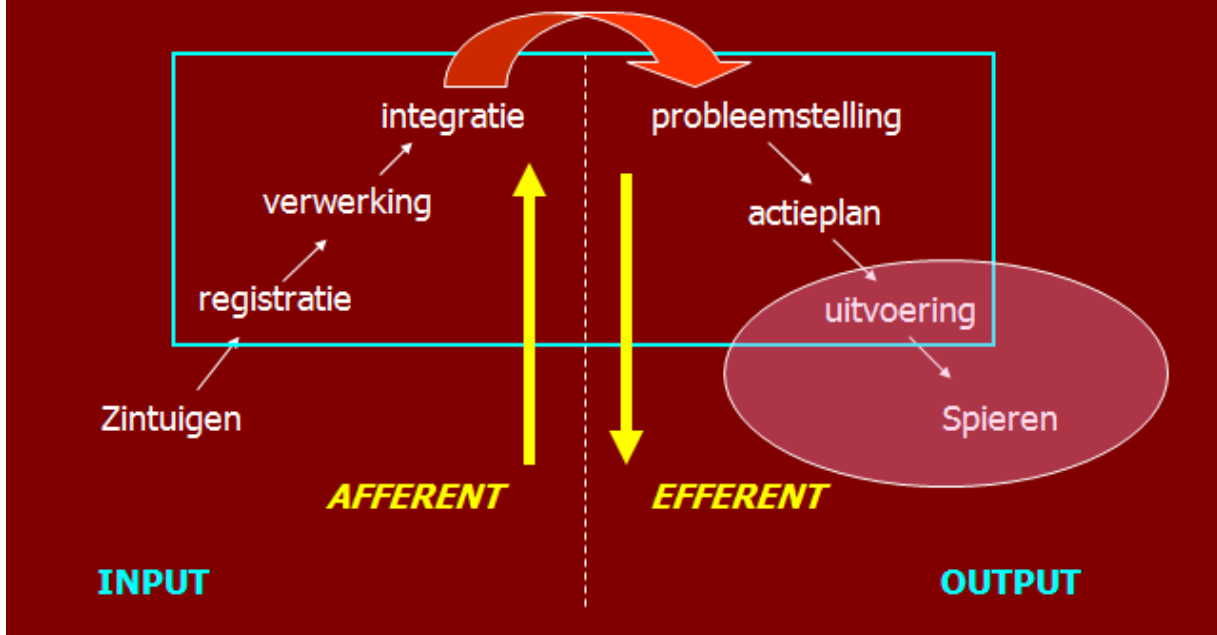
## 7.8 Proeven

Smaak is een chemische gewaarwording waarbij het speeksel opgeloste moleculen in de mondholte in contact komen met de smaakreceptoren op de tong. De smaakreceptorcellen zitten in smaakknopjes en bevinden zich in de wanden van de papillen op het tongepitheel, maar ook elders in de mondholte. Een smaakknop bestaat uit een aantal steuncellen en receptorcellen en heeft poriën. Via deze poriën bereiken chemische substanties de smaakreceptorcellen, die microvilli dragen op hun apicale uiteinde om hun contactoppervlakte te vergroten.

De smaakvezels komen samen in verschillende hersenzenuwen, die de signalen naar de hersenstam transporteren. Van daaruit worden de signalen verder geleid naar de thalamus en smaakcortex.

## Hoofdstuk 8: motorische cellen

## ● ALGEMENE WERKING VAN DE HERSENEN



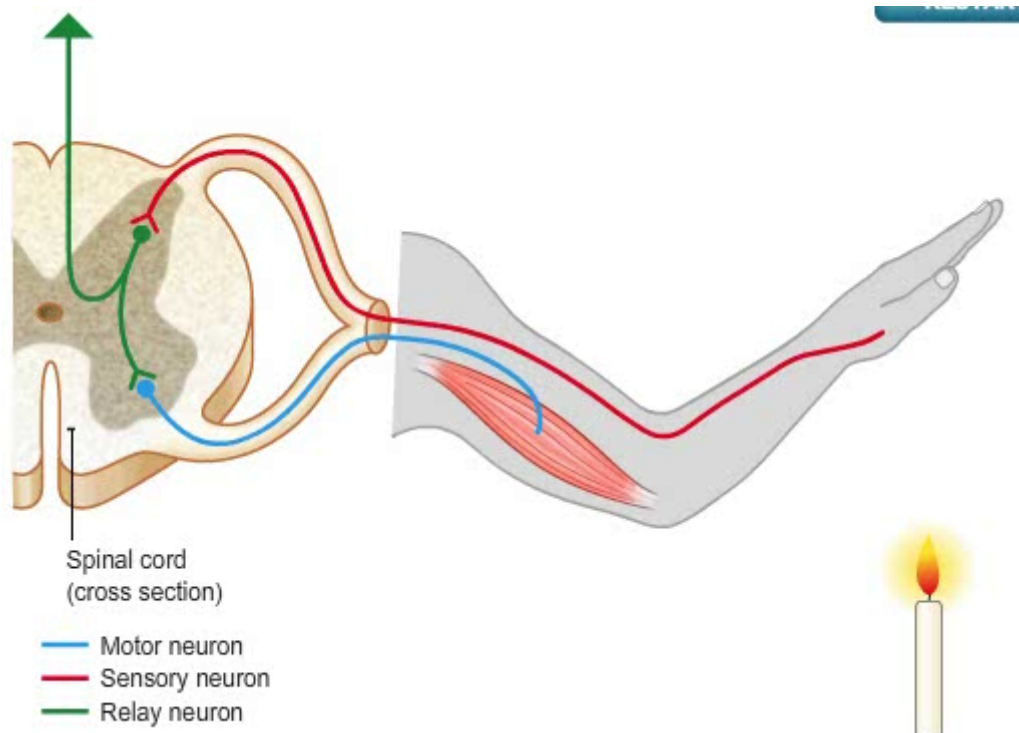
### 8.1 reflexbogen

Elke gedraging is het gevolg van gecoördineerde spierbewegingen. De aankomst en verwerking van prikkels in het CZS kunnen een respons uitlokken die bestaat uit de samentrekking van skeletspieren; Deze doelgerichte bewegingen worden in gang gezet door zenuwsignalen die via het ruggenmerg naar het PZS worden geleid.

We spreken van spinale reflexen wanneer de koppeling van sensorische input aan motorische output over het ruggenmerg loopt, terwijl andere reflexbogen eerder over de hersenstam lopen.

Reflexbogen: reflexbeweging is altijd onbewust en het gevolg van spiercontracties die door een rechtstreekse koppeling aan een zintuiglijke prikkel worden opgewekt. Dit gebeurt steeds in een boog. Snel afferente input en onmiddellijk wordt efferente terugkoppeling geactiveerd.

Je verbrandt u (somasensorische prikkel) wordt doorgegeven naar ruggenmerg, dit gaat terug naar de spieren, deze worden opnieuw geactiveerd. (1<sup>e</sup> orde systeem)



Je hebt verschillende reflexen: vb spinale reflex: reflex gaat naar spinalis ( ruggenmerg)

Hoe werkt de motoriek? Deze begint anders om. Niet meer afferent naar de hersenen. Maar we beginnen van bij de hersenen naar beneden (ruggengraat) en dan naar de spieren.

De baan kruist in ruggenmerg (medulla oblongata).

Signaal wordt opgewekt in motorische cortex, vervolgens basale ganglia, thalamus, hersenstam, kruist ter hoogte van medulla oblongata en gaat spieren activeren.

Ook de kleine hersenen spelen een rol; Via zenuwbanen staat cerebellum in verbinding met alle delen van het lichaam.

## 8.2 motorische hersengebieden en zenuwbanen

bij niet-reflexmatige, bewuste bewegingen zorgen de hersenen voor de initiatie en integratie van de spiercontracties. De impulsen voor de lichaamsbewegingen vertrekken vanuit de motorische cortex, maar ook de basale ganglia, het subcorticaal descenderende systeem en het cerebellum dragen bij tot hun gecontroleerde uitvoering. Net als de somatosensorische cortex is de motorische cortex somatotopisch georganiseerd, dwz dat specifieke plaatsen op de cortex instaan voor specifieke delen van het lichaam. Vanuit de motorische cortex vertrekt een eerste zenuwbaan, de corticospinale baan die door de hersenstam loopt om vervolgens de middellijn te kruisen en via de zijstrengen van het ruggenmerg verder te dalen. De corticobulbaire baan vormt het tweede piramidale systeem, dat vanuit de motorische cortex naar kernen in de hersenstam loopt om van daaruit het aangezicht te innervieren.



Motorische cortex

Basale ganglia

Thalamus

Corticospinale baan

