# NLT Hersenen en Leren

**Neuronen en gliacellen**

Neuronen: neuronen zijn cellen die informatie ontvangen en doorgeven aan andere cellen. Neuronen worden doorgaans ook wel zenuwcellen genoemd. Er zijn 3 soorten neuronen: sensorische neuronen, motorische neuronen & schakelcellen. Deze verschillen in bouw, ligging en functie. De vorm bepaalt het contact met andere cellen: hoe groter het aantal vertakkingen, hoe groter het aantal verbindingen met andere cellen. Wat neuronen onderscheidt van andere lichaamscellen, is de bijzondere prikkelbaarheid van hun celmembraan. Er zijn 2 soorten vertakkingen van neuronen: axonen & dendrieten. Een axon is een vertakking die een impuls van het cellichaam af naar andere neuronen of naar een spier of een klier leidt.

Een axon is vaak omgeven door een myelineschede als isolerende laag. Deze myelineschede laag zorgt voor betere geleiding. Veel met myeline omgeven axonen bij elkaar geven een witte kleur. Het einde van het axon heeft veel vertakkingen met verdikkingen: de zogenaamde presynaptische eindplaatjes. Hier worden de neurotransmitters afgestaan, die via de synaps de volgende neuron kunnen beïnvloeden.

Een dendriet is een boomvormig vertakte vezel die naar het uiteinde toe steeds dunner wordt. Dendrieten geleiden informatie naar het cellichaam toe. Hun oppervlak is met speciale receptoren bekleed om informatie van andere neuronen of zintuigcellen te ontvangen. Dendrieten zijn soms ook met myeline omgeven.

Gliacellen: gliacellen geleiden geen impulsen maar geven wel stoffen door aan andere zenuwcellen. Er kunnen verschillende gliacellen onderscheiden worden:

Astrocyten hebben een stervorm. Ze liggen rondom haarvaartjes in de hersenen en vormen deel van de bloed-hersen barrière. Ze verwijderen ook sommige neurotransmitters in synapsen en ze spelen een rol in de embryonale ontwikkeling van het centrale zenuwstelsel door vorming van geleidende uitlopers waarlangs neuronen kunne groeien.

Oligodendrocyten vormen in de hersenen en het ruggenmerg de isolerende myelineschede om de axonen.

Schwanncellen doen het zelfde als oligodendrocyten, alleen dan in het perifere zenuwstelsel. De Schwanncel voedt het neuron waar hij zich omheen heeft gewikkeld.

**De bloed-hersen barrière**

De wand van alles bloedvaten zijn opgebouwd uit cellen die dicht tegen elkaar liggen, met op sommige plekken een opening om voedingsstoffen/bacteriën/virussen door te laten. Bij hersenbloedvaten zijn deze opening zo klein dat alleen water, zuurstof en koolstofdioxide er vrij doorheen kunnen. Om de hersenen toch van genoeg energie te voorzien, is er een speciaal systeem om glucose, aminozuren, thiamine en andere vitamines en hormonen d.m.v. actief transport toch de barrière door te krijgen. Dit vergt veel energie. Dit is heel nuttig, omdat er op deze manier geen schadelijke stoffen en virussen/bacteriën de hersenen in kunnen komen. Stoffen als caffeïne en alcohol blijken wél door de barrière heen te kunnen.

**Het zenuwstelsel**

Het zenuwstelsel wordt verdeeld in het centrale zenuwstelsel en het perifere zenuwstelsel.

Het centrale zenuwstelsel bestaat uit de hersenen en het ruggenmerg. De hersenen wordt omgeven door de schedel en het ruggenmerg loopt door de wervelkolom. Het hele centrale zenuwstelsel wordt dus beschermd door een harde botstructuur.

Het perifere zenuwstelsel bestaat uit zenuwen die het centrale zenuwstelsel met de organen verbinden. De zenuwen brengen informatie van de weefsels naar het centrale zenuwstelsel, en geven opdrachten van het centrale zenuwstelsel door aan de organen.

Op grond van functie onderscheiden we het animale zenuwstelsel en het autonome zenuwstelsel.

Het animale zenuwstelsel is betrokken bij de handelingen van het organisme die bewust worden uitgevoerd, zoals lopen of het oppakken van een pen. je hersenen geven deze opdracht aan de motorische zenuwcellen die deze op hun beurt weer doorgeven aan de spieren in hand en arm waardoor de spieren samentrekken. Deze spieractiviteit komt dus tot stand doordat jij dat wilt.

Het autonome zenuwstelsel functioneert zelfstandig. Het houdt de onbewuste functies zoals de ademhaling en spijsvertering in stand en zorgt voor een constant inwendig milieu. Het werkt hierbij nauw samen met het hormoonstelsel.de centra van het autonome zenuwstelsel liggen in de hypothalamus, de hersenstam en het lymbisch systeem. Het autonome zenuwstelsel is weer onder te verdelen in het orthosympathische en het parasympathische zenuwstelsel.

Het orthosympathische zenuwstelsel stimuleert processen die het lichaam in actieve toestand brengen, zo nemen bijvoorbeeld de hartslag- en ademfrequentie toe, maar neemt de spijsvertering daarentegen af om de stofwisseling in de spieren te bevorderen. Het orthosympathische zenuwstelsel brengt impulsen via het ruggenmerg naar de grensstrengen en vervolgens naar de organen.

Het parasympathische zenuwstelsel stimuleert processen die het lichaam in een staat van rust brengen. Bijvoorbeeld de frequentie van hartslag en ademhaling neemt af. De vertering wordt juist weer gestimuleerd. Bij het parasympathische zenuwstelsel vindt de impulsgeleiding plaats via de nervus vagus naar organen als ogen, longen en maag, en via de bekkenzenuw vanuit het ruggenmerg naar de urineblaas en de geslachtsorganen.

**Impulsopwekking en geleiding**

de rustpotentiaal wordt gehandhaaft door de volgende factoren:

* De Na/K-pomp. Deze pompt voortdurend Na+-ionen de cel uit en K+-ionen de cel in, zodat in het inwendige van de cel de kaliumconcentratie veel hoger is en de natriumconcentratie veel lager dan erbuiten. De energie wordt geleverd door ATP.
* De membraanpermeabiliteit. Via ion-kanaaltjes in het celmembraan kunnen de Na-ionen terug naar binnen en de K-ionen terug naar buiten diffunderen, maar de doorlaatbaarheid van de K-kanaaltjes is in rust veel groter dan die van Na-kanaaltjes, zodat er netto veel minder positieve ionen naar binnen dan naar buiten diffunderen.
* De verdeling van deze en andere geladen deeltjes aan beide zijden van het celmembraan veroorzaakt een negatieve spanning aan de binnenkant ten opzichte van de buitenkant. Er heerst een spanning, de rustpotentiaal. De rustpotentiaal van zenuwcellen is ongeveer -70 mV. Door deze potentiaal is de cel prikkelbaar. Alle cellen in je lichaam hebben een rustpotentiaal, maar alleen de zenuw- en spiercellen blijkt de ion-permeabiliteit van hun membraan na een prikkel sterk te veranderen: de actiepotentiaal.

**Het verloop van een actiepotentiaal**

Het begint bij een rustpotentiaal. Dan ontvangt het celmembraan een prikkel. Hierdoor stijgt de membraanpermeabiliteit en stromen er veel Na+-ionen naar binnen. Hierdoor wordt de binnenkant van het membraan minder negatief en stijgt de membraanpotentiaal die eerst -70 mV was.

Als de prikkel sterk genoeg is kan de potentiaal de drempelwaarde van -50 mV overschrijden. Wordt deze drempelwaarde bereikt, dan gaan alle natriumkanaaltjes open en stroomt de grote overmaat natrium-ionen van buiten naar binnen. Hierdoor bereikt de membraanpotentiaal zelfs tijdelijk een positieve waarde tot ongeveer +30 mV, een tijdelijke omkering van de lading ten opzichte van het plasmamembraan. De potentiaal daalt daarna wel weer snel, want de kaliumkanaaltjes reageren hierop en gaan open. Er is hierbij een vertraging van een milliseconde. Door het opengaan van de kaliumkanaaltjes stromen de kalium-ionen naar buiten. Hierdoor wordt de negatieve lading van de inhoud van de cel ten opzichte van de buitenkant hersteld: repolarisatie.

De membraanpotentiaal dalen tijdelijk zelfs tot iets onder de rustpotentiaal, tot -80 mV. dit wordt hyperpolarisatie genoemd. Nu begint de herstelfase: de Na/K-pomp zorgt voor terugkeer naar de normale concentratie van natrium- en kalium-ionen in de cel.

**Geleiding over de synaps**

Als de actiepotentiaal bij de synaps aankomt zorgt deze ervoor dat de calciumkanaaltjes open gaan, waardoor er calcium naar binnen stroomt. Door deze toestroom is er een tijdelijke depolarisatie. Hierdoor bewegen blaasjes met neurotransmitters naar het membraan en versmelten er mee en breken erdoorheen, openen zich en storten hun inhoud uit in de synaptische spleet. De neurotransmitters binden aan de receptoren aan de overkant van de spleet, het postsynaptisch membraan. Wat er daarna gebeurt op het postsynaptisch membraan, is afhankelijk van de neurotransmitter.

Nadat dit is gebeurd worden transportmoleculen geactiveerd om natrium-ionen de cel in te laten. De binnenkant van de cel wordt hierdoor minder negatief geladen; de membraanpotentiaal stijgt, het membraan wordt enigszins gedepolariseerd. Er ontstaat een EPSP (= Excitatoire PostSynaptische Potentiaal). Deze EPSP is een aantal millivolts sterk. Eén actiepotentiaal veroorzaakt op deze wijze één EPSP. Een aantal EPSP’s samen kunnen de drempel overschrijden, één EPSP alleen is niet genoeg.

Als de neurotransmitter zich bindt aan remmende receptoren, worden deze hierdoor geactiveerd om negatieve chloor-ionen de cel in te laten. Hierdoor wordt het membraan juist negatiever geladen in plaats van positiever. Dit wordt een IPSP (= Inhiberende PostSynaptische Potentiaal) genoemd.

**Indeling van de hersenen**

* Frontaalkwab
  + Grootste van de 4
  + Hier bevindt zich het menselijk bewustzijn
  + Hier is ook de primaire motorische cortex, van waaruit bewegingen worden aangestuurd.
  + Voor de primaire motorische cortex ligt de premotorische cortex, ook wel secundaire motorische cortex genoemd. Deze is vooral actief bij het voorbereiden van een beweging. Hier komt informatie binnen over het lichaamsdeel dat bewogen moet worden. Ook ontvangt deze informatie over de houding waarin je verkeert.
  + In de frontale cortex ligt ook opgeslagen hoe bewegingen die je reeds hebt geleerd, uitgevoerd moeten worden, zoals lopen, fietsen, schrijven, zwemmen, etc., handelingen waarbij veel verschillende spieren gecoördineerd moeten samenwerken.
  + in de linkerhelft van de frontaalkwab ligt ook het gebied van Broca. Dit zorgt ervoor dat wat we zeggen goed verstaanbaar is.
* Occipitaalkwab
  + De kleinste hersenkwab.
  + Deze is vooral betrokken bij het zien. Hier liggen dus ook het primaire - en secundaire visuele centrum.
  + Het primaire visuele centrum registreert wat je op een bepaald moment ziet.
  + Het secundaire visuele centrum zorgt ervoor dat je herkent wat je eerder hebt gezien. Bijvoorbeeld: je primaire visuele centrum registreert een spons. Je secundaire visuele centrum weet dan dat je hiermee een raam kan schoonmaken.
* Pariëtaalkwab (wandbeenkwab)
  + aan de voorkant van de pariëtaalkwab, vlak achter de groeve, ligt de primaire sensorische cortex. Hier vindt de gewaarwording plaats van gevoelsprikkels (bv. Druk, tast, pijn, warmte, kou, spierspanning). Elke deel van het lichaam heeft zijn eigen plaats op de sensorische schors.
  + De pariëtaalkwab is ook betrokken bij aandacht, ruimtelijk inzicht, lezen en rekenen.
* Temporaalkwab
  + Hier bevindt zich het primaire gehoorcentrum, waar impulsen komend vanuit de oren worden verwerkt.
  + Ernaast ligt het auditief associatiegebied, een databank van het auditief geheugen.
  + In de temporaalkwab bevindt zich ook het gebied van Wernicke, wat vooral belangrijk is voor het begrip van taal.
  + In een van de onderste plooien van de temporaalkwab ligt de fusiforme gyrus. Deze lijkt betrokken te zijn bij het verwerken van ingewikkelde visuele informatie, zoals het herkennen van gezichten.
* Cerebellum (kleine hersenen)
  + Bestaat uit de medulla, de pons en de middenhersenen.
* Medulla
  + Controleert een aantal levensbelangrijke functies zoals ademhaling en hartslag.
  + Regelt reflexen als hoesten en slikken.
  + Hier kruisen de zenuwbanen van de rechterhersenhelft met die van de linkerhersenhelft.
* Pons
  + Verbindt grote hersenen met kleine hersenen.
* Middenhersenen
  + Zijn betrokken bij de regulatie van zintuigelijke en motorische functies als de oogbeweging.
  + Coördineert visuele en auditieve reflexen.
  + Hier bevinden zich de basale ganglia die om de thalamus gelegen zijn. De basale ganglia zijn zenuwknopen die betrokken zijn bij het op elkaar afstemmen van bewegingsimpulsen. Ook het onthouden van wat er moet gebeuren voor een doelgerichte beweging vindt in de basale ganglia plaats.
* limbisch systeem
  + bestaat uit de bulbus olfactorius, de thalamus, de hypothalamus, de hippocampus en de amygdala.
  + Belangrijk voor motivatie en emoties als angst en agressie. Functioneert buiten de wil om.
* Thalamus
  + De thalamus bestaat uit 2 helften, ieder gelegen tegen de onderkant van de beide helften van de grote hersenen.
  + Via de thalamus gaat alle informatie van de zintuigen naar de primaire sensorische cortex in de pariëtaalkwab.
  + De thalamus selecteert belangrijke van minder belangrijke prikkels (met uitzondering van prikkels die vanuit het reukzintuig komen).
  + Is betrokken bij de handhaving van emoties en het bewustzijn.
* Hypothalamus
  + Ligt onder de thalamus.
  + De hypothalamus is het regelcentrum voor het handhaven van een constant inwendig milieu (homeostase).
  + De hypothalamus stuurt het autonome zenuwstelsel aan.
* Bulbus olfactorius
  + Zijn er 2 van.
  + Geven impulsen door vanuit de reukzintuigcellen aan de hersencortex maar ook aan de hypothalamus en de amygdala.
* Hippocampus
  + Zijn er 2 van.
  + Spelen een belangijker rol bij het opslaan van informatie in het geheugen en bij ruimtelijke oriëntatie.
* Amygdala (amandelkernen)
  + Het gebied waar reuk binnenkomt in de hersenen heeft een directe verbinding met de amygdala.
  + De amygdala legt verbanden tussen informatie van verschillende zintuigen en koppelt deze aan emoties.
* Gebied van Wernicke
  + Betrokken bij het begrijpen van taal.
* Fusiforme gyrus
  + Betrokken bij het verwerken van ingewikkelde visuele informatie, zoals gezichten.
* Gebied van Broca
  + Zorgt ervoor dat wat je zegt, verstaanbare taal is.
* Corpus callosum
  + Verbindt de 2 grote hersenhelften.

**Metingen van de elektrische activiteit in de hersenen**

De elektrische stroompjes in je hersenen kunnen worden gemeten d.m.v. een electro-encephalogram (EEG). Er worden elektroden op de hoofdhuid geplaatst. Elke elektrode geeft iets weer over de elektrische activiteit van het hersengebied dat er onder zit. Deze techniek registreert zogenaamde massapotentialen. Dit is de opgetelde activiteit van een heleboel zenuwcellen.

* CT-scan
  + Maakt gebruik van röntgenstraling.
  + Geeft een 3D beeld
  + Er worden vanuit vele hoeken scans gemaakt. Deze worden gecombineerd waardoor een 3D beeld ontstaat.
* PET-scan
  + Er wordt een molecuul met een radioactief atoom in je lichaam gespoten die straling afgeeft als deze vervalt. Het straalt 2 fotonen in tegengestelde richting uit. Deze worden opgevangen door 2 detectoren. Er is een rechte lijn. Je kunt zo de plaats bepalen van het molecuul met de radioactieve atoom. Meestal wordt hiervoor 18F- fluordesoxyglucose gebruikt.
* MRI-scan
  + Maakt gebruik van magnetische resonantie. Je lichaam wordt in een magneetveld dat tien keer zo sterk is als het aardmagneetveld gelegd. De H-atomen gaan zich als kleine magneetjes gedragen en gaan zich richten naar het magneetveld. Als deze atomen vervolgens terug floepen zenden ze weer radiogolven uit. Die golven vertellen waar watermoleculen zitten.
* fMRI-scan
  + Dit is een nadere uitwerking van de MRI.
  + Hiermee de gebieden waar het meeste zuurstof wordt gebruikt zichtbaar gemaakt.