CVI

Visuele informatie verwerking

Meindert Jan de Vries **UZ Brussel**



Universitair Ziekenhuis Brussel

1

Hand-out

CVI en visuele informatie verwerking

CVI cerebral visual impairment

Geen diagnose

verwarring

OVI ocular visual impairment

Probleem met zien ←→ probleem oog

wat is oogprobleem?

- Cataract
- Diabetische retinopathie
- Macula degeneratie

behandeling: duidelijk voor oogarts

CVI cerebral visual impairment

Problemen met zien ←→ probleem hersenen

welk hersenenprobleem ?

De term CVI, cerebral visual impairment of cortical visual impairment, is verwarrend. Hoewel het in de praktijk gebruikt wordt met de suggestie dat het gaat om een diagnose ("deze patiënt heeft CVI "), is het naar mijn idee geen diagnose. In de inleiding van deze interactieve cursus zijn een aantal definities genoemd. Bij CVI gaat het om problemen van het zien en/of problemen met het verrichten van taken waarvoor visuele informatie verwerking noodzakelijk is, ten gevolge van een probleem in de hersenen. De verwarring die in de klinische praktijk ontstaat, kan goed worden geïllustreerd als we als tegenhanger van CVI de term OVI introduceren. OVI, ocular visual impairement, veronderstelt problemen met het zien ten gevolge van een probleem in het oog . Het eerste wat de oogarts zich dan afvraagt: wat is er dan met het oog aan de hand? Heeft de patiënt cataract, diabetische retinopathie of een macula degeneratie? Is het duidelijk waardoor iemand een OVI heeft (volgens mij spreek je dan pas over een diagnose) dan weet de oogarts te handelen.

Bij CVI gaat het om problemen met het zien ten gevolge van een probleem in de hersenen, en de eerste vraag die de oogarts zich dan zou moeten stellen: welk probleem is er?

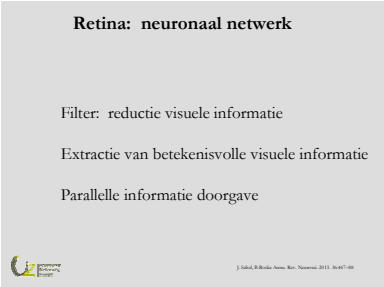
Mogelijke oorzaken van CVI staan in onderstaande dia

- aanleg- en ontwikkelingsstoornissen van de hersenen
- ontstekingen (meningitis, encephalitis)
- infantiele encephalopathie
  - * pre- en perinatale problemen
  - * post-natale asfyxie (bv verdrinking, bijna- wiegendood)
- trauma
- stofwisselingsstoornissen
- degeneratieve aandoeningen
- epilepsie (syndroom van west)
- hydrocephalus
- intracerebrale bloedingen, infarcten (CVA)
- tumoren

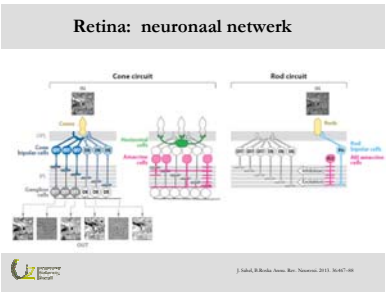
behandeling CVI: onduidelijk voor oogarts

Is duidelijk wat er aan de hand is en waardoor iemand een CVI heeft, dan is het voor de oogarts vaak niet helder hoe moet worden gehandeld. We hopen u met deze ICC hiervoor wat handvatten te geven. Om de problemen van een patiënt met CVI beter te begrijpen zal ik iets vertellen over de

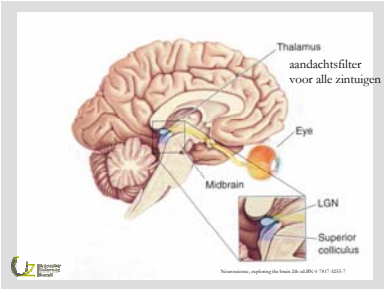
verwerking van de visuele informatie door het neuronale deel van ons visuele systeem.



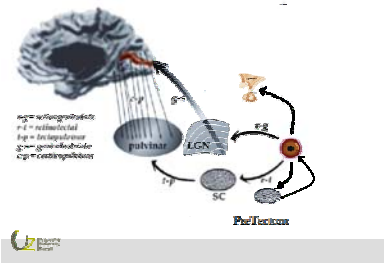
Dit proces begint bij de retina. Deze filtert en "weegt" de informatie. Dat wat belangrijk is voor het individu om waar te nemen in de visuele scène waar het naar kijkt, wordt versterkt, dat wat minder belangrijk is wordt verzwakt. Er vindt een reductie van visuele informatie plaats en een extractie en versterking van betekenisvolle informatie. Een illustratie hiervan vinden we terug in de experimenten van B. Roska en F. Werbling. Het eindpunt van de retinale informatieverwerking is de retinale ganglion cel. Verschillende groepen ganglion cellen zijn gevoeling voor verschillende betekenisvolle aspecten van de visuele scène. De onderzoekers hebben ratten laten kijken naar lichtflitsen en met electroden gemeten wat de electrische activiteit is op het niveau van die verschillende groepen van retinale ganglion cellen. Deze informatie hebben ze ingevoerd een computer die een artificiële retinale chip simuleert. Dit systeem transformeert deze data in patronen die lijken op de patronen die door de retinale ganglion cellen worden gegenereerd. Vervolgens hebben ze deze artificiële retinale chip laten kijken naar een visuele scène, in dit geval het hoofd van een sprekende man. Hierdoor ontstonden computer gegenereerde beelden passend bij verschillende groepen ganglion cellen. Één groep was bijvoorbeeld gevoelig voor de rand van de figuur, een ander reproduceerde de schaduwen, en een volgende groep was gevoelig voor hoge licht intensiteiten. Als we al deze beelden samen voegen zien we duidelijk het beeld van een sprekende man. De animatie wordt tijdens de presentatie getoond ter illustratie van de prestaties van de retina bij het betekenisvol verwerken van visuele informatie.







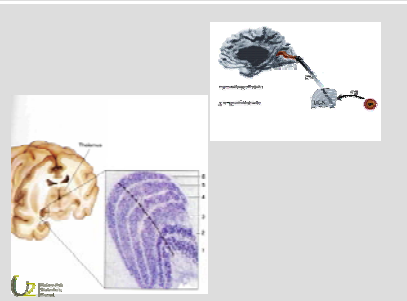
Het grootse gedeelte van de axonen van de ganglion cellen van de retina projecteren naar het middenbrein, specifieker naar de thalamus. De thalamus is een belangrijk filter voor de informatie van alle zintuigen, een "aandachts" filter.

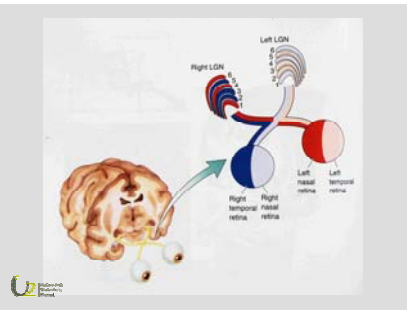


We kennen de volgende projecties:
- Retina naar superior colliculus via de pulvinar van de thalamus naar corticaal RTS (retinotectaal systeem)
- Retina naar corpus geniculatum laterale naar de primaire visuele cortex RGSS (het retinogeniculostriaat systeem)
- Retina naar hypofyse, o.a. voor de regeling van bioritmen en dag-nacht ritme
- Retina naar het pretectum en terug naar het oog voor o.a. de pupil reacties

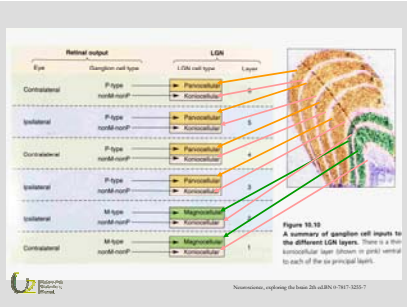


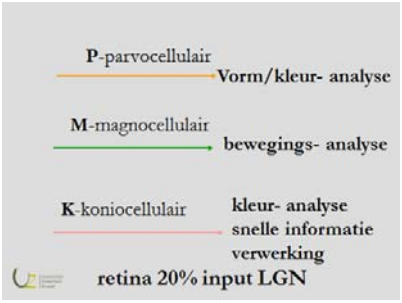
Het retinotectaal systeem RTS is fylogenetisch het oudst. Ongeveer 10% van de axonen van de ganglion cellen projecteert via deze weg. Stimulering van het RTS leidt niet tot een bewuste gewaarwording. Het reguleert via de herstam de oog en hoofd bewegingen en stuurt als zodanig het reflexmatig visueel gedrag dat ontstaat als iets nieuw in het beeld verschijnt. Een hypothese is, dat het kijkgedrag van een neonaat voornamelijk bepaald wordt door activiteit van het RTS. De eigenschap van het RTS zou het zien ten behoeve van de globale oriëntatie in de ruimte zijn, gericht op reflexmatige actie. Iedere ouder die het kijkgedrag van haar/zijn baby goed observeert zal dit waarschijnlijk wel herkennen. In de eerste levensmaanden begint het RGSS zich te ontwikkelen en een visueel geheugen op te bouwen en is toenemend in staat overwicht te vormen boven het RTS. De waarneming krijgt langzamerhand een bewuster karakter en zal meer door de behoeftes van het kind worden gestuurd. Sommige kinderen hebben dermate ernstige beschadigingen aan hun hersenen, dat zij niet of nauwelijks meer dan kijkgedrag resulterend uit de activiteit van het RTS kunnen vertonen. Het is belangrijk dit te herkennen en deze informatie aan de ouders en de omgeving van het kind te geven.





Het eerste schakelstation in het RGGS is de LGN. De uit zes lagen bestaande opbouw reflecteert de verschillende projecties van retinahelften en de het visuele veld. Kijken we specifiek naar de origine van de synapterende axonen van de ganglioncellen dan kunnen we drie typen cellijnen onderscheiden; parvo-celullair, magno-cellulaire en konio-cellulair.

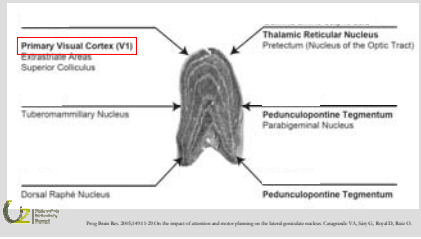




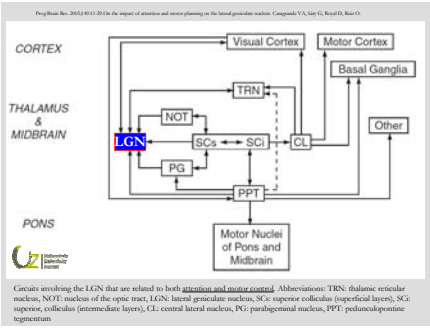
Globaal kun je zeggen dat het parvo-celullaire pad betrokken is bij de analyse van vorm en kleur, het magno-cellulaire pad bij de analyse van bewegingen het konio-cellulaire pad bij de analyse van kleur en snelle informatiestroom naar de cortex. Het meest opvallende is echter dat maar 20% van de input van het LGN komt uit de axonen van de ganglion cellen van de retina

80% input LGN non-retinaal

80% visuele cortex



Ongeveer 80% van de vezels die op het LGN projecteren komen van andere gebieden uit het middenbrein (voor de oogarts onbekende kernen). Maar de meeste vezels komen vooral uit de primaire visuele cortex (en een klein deel extrastriaat). Die bijdrage wordt op 80% van de extraretinale projecterende vezels geschat.



Circuits involving the LGN that are related to both attention and motor control. Abbreviations: TRN: thalamic reticular nucleus, NOT: nucleus of the optic tract, LGN: lateral geniculate nucleus, SCs: superior colliculus (superficial layers), SCi: superior, colliculus (intermediate layers), CL: central lateral nucleus, PG: parabigeminal nucleus, PPT: pedunculopontine tegmentum

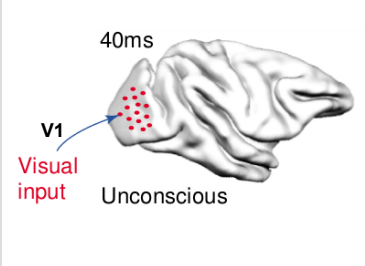
Er zijn veel verbindingen uit de verschillende corticale en subcorticale gebieden met het LGN die betrokken zijn bij de regulering van aandacht en bij plannen van visuomotore actie (saccades, oogpositie, oogbewegingen)

non-retinale input LGN

- **Moduleren LGN response**
- **Input hersenstamkernen betrokken bij- Aandacht Alertheid**
  - plannen visuo motorische actie
- **relatie amygdala/limbisch systeem**

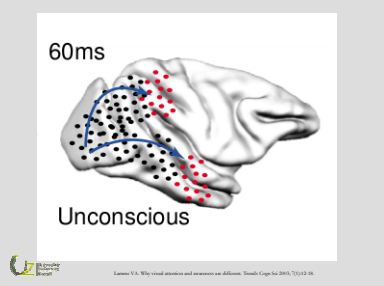
"Gevoel" beinvloedt wat we zien

Het is belangrijk om te beseffen, dat al op het niveau van dit eerste schakelstation na de retina er modulatie van de visuele informatie kan plaatsvinden, waarbij onze aandacht en mate van alertheid bepaalt wat we wel en niet door de hogere visuele centra zal worden verwerkt. Gezien de nauwe relatie van de genoemde kernen met het limbisch systeem en de amygdala heeft onze gemoedstoestand invloed op wat we zien. Het zal duidelijk zijn dat, als door welke oorzaak dan ook in dit gebied van de hersenen schade optreedt zichtbaar of soms niet zichtbaar op de MRI, er soms grote problemen kunnen ontstaan met het richten van de aandacht op de verschillende aspecten van de visuele scène, maar ook bij het juist filteren van de visuele informatie.

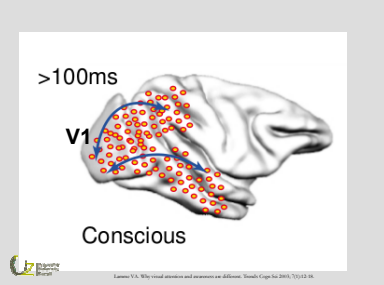


Lamme VA. Why visual attention and awareness are different. Trends Cogn Sci 2003; 7(1):12-18.

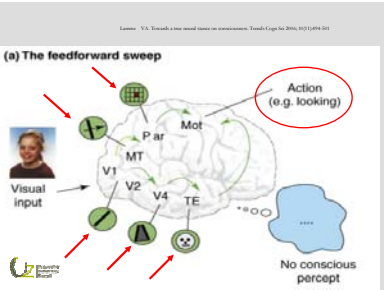
Vanaf het oog via de LGN komt de visuele informatie na ongeveer 40 ms aan in V1 de primaire visuele cortex.

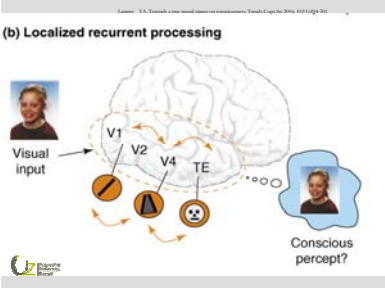


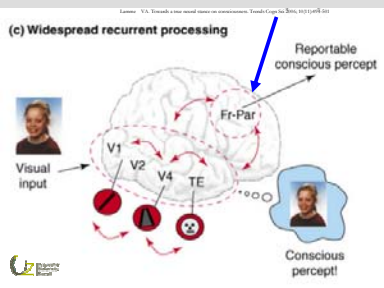
De visuele informatie wordt dan snel (± 60 ms) naar de extrastriate gebieden, naar de pariëtale en temporale cortex gestuurd. Deze "feedforward sweep" van informatie verwerking is onbewust.

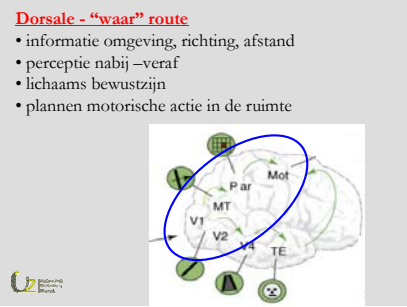


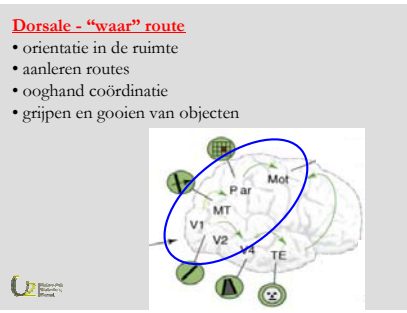
Na ongeveer 100 ms gaan de vroege visuele gebieden (V1 en extra striaat) en de hogere gebieden wat wordt genoemd "recurrent interactions" aan. Deze "recurrent processing" leidt tot een bewuste visuele waarneming.
Dit betekent dat als een we naar iets kijken deze informatie met een enorme snelheid door middel van die "feed forward" verbindingen door de opeenvolgende niveaus van de visuele cortex wordt verwerkt. Elk niveau neemt ±10 ms tijd in beslag. Dus na ongeveer 100–150 ms "weet" ons hele brein van het bestaan van het nieuwe beeld op onze retina. Mogelijke motorische responsies worden voorbereid. In deze vroege fase vertonen verschillende groepen neuronen in het brein hun specifieke gevoeligheden voor aspecten van het visuele beeld; selectiviteit voor beweging, diepte, kleur, of vorm. Zelfs bestaan er neuronen die specifiek gevoelig zijn voor het waarnemen van gezichten. Deze "feed forward sweep"maakt het mogelijk om snel informatie te extraheren betreffende complexe en betekenisvolle eigenschappen van de visuele scène. En hiermee worden ook mogelijke motorische responsies in reactie op de inkomende informatie geactiveerd. We zijn ons dan nog niet bewust van deze informatie, maar kunnen wel (adequaat) handelen op die informatie. Een voorbeeld. Toen mijn zoon David 3 jaar oud was stond ik met hem op de roltrap. Op de een of andere manier verloor hij zijn evenwicht en viel naar achteren. Nog voordat ik mij bewust was had ik hem vastgepakt en hem behoed voor een val van de roltrap op de stenen. Geen hersenschade met CVI, wel een vader die boven aan de roltrap met trillende knieën zich bewust werd van het scenario dat zich zojuist had afgespeeld. Een adequate onbewuste motorische reactie gereguleerd vanuit mijn brein in de fase van de "feed forward sweep".
De "recurrent processing"of "terug rapportage" maakt informatie uitwisseling tussen hogere en lagere gebieden, maar ook binnen de verschillende gebieden, mogelijk door middel van horizontale en "feedback" verbindingen. We weten echter pas zeker of iemand een bewuste waarneming van de visuele informatie heeft als deze persoon ons dit verteld.

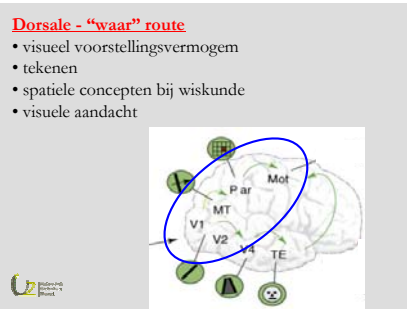


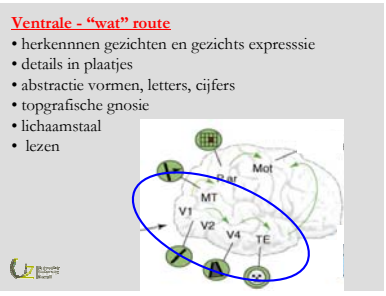










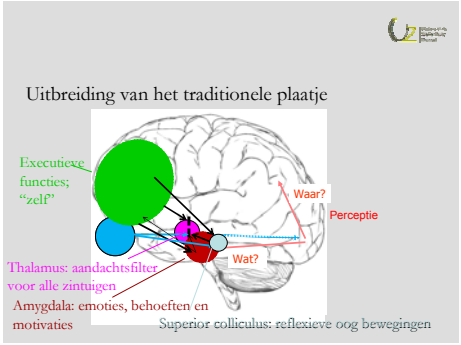


We kennen twee belangrijke routes van verwerking van visuele informatie, die elk naar een specifiek aspect van de visuele scène kijken en een specifieke betekenis hebben voor onze activiteiten, de dorsale "waar" route en de ventrale "wat" route.

De dorsale "waar" route (DR, dorasle route) projecteert in het gebied van de (pre)motorische cortex waar ook centra zijn gelokaliseerd voor de integratie van zintuiglijk informatie (visueel, auditief, proprioceptief, geur) met de motoriek. Het DR systeem is verantwoordelijk voor de verwerking van de samenhangende informatie uit het totale waargenomen beeld en heeft de functie om in samenwerking met de frontaal kwab de aandacht te richten naar de interessante delen uit dat totale beeld, opdat motorische acties kunnen volgen. Een veel voorkomende oorzaak van schade aan het DR systeem bij kinderen is periventriclaire leucomalacie ten gevolge van ischemische hypoxie ontstaan in utero of bij prematuur geborenen. Het vinden van een speelgoedje tussen ander speelgoed of op een vloerkleed of bedsprei met een druk patroon is soms vrijwel onmogelijk. Deze kinderen zijn niet goed in staat dingen in de verte te zien, want hoe groter de afstand, hoe complexer het visuele beeld. Zelfs heel specifiek herkenbare objecten, als een tractor aan de andere kant van de weg, worden niet waargenomen. Hoe meer informatie het visuele beeld bevat, hoe minder ervan wordt gezien. Hoe kleiner de tekst wordt (meer woorden in het visuele veld) hoe moeilijker die te lezen is, ondanks een goede waarneming van de afzonderlijke letters van deze tekst. Dit heet crowding. De behandeling is bij deze kinderen er dan ook op gericht om de hoeveelheid binnenkomende visuele informatie te beperken door ze in een visueel rustige omgeving te plaatsen.

Binnen de ventrale "wat" route (VR ventrale route) zijn tenminste minimaal drie afzonderlijke regio's beschreven met ieder een voorkeur voor reactie op specifieke visuele stimuli (gezichten, visuele bakens of herkenningspunten en lichamen). Schade, malformatie en disfunctie (bv door epilepsie) van de temporaal kwab kan leiden tot een gestoorde gezichtsherkenning. Kinderen herkennen hun ouders niet als ze geen auditieve cue krijgen (stem, voetstap) of als ze deze niet kunnen ruiken. Vreemden worden begroet als bekenden. Omdat deze kinderen soms niet in staat zijn om de taal die via gezichtsexpressie wordt overgedragen te begrijpen, kunnen ze ten onrechte als autistisch worden gediagnosticeerd. Kinderen kunnen grote problemen hebben met het leren lezen omdat letters en woorden niet worden herkend. Een ander gevolg van disfunctie van de temporaalkwab kan een verstoring in

route herkenning zijn omdat visuele herkenningspunten ontbreken in de waarneming. Ondanks een voldoende detail waarneming zijn deze kinderen dan niet in staat de weg naar school of een andere doel te vinden. Dit vormt een ernstige beperking in het dagelijkse leven. De functie van routeherkenning is multi-modaal: mits hun ventrale route intact is, zijn blinde kinderen namelijk wel in staat een route te leren. Uit de voorbeelden moge blijken dat de ventrale route een belangrijke rol heeft bij het visuele geheugen.



Samenvatting: de visuele informatie wordt gefilterd en bewerkt door de retina en het LGN en vervolgens geprojecteerd naar de visuele cortex, vanwaar het via feed forward en recurrent processing leidt tot een visueel percept. De executieve functie vanuit de dorsolaterale prefrontale cortex en de cortex parietalis posterior beïnvloeden o.a. de filterwerking van de thalamus . Maar ook de emoties van het limbische systeem en de amygdala doen dat. En onze emoties worden, als het goed is, in de hand gehouden door ons "zelf" , een onderdeel van onze executieve functies.
Als er ergens in deze complexe samenhang iets niet goed gaat, door aantoonbare of minder aantoonbare schade in het brein, dan spreken we van CVI.

Reference List

1. mies van genderen. cerebrale visusstoornisen bij kinderen. Boerhavecursus kinderoogheelkune II. 28-1-2005.

2. Sahel JA, Roska B. Gene therapy for blindness. Annu Rev Neurosci 2013; 36:467-488.

3. Werblin F, Roska B. The movies in our eyes. Sci Am 2007; 296(4):72-79.

4. Mark Bear et.al. Neuroscience, exploring the brain, 2th edition. 2001.

5. Casagrande VA, Sary G, Royal D, Ruiz O. On the impact of attention and motor planning on the lateral geniculate nucleus. Prog Brain Res 2005; 149:11-29.

6. Lamme VA. Why visual attention and awareness are different. Trends Cogn Sci 2003; 7(1):12-18.

7. Lamme VA. Towards a true neural stance on consciousness. Trends Cogn Sci 2006; 10(11):494-501.

8. M.J.de Vries. Begeleiding en opvang visueel gehandicapte kinderen. Boerhavecursus kinderoogheelkune II. 28-1-2005.