

Staat alles in het brein vast?

Rob van der Lubbe, GW-CPE Universiteit Twente

Sheet 1

Goedemorgen allemaal. Welkom bij de lezing “Staat alles vast in het brein?”. Allereerst wil ik Toine van Bijsterveldt bedanken voor de uitnodiging en Joke Hoogeveen bedanken voor haar hulp bij de voorbereiding van de lezing. Na afloop van de lezing zal er de mogelijkheid zijn tot het stellen van een aantal vragen.

Sheet 2

Voordat ik in ga op de centrale vraag, en de relevantie daarvan voor doven, zal ik mijzelf introduceren. Mijn naam is Rob van der Lubbe. Ik werk als Universitair Docent aan de Faculteit Gedragwetenschappen aan de Universiteit Twente, en verzorg onderwijs op het raakvlak tussen hogere mentale processen en neurowetenschappen. Dit komt bijvoorbeeld neer op de vraag hoe onze aandacht getrokken wordt door iets in de buitenwereld, en hoe aandacht verankerd is in ons brein. Ik verricht ook onderzoek. Recentelijk heb ik onderzocht of de aandacht van blinden sterker wordt getrokken door een plotseling geluid, en ook of de verwerking van geluid bij blinden in het brein anders verloopt. Hersengebieden die normaalgesproken betrokken zijn bij wat we zien, bleken ook gebruikt te worden voor de verwerking van geluid. Dus hoe zit het met de vraag “Staat alles vast in het brein?”. Niet alles lijkt vast te staan, maar toch, misschien staat er wel meer vast dan we denken. Als we over het menselijk lichaam spreken, dan is het idee dat we er allemaal ongeveer hetzelfde uitzien, we hebben allemaal een hart, longen, nieren, een lever, en die functioneren allemaal op dezelfde wijze, waarom zou dit dan ook niet gelden voor de verankering in het brein van functies zoals aandacht, geheugen, taal, etc.? In deze lezing zal ik vooral ingaan op de vraag of er iets verandert in het brein als je gebruik maakt van gebarentaal in plaats van gesproken taal.

Sheet 3

Allereerst zal ik kort vertellen hoe bepaalde functies in het brein verankerd zijn. Hoe vindt horen en zien in het brein ongeveer plaats? Ik zal de rol van het geheugen, en de rol van aandacht en daarvoor cruciale hersengebieden belichten. Vervolgens wordt een aantal hersenstructuren voor de herkenning en productie van gesproken taal onder de loep genomen. Daarna worden verschillen tussen gesproken taal en gebarentaal besproken, en stellen we vast of de implementatie van gebarentaal in het brein verschilt van de implementatie van gesproken taal. Ter afsluiting zal de invloed van zien op de waarneming van gesproken taal nader belicht worden, en de verandering van deze invloed bij doven met een cochleair implantaat.

Sheet 4

Wat is geluid, hoe bereikt het ons brein, en waar vindt de verwerking van verschillende typen geluid, zoals gesproken taal, omgevingsgeluid, of muziek vooral plaats?

Sheet 5

Geluid is een snelle lokale verandering/trilling in luchtdruk, waarbij de snelheid van deze trilling correspondeert met de waargenomen toonhoogte, en de sterkte van het geluid met de amplitude van de trilling. Geluid leidt tot prikkeling van de gehoorzenuw in het zogenaamde slakkenhuis of de cochlea, na de tussenkomst van een aantal merkwaardige structuren zoals de hamer, het aambeeld, de stijgbeugel, en het trommelvlies. Een belangrijke eigenschap van het slakkenhuis is dat de plek waar de gehoorzenuw, via haarcellen, geactiveerd wordt, overeenkomt met de waargenomen toonhoogte. Een waargenomen toon is lager indien de gestimuleerde locatie verder van de basis van het slakkenhuis ligt, en omgekeerd.

Sheet 6

Vanaf het slakkenhuis loopt de auditieve zenuw via een aantal structuren in de hersenstam naar de thalamus, een soort schakelstation in het brein. Vandaar vervolgt het zijn weg naar de zogenaamde primair auditieve cortex (cortex = de buitenste laag van het brein).

Sheet 7

In de primair (of eerste) auditieve cortex is er sprake van een representatie waarbij de plek binnen de auditieve cortex grofweg correspondeert met de waargenomen toonhoogte, hoe meer naar voren de activiteit ligt (hier naar links) hoe lager de

waargenomen toon. Onder de primaire auditieve cortex ligt de secundaire of tweede auditieve cortex, die zich met meer geavanceerde processen bezighoudt die een belangrijke rol spelen voor woordherkenning en het begrip van gesproken taal.

Sheet 8

De auditieve cortex ligt in zowel de linkerhersenhalft (linker hemisfeer) als in de rechterhersenhalft (de rechterhemisfeer). Een interessant verschil tussen de betrokkenheid van de secundaire auditieve cortex in beide hemisferen is dat links vooral spraak verwerkt wordt, terwijl rechts meer betrokken is bij omgevingsgeluid en de verwerking van muziek.

Sheet 9

Hoe zit dit nu met zien? Hoe wordt informatie verwerkt die allereerst via onze ogen specifieke zenuwcellen zoals staafjes voor contrast en kegeltjes voor kleur activeert?

Sheet 10

Het visuele systeem zet elektromagnetische straling om in neurale activiteit. Afhankelijk van de golflengte van deze straling (380-780 nanometer) worden specifieke zenuwcellen in de retina geactiveerd. De zenuwcellen verschillen in hun gevoeligheid voor bepaalde golflengtes; sommige zijn gevoelig voor blauw licht, terwijl andere zenuwcellen gevoelig zijn voor rood licht. Vanaf de ogen lopen de optische zenuwen naar het optisch chiasma, waar de linker en rechter oogzenuw elkaar kruisen. Vervolgens bereiken ze de thalamus, waarna ze verder projecteren in de primair visuele cortex, achterop het hoofd. Een implicatie is dat wat je links ziet rechts in de hersenen verwerkt wordt, terwijl wat je rechts ziet juist links in de hersenen verwerkt wordt.

Sheet 11

Een belangrijke eigenschap van de primair visuele cortex is dat deze sterk gestuurd wordt door visueel complexere gebieden. Dit betekent dat dat wat we zien sterk beïnvloedt wordt door wat we al weten. Geheugen heeft een belangrijke invloed op onze waarneming, en sterker nog, ons geheugen kan ons op het verkeerde spoor zetten (visuele illusies). Vanaf de visuele cortex verloopt de verdere verwerking volgens twee verschillende stromen.

Sheet 12

De ene stroom, aangeduid als het dorsale pad, speelt een belangrijke rol spelen bij het vastpakken of grijpen van visuele objecten. De andere stroom, het ventrale pad, zou juist een belangrijke rol spelen bij de herkenning en het kunnen benoemen van een object. Dit onderscheid wordt bevestigd door patiënten met een beschadiging aan een van deze paden. Bij een beschadiging van het dorsale pad kunnen mensen geen objecten meer hanteren maar deze wel benoemen. Deze aandoening wordt ook wel aangeduid als apraxie. Bij een beschadiging van het ventral pad kunnen mensen wel objecten hanteren maar deze niet benoemen. Dit wordt aangeduid als afasie.

Sheet 13

Bij waarneming zijn allerlei complexe processen zoals geheugen, en ook daar waar wij aandacht aan besteden, van cruciaal belang.

Sheet 14

Als je objectief vast zou stellen wat men ziet op de huidige sheet, dan zou eigenlijk niets anders dan de beweging van een aantal zwarte stippen gerapporteerd moeten worden, waarbij de beweging van sommige stippen meer gerelateerd lijkt dan van andere stippen. Als je iemand vraagt wat hij hier eigenlijk ziet, dan zal hij/zij toch vaak het antwoord geven dat hier drie mensen lopen. Deze interpretatie is duidelijk gebaseerd op wat wij weten van hoe mensen bewegen. Sterker nog, het blijkt vrij eenvoudig mogelijk op basis van de specifieke bewegingspatronen aan te geven of de bewegende persoon een man is, of een vrouw.

Sheet 15

Ik had het net al even over aandacht, wat is nu de rol van aandacht? Aandacht wordt gezien als een selectieproces, waarbij bepaalde stimuli of objecten voor verdere verwerking geselecteerd worden. Dit zou een rol spelen voor bewustzijn, voor opslag in het geheugen, maar ook voor het uitoefenen van handelingen betreffende een object. Dus, als we een lezing bijwonen en proberen ons bewust te worden van wat de spreker nu eigenlijk zegt, of gebaart, dan speelt aandacht hierbij een cruciale rol. Een heel merkwaardige aandoening kan optreden bij de beschadiging van een gebied rechts achter op het hoofd, dat boven de visuele gebieden ligt, en aangeduid wordt als de parietaal cortex. Bij een beschadiging van dit gebied treedt een zeer specifieke verstoring op in het

kunnen richten van aandacht, die aangeduid wordt als attentional neglect of aandachtsontkenning.

Sheet 16

Bij een dergelijke beschadiging, zijn patiënten vaak voor een periode niet in staat hun aandacht te richten op het linker visuele veld. Als je vraagt het midden van een lijn aan te geven, dan zetten zij een streep duidelijk rechts van het midden. Als je vraagt een huis na te tekenen, dan tekenen ze voornamelijk de rechterkant, en als ze een klok natekenen, dan verschijnen de cijfers verschoven naar rechts. Belangrijk bij aandacht is dus de selectie van informatie op een bepaalde plek. Aangezien de aandachtsfunctie gelokaliseerd lijkt in de rechter hemisfeer, en andere ruimtelijke functies ook met deze hemisfeer geassocieerd zijn, wordt verondersteld dat de rechterhemisfeer gespecialiseerd is in ruimte.

Sheet 17

Een belangrijke tegenhanger van ruimtelijke cognitie, die vaak geassocieerd wordt met de linkerhemisfeer is taal. Taal is een van de meest complexe gedragingen van de mens. Je kunt spreken van taal in het geval van de uitwisseling van symbolen die in min of meer abstracte mate staan voor iets in de buitenwereld. Hierbij bepalen aspecten als betekenis, flexibiliteit, en andere criteria het al of niet talig zijn van de uitwisseling van deze symbolen.

Sheet 18

Interessant bij talige stimuli, is dat de interpretatie sterk gestuurd kan worden door visuele informatie. Indien je bijvoorbeeld een geluid hoort als BA, maar een beweging van de lippen waarneemt die correspondeert met GA, dan hoor je DA. De invloed van strijdige visuele informatie wordt ook wel aangeduid als het McGurk effect, naar de ontdekker van dit effect. Belangrijk aan dit verschijnsel is de constatering dat de waarneming van taal de betrokkenheid van de verschillende zintuigen impliceert.

FILMPJE

Sheet 19

Belangrijk bij het aanleren van een taal is het moment waarop dit leren gebeurt. De mate van vloeiendheid van een taal blijkt bijvoorbeeld sterk afhankelijk van het moment

waarop je een taal aanleert. Deze vloeiendheid neemt al sterk af indien pas na 7 jaar begonnen wordt met het aanleren van een taal. Dit principe is zeer waarschijnlijk ook van toepassing op het leren van gebarentaal.

Sheet 20

In de 19^e eeuw stelden Paul Broca en Carl Wernicke vast dat de linker hersenhelft inderdaad een belangrijke rol bij taal speelt. Het gedeelte gelegen aan de voorkant, genoemd naar Broca, speelt een belangrijke rol bij het spreken van taal, terwijl het deel gelegen aan de achterkant, genoemd naar Wernicke, een belangrijke rol speelt bij het begrip van gesproken taal. Echter, de rechter hersenhelft blijkt ook een rol te spelen. Bij beschadiging van deze kan monotoon/robotachtig spreken optreden, de melodie van de taal ontbreekt, en vaak ontstaan er problemen gerelateerd aan emotionele aspecten van taal. Dit wordt ook wel aangeduid als aprosodie.

Sheet 21

Gebarentaal voldoet aan alle eisen die een taal als taal definiëren,. Zo is bijvoorbeeld de complexiteit van gebarentaal vergelijkbaar met de complexiteit van gesproken taal.

Sheet 22

Echter of bij gebarentaal dezelfde delen van het brein, dus vooral links, geactiveerd worden is maar de vraag. Een belangrijk verschil tussen gebarentaal en gesproken taal is de sterke nadruk op zien en vooral op visuele ruimte, ruimte speelt een cruciale betekenis bij de betekenis van gebaren. Bij gesproken taal is tijd juist veel belangrijker. Op basis van deze verschillen zou je voor kunnen stellen, dat de rechterhersenhelft, die gespecialiseerd is in ruimte, een belangrijke rol speelt voor gebarentaal. Verder zijn gelaatsexpressies bij gebarentaal ook cruciaal, en klassiek onderzoek laat zien dat de rechter hersenhelft hierbij een belangrijke rol speelt.

Een implicatie zou dus kunnen zijn dat een dove met aandachtsontkenning, die optreedt bij beschadiging in de rechterhemisfeer, ook problemen met de herkenning van gebarentaal zou hebben. Echter, dit bleek niet het geval! Juist bij beschadiging van de linkerhersenhelft, traden er problemen op met de herkenning en productie van gebarentaal, terwijl de herkenning van pantomime en de uitvoering van reiktaken onaangedaan waren. Er lijkt dus geen sprake van een relatie tussen gebarentaal-afasie en apraxie. Verder bleek dat indien gebruikers van gebarentaal zich voorstelden dat ze een

bepaald gebaar maakten, dat hierbij ook het gebied van Broca, dus linksvoor, betrokken was. In sommige studies zijn wel aanwijzingen gevonden voor de betrokkenheid van de rechterhersenhelft bij gebarentaal, maar nadere beschouwing van deze resultaten suggereert dat hierbij de emotionele component van taal betrokken zou zijn, overeenkomstig met de resultaten bij gesproken taal.

Sheet 23

Resultaten van studies die de activiteit van het brein in kaart brengen, de zogenaamde functionele magnetische resonantie techniek, zijn in overeenstemming met de idee dat dezelfde hersengebieden geactiveerd worden bij gesproken taal en bij gebarentaal. Wel lieten scans, waarbij gekeken wordt naar verschillen in anatomische structuur, zien dat er bij horenden sterkere verbindingen zijn tussen auditieve en taalgebieden zoals Broca en Wernicke, dan bij doven.

Sheet 24

Is er dan helemaal geen verschil in de verwerking van gebaren tussen dove gebruikers van gebarentaal en horenden niet gebruikers? Jawel, een studie keek naar de verschilactiviteit tussen gebarentaal, en nonsense gebaren zoals die bij paardenrennen worden gebruikt door bookmakers. Bij een vergelijking in activiteit tussen deze twee groepen gebaren bleek er geen verschil te zijn bij horenden, terwijl er bij dove gebruikers van gebarentaal sprake was van extra activiteit in een gebied links-achter-boven. Een mogelijke interpretatie van deze activiteit is dat de geobserveerde gebaren automatisch vastgehouden worden in een soort werkgeheugen, vergelijkbaar met het vasthouden van een reeks gesproken woorden voor een horende.

Sheet 25

Door de sterkere nadruk op visuele informatie zou je voor kunnen stellen dat gebruikers van gebarentaal mogelijk beter functioneren op typische visuele taken. Inderdaad blijkt dat gebeurtenissen in de periferie opvallender zijn voor vroege gebruikers van gebarentaal. Verder blijken ze ook beter in de herkenning van objecten waarop ruimtelijke manipulaties zijn uitgevoerd, en zijn ze beter in de herkenning van gezichten. Vooral het laatste aspect zou wel eens een belangrijke rol kunnen spelen bij de communicatieve en sociale ontwikkeling. Het jong aanleren van gebarentaal zou dus een positieve uitwerking kunnen hebben op latere sociale ontwikkeling. Verder zou dit ook

een positief effect hebben op het later aanleren van een tweede taal, vanwege de sterkere basis van gebarentaal.

Sheet 26

In een onderzoek naar de herkenning van gezichten werd inderdaad gevonden dat dove kinderen gezichten beter herkenden dan horende kinderen, zoals zichtbaar is in figuur.

Sheet 27

Een andere vraag die gesteld kan worden is wat er gebeurt in de auditieve cortex van dove gebruikers van gebarentaal. In het geval van bewegende stippen werd bij deze groep activiteit in deze gebieden gevonden, hetgeen niet het geval was bij horende gebruikers van gebarentaal. Deze resultaten corresponderen met de observatie van activiteit in de visuele cortex bij blinden in het geval van de verwerking van geluid.

Sheet 28

Het McGurk effect, waarbij de invloed van niet corresponderende bewegingen van de mond op spraakherkenning wordt bekeken met klanken zoals GA en BA, biedt een mogelijkheid te onderzoeken in hoeverre doven met cochleaire implantaten zich laten leiden door visuele stimuli.

Sheet 29

Indien je kijkt naar de herkenning van 3-letter lettergrepen dan blijkt dat deze slechter herkend worden door doven met een implantaat (CI) in het geval van enkel auditieve (A) en visuele (V) stimulatie dan voor normaal horenden (NH). Wel treedt er een duidelijk voordeel op (rechts) indien auditief en visueel (AV) worden gecombineerd.

Sheet 30

In de zogenaamde verwarringsmatrix kun je kijken naar klanken en bewegingen die overeenstemmen (congruent) en klanken en bewegingen die niet overeenstemmen (incongruent, de McGurk stimuli). In deze matrix kun je zien welke vergissingen er gemaakt worden bij welke letters. Als je kijkt bij normaal horenden (rechts) dan valt op dat ze geen vergissingen maken bij de congruente stimuli, er is sprake van een schuine lijn, terwijl dit wel duidelijk het geval is bij incongruente stimuli. Bij mensen met cochleaire implantaten zie je dat men het al slechter doet bij congruente stimuli, en nog een stuk slechter (er is nauwelijks een patroon) bij de incongruente McGurk stimuli. Deze gegevens bevestigen de belangrijke rol van visuele informatie voor de accurate

herkenning van taal bij mensen die gebruik maken van cochleaire implantaten, en onderstrepen de notie dat de integratie van verschillende zintuigen een belangrijke rol speelt bij de herkenning van taal.

Sheet 31

Wat kunnen we op basis van het gepresenteerde concluderen?

Allereerst, het linkerdeel van onze hersenen speelt een cruciale rol voor zowel de herkenning als het produceren van taal, terwijl het rechter deel een belangrijke bijdrage aan de emotionele component van taal levert. Dit geldt zowel voor gesproken taal als voor gebarentaal. Dit suggereert ook dat een complexe functie als taal niet gebonden is aan specifieke zintuigen en ook niet aan het spraaksysteem. Ten tweede, taalperceptie impliceert de samenwerking van auditieve en visuele informatieverwerking, hetgeen benadrukt wordt door het versterkte McGurk effect bij mensen met een cochleair implantaat. Ten derde, het moment waarop iemand een taal leert, speelt een cruciale rol bij taalontwikkeling. Ten vierde, er lijkt sprake van de verbetering van een aantal cognitieve functies bij doven bij het vroeg aanleren van gebarentaal, zoals de herkenning van gelaatsexpressies, die een belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling van communicatie. Ten slotte, de auditieve cortex lijkt evenals de visuele cortex plastisch, aangezien deze ingezet kan worden bij de herkenning van visuele beweging.

Sheet 32

Momenteel zijn we bezig met het opstarten van onderzoek gericht op de mogelijk veranderde koppeling tussen perceptie en actie bij dove jongvolwassenen, en zullen we vermoedelijk op termijn mensen werven die bereid zijn om mee te doen aan onderzoek. Mocht je nu al denken dat je graag aan dit onderzoek deel wilt nemen, dan kun je je hiervoor aanmelden via het aangegeven e-mail adres.

Zijn er ook vragen?

Bedankt voor jullie aandacht.