**De caudate nucleus en hippocampus belangrijk bij spatiële en non-spatiële navigatie van de mens**

**Opdracht: Literatuurverslag**

**Versie: ~~eindversie~~ /herkansing**

**Opdrachtspecifieke inlevereis: maximum aantal toegestane woorden (zie bijbehorende thuisopdracht)**

**Naam student: Andres Solano**

**studentnummer: 10512632**

**ABV groep: E7**

**Naam docent: N. Broos**

**Opdracht, versie: literatuurverslag, [~~eindversie~~ / herkansing].**

**Inleverdatum: 17-01-2013**

**Aantal woorden: 1459**

**De caudate nucleus en hippocampus belangrijk bij spatiële en non-spatiële navigatie van de mens**

Om van beginbestemming naar eindbestemming te komen gebruikt de mens verschillende navigatie strategieën: spatiële en de non-spatiële navigatie. Afhankelijk van de situatie zal de mens één van deze twee navigatie strategieën toepassen.  
Het non-spatiële navigeren is gebaseerd op het volgen van een al gegeven route en het bepalen onthouden van de verschillende stappen binnen deze route. Bij spatieel navigeren maakt men gebruik van landmarks (herkenningspunten) binnen de route en bepaalt men de ruimelijke afstand tussen deze punten om vervolgens een cognitieve kaart van de route te maken. Welke hersengebieden men activeert bij de verschillende navigatie strategieën is een veel onderzocht onderwerp aangezien navigeren een grote rol heeft in het dagelijks leven.  
Dat de caudate nucleus en de hippocampus nauw betrokken zijn bij het dagelijks navigeren is gebleken uit eerder onderzoek op ratten. De twee hersengebieden hebben echter wel een andere functie en horen dan ook bij een andere navigatie strategie. Zo is er uit het onderzoek met ratten gebleken dat de caudate nucleus betrokken is bij non-spatieel en de hippocampus bij spatieel navigeren (Iaria *et al,* 2003). Aangezien bij de mens een beschadiging aan de hippocampus leidt tot een afname van het spatiële navigatie vermogen wordt er veronderstelt dat bij de mens dezelfde hersengebieden worden geactiveerd tijdens navigatie als bij ratten (Bohbot et al., 1998). Eerder onderzoek ondersteund deze verwachting aangezien er gebleken is dat taxichauffeurs, regelmatige gebruikers van spatiële navigatie, een grotere hippocampus bezitten dan mensen die dat vak niet uitoefenen (Maguire *et al*., 2000, 2006). Of de hippocampus en caudate nucleus ook werkelijk de belangrijkste hersendelen zijn voor de spatiële en non-spatiële navigatie bij de mens is echter nog niet volledig onderzocht en zal in deze tekst besproken worden

**De hippocampus en caudate nucleus bij spatieel navigeren**

Na het bekijken en verwerken van fMRI data van verschillende onderzoeken is er gebleken dat de hippocampus wordt geactiveerd bij spatiële navigatie. Voor deze onderzoeken zijn er verschillende virtuele werelden ontworpen. Bij het eerste experiment bestond deze uit een achtarmig doolhof met verschillende landmarks. Dankzij de landmarks waren de mensen door activatie van de hippocampus in staat de beste en snelste route te kunnen ontdekken. Op het moment dat deze herkenningspunten werden weggehaald ontstond er een positieve correlatie tussen de hippocampus activiteit en de gemaakte fouten. Hoe actiever de hippocampus werd, hoe meer fouten er gemaakt werden(Iaria *et al,* 2003). Hieruit valt te veronderstellen dat er door middel van landmarks een cognitieve kaart wordt gemaakt door de hippocampus om zo een route te bepalen.

In de andere virtuele wereld werden de proefpersonen in een stad gezet waar ze vrij mochten rondlopen. Hierna moesten de proefpersonen zich van een beginpunt naar eindbestemming navigeren op een zo praktisch mogelijke manier. De spatiële navigatie wordt hier ‘wayfinding’ genoemd. De personen die gebruik maakte van wayfinding bepaalde weer hun route door gebruik te maken van landmarks binnen de stad. Hoe meer hippocampus activiteit er werd vernomen, dichter de route bij de ideale, reeds vastgestelde, route kwam (Hartley *et al,* 2003). Proefpersonen die tijdens de spatiële navigatie een lage hippocampus activiteit hadden en een grotere activiteit in de caudate nucleus konden de beste route niet ontdekken en maakte meer fouten. Activiteit van de caudate nucleus bij spatieel nucleus zorgt dus voor een negatieve correlatie met de naukeurigheid.

Uit deze onderzoeken valt te concluderen dat de hippocampus weldegelijk een belangrijke rol speelt bij de spatiële navigatie. Het aanwezig zijn van landmarks is echter een belangrijke factor. Zijn de landmarks niet aanwezig, dan zal de effectiviteit van spatiële navigatie sterk dalen.

**De hippocampus en caudate nucleus bij non-spatieel navigeren**Binnen deze twee bovenstaande onderzoeken waren er ook onderdelen om de non-spatiële navigatie te onderzoeken. Het fMRI materiaal van deze onderzoeken toont aan dat de caudate nucleus een essentieel hersenonderdeel is voor non-spatieel navigeren. Bij het achtarmige doolhof werd er inplaats van het gebruiken van de landmarks een telling gemaakt van de armen en op basis hiervan een route bedacht. Deze tactiek kan zonder landmarks nog steeds functioneel zijn en heeft een efficiëntere route tot resultaat. Hoe meer activiteit in de caudate nucleus bij deze vorm van navigatie werd gemeten, hoe sneller en beter de route was (Iaria *et al,* 2003). Deze resultaten laten echter wel zien dat dit experiment ook voornamelijk bedoeld is voor non-spatiële navigatie en dat het meten van spatieel navigeren hierbij niet ideaal is. In het experiment met de virtuele stad kregen proefpersonen een te leren route die zijn vervolgens moesten afleggen, dit wordt ‘route following’ genoemd. Deze personen zaten dichterbij de ideale route en waren bovendien sneller bij de eindbestemming dan de gebruikers van het ‘way finding’, het oriënteren op basis van landmarks kost nou eenmaal vrij veel tijd. Bij de route following taak was er een aanzienlijke stijging te zien van activiteit in de caudate nucleus. Na het bestuderen van de route was er ook te zien dat bepaalde proefpersonen overgingen van spatiële naar non-spatiële navigatie om de route zo snel mogelijk af te leggen (Hartley *et al,* 2003).

Uit de onderzoeken valt te concluderen dat de caudate nucleus een belangrijke functie heeft bij non-spatiële navigatie. Door het volgen van een bekende route en niet het moeten onthouden van landmarks is non-spatiële navigatie een efficiëntere techniek dan spatiële navigatie. Non-spatiële navigatie geeft echter weinig ruimte voor verandering binnen de route, deze flexibiliteit is wel te zien bij spatiële navigatie.

**Discussie**

Uit de bovenstaande onderzoeken is duidelijk geworden dat ook bij de mens de caudate nucleus en de hippocampus een belangrijke rol spelen bij navigatie. Hierbij is de hippocampus actief bij spatiële navigatie en de caudate nucleus bij non-spatële navigatie. In verschillende situaties zullen verschillende technieken gebruikt moeten worden om zo accuraat mogelijk te navigeren. Het is gebleken navigeren op basis van landmarks veel tijd in beslag neemt en niet altijd even accuraat is. Bij een reeds bekende route is dan ook gebleken dat non-spatieel navigeren sneller en exacter is. Deze resultaten komen overeen met de resultaten van het onderzoek op ratten Iaria *et al,* 2003) en met de conclusie dat goede navigators een grotere hippocampus hebben na het onderzoek op de taxichauffeurs (Maguire *et al*., 2000, 2006). Het feit dat ratten bij een reeds bekende route omschakelen van spatieel naar non-spatieel navigeren is echter niet bij elk persoon zo. Dit komt omdat de twee hersendelen in strijd zijn met elkaar. Zo is er bij mensen met een zeer goed ontwikkelde hippocampus een minder goed ontwikkelde caudate nucleus te zien bij mensen met een grotere caudate nucleus weer een kleine hippocampus. Dit stelt mensen niet altijd in staat om te kunnen schakelen naar een andere navigatie strategie. Een vervolgonderzoek zou kunnen gaan over het verschil tussen de twee geslachten. Uit de onderzoeken blijkt dat de vrouwen ,in vergelijking tot de mannen, significant slechter navigeren. Het is reeds bekend dat mannen en vrouwen neurale en psychologische verschillen hebben. Of deze verschillen grote invloeden hebben op de navigatie bij de verschillende geslachten zal in verder onderzoek moeten blijken.

**Literatuurlijst**

Hartley, E.A. Maguire, Spiers, & Burgess (2003). The Well-Worn Route and the Path Less Traveled: Distinct Neural Bases of Route Following and Wayfinding in Humans. Neuron, Vol. 37, 877–888.

Iaria *et al*. (2003). Cognitive Strategies Dependent on the Hippocampus and Caudate Nucleus in Human Navigation: Variability and Change with Practice. The Journal of Neuroscience,23(13), 5945–5952.

Veronique D. Bohbot *et al*. (2007),Gray Matter Differences Correlate with Spontaneous Strategies in a Human Virtual Navigation Task. The Journal of Neuroscience, 27(38), 10078 –10083