**Nauwkeuriger navigeren met een actievere hippocampus**

**Nauwkeuriger navigeren**

Navigeren is het bedenken en het uitvoeren van een route van waar je bent en waar je naartoe wilt. De hippocampus of de nucleus accumbens gebruik je bij spatiële en non-spatiële navigatie. Er zijn twee technieken voor navigeren. Zo is het mogelijk om met behulp van het zien van herkenningspunten andere delen van de hersenen te activeren (spatiële navigatie), dan wanneer er met een zelf gegenereerde cognitieve kaart wordt voortbewogen (non-spatiële navigatie). Het is al bekend dat ratten van de hippocampus en het striatum gebruik maken voor het leren van ruimtelijke informatie. Maar ook dat er in een vroege fase van het leerproces gebruik wordt gemaakt van de hippocampus (Iaria *et al*., 2003; Hartley *et al*., 2003). De hippocampus is betrokken bij het verwerken van ruimtelijke informatie en het striatum is betrokken bij een langzamer leerproces dat met name gebruik maakt van beloning (Iaria *et al*., 2003; Hartley *et al*., 2003). Uit eerdere bevindingen is gebleken dat in ratten beide vormen van navigeren aanwezig zijn. Een ander gegeven uit die voorgaande onderzoeken hebben opgeleverd is dat tijdens navigatie er gebieden in de mediale temporale kwab geactiveerd zijn (Hartley *et al*., 2003). Dit onderzoek is belangrijk omdat het resultaat van dit onderzoek het eerste bewijs kan geven van de manier van spontaan navigeren en de nauwkeurigheid daarvan. In dit onderzoek wordt er bestudeerd welke hersengebieden actief zijn bij verschillende nauwkeurige navigatietechnieken. Om deze vraag te beantwoorden zal worden ingegaan op de verbanden tussen de nauwkeurigheid van navigatie, navigatietechnieken en de hersengebieden.

**De hippocampus is actief bij spatiële navigatie en de caudate nucleus bij non-spatiële navigatie**

Door het vergelijken van beide onderzoeken (Iaria *et al*., 2003; Hartley *et al*., 2003) worden de verschillende navigatietechnieken met de daarbij behorende actieve hersengebieden verduidelijkt. Iaria *et al*., (2003) deed onderzoek met behulp van een Olthorn radial maze waarin deelnemers door een achtarmig virtueel en radiaal doolhof moesten navigeren waarbij een spatiële navigatietechniek werd gebruikt. Door gebruik te maken van wayfinding of landmarks konden de deelnemers de opdrachten afronden en konden de onderzoekers hun resultaten vergelijken. Ook maakten ze gebruik van fMRI-scans om de activiteit van de neuronale gebieden te vergelijken. Uit dit onderzoek bleek dat deelnemers die gebruik maakten van de spatiële techniek van navigeren meer fouten maakten en langzamer waren dan de deelnemers die de non-spatiële navigatietechniek gebruikten.

Een ander experiment dat de spatiële navigatietechniek onderzocht was met behulp van een zelf gemaakte cognitieve kaart te maken (Hartley *et al*., 2003). Deelnemers moesten door het maken van die kaart navigatie opdrachten doen in een virtuele stad, zij werden vergeleken naurkeurigheid van navigeren. Uit de resultaten blijkt dat er deelnemers waren die begonnen met spatiël navigeren overstapten op non-spatiël navigeren, dit kwam mede uit het resultaat dat deelnemers die de non-spatiële navigatietechniek gebruikten minder fouten maakten (de hippocampus). Er werd dus gebruik gemaakt van hun geheugen, zij telden na meerdere tijdperken van 50 seconden het aantal wegen in plaats van zich te oriënteren op de omgeving. Ook komt er naar voren dat de caudate nucleus actief is bij non-spatiële navigatie en de hippocampus bij spatiële navigatie. Bij het maken van de cognitieve kaart (Hartley *et al*., 2003) kwam als resultaat naar voren dat de caudate nucleus bij beide vormen van navigeren actief is.

Hartley *et al*., (2003) liet zien dat een actievere hippocampus bevorderend was voor de nauwkeurigheid van navigeren. Dit resultaat komt overeen met het onderzoek van Iaria *et al*., (2003), waarin deelnemers die gebruik maakten van de non-spatiële navigatietechniek minder fouten maakten en de opdrachten sneller afrondden. Ook kwam uit beide onderzoeken naar voren dat voor het gebruik maken van een non-spatiële navigatietechniek de caudate nucleus actief was. Dus de hippocampus is actief bij spatiële navigatie technieken en de caudate nucleus bij non-spatiële navigatietechnieken.

**De hippocampus heeft een positief verband met de nauwkeurigheid van navigeren**

Bij beide onderzoeken (Iaria *et al*., 2003; Hartley *et al*., 2003) is er ook getoetst op de nauwkeurigheid van het uitvoeren van de opdrachten van de hersengebieden.

Bij het eerste onderzoek werd er gebruik gemaakt van navigatie-opdrachten in een virtuele stad, zoals beschreven in de vorige paragraaf (Hartley *et al*., 2003). Deze opdrachten werden uitgevoerd met spatiële en non-spatiële navigatietechnieken. Volgens de resultaten van dit onderzoek maakten deelnemers die meer gebruik maakten van hun hippocampus hun opdrachten nauwkeuriger dan deelnemers die een minder actieve hippocampus hadden. Er wordt ook verondersteld dat de deelnemers die een actievere hippocampus hadden ook betere navigators zijn. Wanneer het rechterdeel van de caudate nucleus actiever was, werden de deelnemers minder nauwkeurig, maar wel sneller in het uitvoeren van de proef. In het andere onderzoek wat niet in de vorige paragraaf is beschreven (Iaria *et al*., 2003) is er meer focus gelegd op de nauwkeurigheid van de hersengebieden. Zo werd er wel gebruik gemaakt van het 8-armige virtuele en radiale doolhof, maar moesten de deelnemers naast het uitvoeren van het andere experiment, die in de vorige paragraaf beschreven is (Iaria *et al*., 2003), ook bij 4 van de 8 armen van het doolhof een object oppakken. Er is gebruikt gemaakt van de BOLD (Blood Oxygenation Level Dependent) fMRI techniek. BOLD is een fMRI-techniek die kijkt naar een het zuurstof niveau in het bloed. Ze hebben de deelnemers vergeleken met behulp van fMRI scans en gevonden dat in de spatiële groep het aantal fouten negatief verbonden is met het BOLD signaal in het rechterdeel van de caudate nucleus en het rechterdeel van de hippocampus positief verbonden is met het BOLD signaal. In de non-spatiële groep, daarentegen is het aantal fouten negatief gecorreleerd met het BOLD signaal in de caudate nucleus.

In beide onderzoeken (Iaria *et al*., 2003; Hartley *et al*., 2003) blijkt dat de hippocampus meer betrokken is met de nauwkeurigheid van het uitvoeren van de proeven dan de caudate nucleus. Wel is er een verband met het aantal gemaakte fouten en de activiteit van de caudate nucleus.

Dus is de hippocampus het hersengebied dat een positief effect heeft op de nauwkeurigheid en de caudate nucleus een negatief effect op de nauwkeurigheid.

**Dicussie**

Bij het gebruiken van de navigatietechnieken is uit de paragraven naar voren gekomen dat de hippocampus wordt gebruikt bij spatiële navigatie en de caudate nucleus bij non-spatiële navigatie. Ook werkt de activiteit van de hippocampus bevorderend voor de nauwkeurigheid, dit is tegenovergesteld voor de caudate nucleus. De hersengebieden die betrokken zijn bij menselijk navigeren zijn dus de hippocampus voor spatieel navigeren en de caudate nucleus voor non-spatiëel navigeren.

Het blijkt uit de onderzoeken dat er geen verschillen zijn in de getrokken conclusies, dat ondanks het uitvoeren van totaal andere experimenten. Zo voerde Iaria *et al*. (2003) een experiment uit waarin na afloop onderscheid werd gemaakt van de groepen die spatiële en non-spatiële navigatietechnieken gebruikten. En ging Hartley *et al*. (2003) aan de gang met één groep onder drie verschillende condities. Naast het feit dat er bij Iaria *et al*. (2003) fouten waren gemaakt door de onderzoekers met het weghalen van herkenningspunten. Dit volgde in de overstap van deelnemers naar de non-spatiële navigatietechniek.

De gevonden conclusies komen overeen met wat er al in de literatuur bekend is over dit onderwerp. Zo is de hippocampus het hersengebied dat betrokken is bij geheugen en navigeren en de caudate nucleus alleen voor navigeren. Eerdere studies hebben laten zien dat voor het vormen van procedures en het snel op een respons aan te passen je de caudate nucleus nodig hebt. Uit deze onderzoeken komt naar voren dat dit ook bij mensen zo gaat (Iaria *et al*., 2003; Hartley *et al*., 2003). Ook laten andere eerdere studies zien dat mensen met een vergrote hippocampus (Maguire *et* al., 2000) beter zijn in spatiële navigatie. Dit komt overeen met het resultaat uit deze twee onderzoeken, namelijk dat mensen met een actievere hippocampus beter zijn in navigeren.

Kort gezegd maakt het niet uit of je een vaak bewandeld pad loopt of een nieuw pad, succesvol navigeren ligt aan de activiteit van de hersengebieden. Mogelijk vervolgonderzoek is naar navigatie in andere hersengebieden die een rol spelen met navigatie bij de mens, zoals bij het onderzoek van Rochefort *et al*. 2013) waarin het cerebellum wordt bestudeerd. Vervolgonderzoek is belangrijk, omdat andere hersendelen misschien invloed uitoefenen op de hippocampus en de caudate nucleus met betrekking tot navigatie. Wat uit dit verslag geconcludeerd kan worden is dat er wel degelijk twee hersengebieden betrokken zijn bij het menselijk navigeren en dat er ook nog verschil zit in de mate van nauwkeurigheid van navigeren per persoon.

**Literatuurlijst**

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

Iaria, G., Petrides, M., Dagher, A., Pike, B., & Bohbot, D. (2003). Cognitive Strategies Dependent on the Hippocampus and Caudate Nucleus in Human Navigation: Variability and Change with Practice. *The journal of Neuroscience,*  23, 5954-5952.