
Verschillende manieren om succesvol en nauwkeurig te navigeren door het gebruik van de hippocampus en de caudate nucleus

Opdracht:

literatuurverslag

Inleveren:

- Voor de beantwoording van elke deelvraag wordt meer dan 1 artikel gebruikt
- Het verslag heeft maximaal 1800 woorden (exclusief titel en literatuurlijst)
- Het verslag is op Blackboard ingeleverd voor de deadline

Naam student: Loladina Zwaanswijk

studentnummer: 11281715

ABV groep: A5

Naam docent: Nico Romeijn

Inleverdatum: 12 december 2016

Aantal woorden: 1669

Verschillende manieren om succesvol en nauwkeurig te navigeren door het gebruik van de hippocampus en de caudate nucleus

Inleiding

Als je ergens naartoe wil kan je verschillende manieren gebruiken om er te komen. Je kan kijken naar de huizen, bomen of andere herkenningpunten en op die manier bepalen welke route je gaat nemen. Je kan bijvoorbeeld ook de navigatie van je telefoon volgen. Dit zijn twee verschillende manieren van navigeren door een omgeving. In dit verslag wordt duidelijkheid verschaft over twee navigatietechnieken die er bestaan en hoe deze in zijn werk gaan. De twee technieken zijn spatieel en non-spatieel navigeren. Spatieel navigeren betekent dat je navigeert met behulp van zogenaamde “landmarks”. Je maakt dus gebruik van herkenningpunten in de omgeving waar je de weg moet vinden. Non-spatieel navigeren houdt in dat je navigeert met behulp van een route die er al is, zoals een pad. Het is belangrijk om de hersengebieden die betrokken zijn bij navigeren in de onderzoeken, omdat relatief minder grijze massa in deze gebieden kan leiden tot de ziekte Alzheimer. Welke navigatietechniek er gebruikt wordt en op welke manier kan dus een indicatie zijn voor de ziekte. Daarnaast is er bij ratten al veel onderzoek gedaan naar deze navigatietechnieken, maar bij mensen is hier nog onduidelijkheid over. Als er meer duidelijkheid is over dit onderwerp komt kunnen andere wetenschappers zich makkelijker over deze kwestie gaan buigen. Er is eerder onderzoek gedaan naar de relatie tussen verschillende navigatietechnieken en hoe waren toegepast bij verschillende testen. Hierbij werd onder andere gebruikt gemaakt van een virtuele wereld (Iaria et al., 2003). Daarnaast is er een vergelijkbaar onderzoek geweest over de verschillende technieken, waarbij ook de virtuele wereld aan bod kwam (Hartley et al., 2003). Later is er nog een onderzoek gedaan naar het verband tussen de hoeveelheid grijze massa van een hersengebied en de navigatietechniek die gebruikt werd tijdens het experiment (Bohbot et al., 2007). De onderzoeksvraag die uit deze artikels voortvloeit is: welke hersenstructuren zijn er betrokken bij nauwkeurig en succesvol en succesvol navigeren? Eerst komen spatieel en non-spatieel navigeren aan bod en worden onder andere de conclusie, de opzet en resultaten van eerdere experimenten besproken.

Spatieel navigeren door gebruik van de hippocampus

Spatieel navigeren is de eerste navigatietechniek die in dit verslag besproken wordt. Hoe gaat spatieel navigeren in zijn werk? Als je spatieel navigeert gebruik je de herkenningpunten om je route te bepalen. Eerder onderzoek laat zien dat mensen spontaan een van de navigatietechnieken gebruiken om een navigatietaak uit te voeren. Dit leidt tot een verschillende mate van activatie in de hippocampus en de caudate nucleus (Iaria et al., 2003). Dit is onderzocht met behulp van een experiment waarbij een virtuele wereld is gecreëerd. De virtuele wereld bevatte een doolhof met acht armen en aan het eind van elke arm was er een trap naar beneden waar zich een object kon bevinden. Het doolhof was omgeven dooreen aantal herkenningpunten.

De veertien proefpersonen kregen drie trials en elke trial bestond uit twee delen. Tijdens deel 1 was de helft van de armen bereikbaar en had elke bereikbare arm een object aan het eind. Tijdens deel 2 waren alle armen beschikbaar en lagen de objecten bij de geblokkeerde armen van deel 1. De proefpersonen kregen de opdracht om tijdens deel 2 zo snel mogelijk de objecten te vinden en zo min mogelijk fouten te maken. Ook was er een visui-motor controle toegevoegd. Dit betekent dat tijdens deze controle alle objecten al te zien waren. Bij trial 3 waren de herkenningspunten van de omgeving verdwenen. Tijdens het experiment werden de proefpersonen gescand door een fMRI scanner. Zeven proefpersonen zeiden dat ze de non-spatiele navigatietechniek gebruikten, omdat ze de armen telden. De andere zeven proefpersonen begonnen met de spatiele navigatietechniek, omdat ze de armen vonden aan de hand van herkenningspunten. Echter zijn al deze zeven proefpersonen later overgestapt op de non-spatiele navigatietechniek. Dit was dus blijkbaar de meest effectieve techniek, aangezien iedereen uiteindelijk deze gebruikte. Hartley heeft dit bevestigd, want ook hij heeft onderzoek gedaan naar dit fenomeen. Hier wordt in de volgende paragraaf op teruggekomen. Bij de groep die gebruikmaakte van de spatiele navigatietechniek werd een hoger BOLD-signaal gemeten in de hippocampus. Bij de groep die de non-spatiele navigatietechniek gebruikte werd er juist een hoger BOLD-signaal gemeten in de caudate nucleus. Daarnaast maakten vijf proefpersonen die de spatiele techniek toepasten, het gebruik van herkenningspunten uit de omgeving, 1 of meer fouten en scoorden dus slechter tijdens dit experiment. De kans dat iemand de spatiele navigatietechniek gebruikt is hoger wanneer de dichtheid van de grijze massa in de hippocampus hoger is. Dit is onderzocht door ook gebruik te maken van een virtuele wereld (Bohbot et al., 2007). Dit experiment had dezelfde opzet als het eerdere experiment, alleen nu waren er 30 proefpersonen en was er geen visuo-motor controle. Uit deze resultaten bleek het dat proefpersonen die de spatiele navigatietechniek gebruikten meer fouten maakten wanneer de herkenningspunten waren verwijderd. En hoe meer de proefpersonen gebruik maakten van de spatiele techniek, hoe hoger de dichtheid in de hippocampus was.

De spatiele navigatietechniek wordt dus gebruikt bij het navigeren met behulp van herkenningspunten. Daarbij vertoont hippocampus activiteit tijdens het gebruik van deze navigatietechniek. Ook hebben de mensen die gebruik maken van spatiaal navigeren een hoge dichtheid van de grijze massa in de hippocampus.

Non-spatieel navigeren door gebruik van de caudate nucleus

Non-spatieel navigeren is de andere navigatietechniek die gebruikt wordt. Hoe gaat spatieel navigeren in zijn werk? Tijdens het non-spatieel navigeren maak je dus geen gebruik van de herkenningspunten. Je zoekt naar andere oplossingen om de weg te vinden, zoals het tellen van bomen of huizen. Je kan ook simpelweg een pad volgen wat reeds is aangelegd of de route op je navigatiesysteem volgen.

Eerder onderzoek van Iaria heeft dus uitgewezen dat activiteit in de caudate nucleus stijgt wanneer mensen gebruik maken van de non-spatiele navigatietechniek. Tijdens dit experiment was dit de meest efficiënte manier van navigeren, omdat deze personen vrijwel foutloos waren tijdens de tests. Dit geldt natuurlijk niet voor elk experiment. Bij het experiment van Hartley ontworpen ze twee taken. Bij de ene taak moesten de proefpersonen

een zelfbedachte route volgen en bij de andere taak moesten de proefpersonen een geleerde route lopen. De onderzoekers verwachtten dat er op neurale niveau een verschil zou zijn tussen de proefpersonen. Ze stelden de hypothese dat de proefpersonen eerst gebruik zouden maken van hun hippocampus en later van hun caudate nucleus. Taak 1 was om een virtueel stadje te verkennen. Later kreeg je de opdracht om een zo kort mogelijke route te vinden naar een bepaalde plek. Hierbij testten de onderzoekers hoe goed je de weg kan vinden (“wayfinding”). Taak 2 hield in dat je in een ander virtueel stadje keer op keer dezelfde route moest volgen. Later was de opdracht om precies dezelfde route te lopen en dus zo min mogelijk meters af te wijken van de originele route. De resultaten wezen uit dat nauwkeurige “wayfinding” geassocieerd was met de hippocampus. Daarbij activeerden de goede navigators ook het rechter bovenstuk van de caudate nucleus. Ook liet dit onderzoek zien dat er een grotere kans is dat een persoon de non-spatiale navigatietechniek gebruikt wanneer de dichtheid van de grijze massa in de caudate nucleus van de desbetreffende persoon hoog is. Verder suggereert het onderzoek van Bohbot dat er een competitieve bad is tussen de hippocampus en caudate nucleus. Je ziet bijvoorbeeld bij de ziekte Parkinson dat er te veel activiteit is in hippocampus tijdens taken waarbij de caudate nucleus het meest efficiënt is om te gebruiken. Het lijkt erop dat bij deze ziekte de hippocampus langzamerhand de taken van de caudate nucleus overneemt. Dus tijdens het non-spatieel navigeren stijgt de activiteit in de caudate nucleus. Ook is de kans groot dat een persoon non-spatieel navigeert wanneer de dichtheid van de grijze massa in de caudate nucleus hoog is. Verder lijkt het dat er een competitieve verhouding is tussen de twee hersengebieden die mensen gebruiken om te navigeren.

Discussie

Samengevat gebruiken we dus onze hippocampus om spatieel te navigeren en onze caudate nucleus om non-spatieel te navigeren. Ook is de kans groot dat je de navigatietechniek gebruikt waarbij de dichtheid van de grijze massa in de bijbehorende hersenstructuur hoog is. Daarnaast lijkt er een competitieve verhouding te zijn tussen de twee hersenstructuren. De conclusie is dus dat je nauwkeurig en succesvol kan navigeren door zo efficiënt mogelijk gebruik te maken van de twee navigatietechnieken die je bezit. De kunst is om de juiste navigatietechniek te kiezen voor een bepaalde situatie of omgeving waar je je op dat moment in bevindt. Je prestatie kan namelijk achteruit gaan wanneer je een verkeerde strategie toepast. De navigatietechniek die je van nature gebruikt wordt bepaald door natuurlijke variatie. Spontaan wordt een van de technieken gekozen (Iaria et al., 2003). Uiteindelijk veranderde 39% van de proefpersonen uit het onderzoek van Iaria van navigatietechniek. Degenen die eerst de spatiale techniek gebruikten veranderende deze later in de non-spatiale techniek en niemand deed dit andersom. Blijkbaar kunnen we ons dus aanpassen aan een situatie. De hippocampus zorgt dus voor een “cognitive map” welke dus flexibel is (Bohbot et al., 2007). Deze manier kan je erg helpen als je verdwaalt bent of een andere weg moeten zoeken als een obstakel de oorspronkelijke weg verspert (Hartley et al., 2003). De caudate nucleus helpt juist bij het onthouden en toepassen van een route die je gewend bent. Overige hersenstructuren krijgen dan ruimte om zich met andere taken bezig te houden. Op die

manier kan je snel reageren als er bijvoorbeeld gevaar dreigt en moet vluchten (Hartely et al., 2003). Een suggestie voor vervolgonderzoek zou zijn om verder te kijken naar de relaties tussen de hersenstructuren waar we mee navigeren en ziektes als Alzheimer en Parkinson. Er is genoeg aanleiding om hier verder op in te gaan en dit kan een grote bijdrage leveren aan het welzijn van mensen die eventueel in de toekomst Alzheimer of Parkinson zouden ontwikkelen. Ook wordt de wetenschap dat verrijkt met meer kennis over de functie en de werking van deze hersenstructuren en onze hersenen in het algemeen. Door dit verslag is er meer duidelijkheid verschaft rond het onderwerp “navigeren”. Verschillende manieren van navigeren zijn uitgelegd met behulp van eerdere onderzoeken en experimenten.

Literatuurlijst

Iaria, G., Petrides, M., Dagher, A., Pike, B., Bohbot, V. D. (2003). Cognitive strategies dependent on the hippocampus and caudate nucleus in human navigation: variability and change with practice. *The Journal of Neuroscience*, 23(13), 5945-5949

Bohbot, V. D., Lerch, J., Thorndyraft, B., Iaria, G., Zijdenbos, A. P. (2007). Gray matter differences correlate with spontaneous strategies in a human virtual navigation task. *The Journal of Neuroscience*, 27(38), 10078-10083

Hartley, T., Maguire, E. A., Spiers, A. 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