

# VU Research Portal

## Spatial Attention in Early Visual Cortex

Munneke, J.

2010

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

Munneke, J. (2010). *Spatial Attention in Early Visual Cortex*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

## Nederlandse samenvatting

Dit proefschrift gaat over de neurale selectie mechanismen van visueel-spatiele aandacht. Visueel-spatiele aandacht is het mechanisme dat het verwerken van potentieel relevante informatie uit de visuele omgeving faciliteert terwijl het de invloed van irrelevante informatie onderdrukt. Hoewel aandacht onvrijwillig getrokken kan worden door saillante informatie in de omgeving zoals een felle flits of een afwijkende kleur ten opzichte van de achtergrond (bottom-up aandacht), gaat dit proefschrift voornamelijk over het vrijwillig richten van spatiele aandacht ongeacht de visuele eigenschappen van objecten in de omgeving (top-down aandacht). Top-down controle van aandacht houdt in dat aandacht vrijwillig verschoven kan worden naar relevante locaties in de omgeving voordat hier daadwerkelijk informatie wordt aangeboden. Gebruikmakend van dit kenmerk van top-down aandacht, kan onderzocht worden hoe het brein zich voorbereid op binnenkomende informatie. Een groot deel van dit proefschrift gaat over het voorbereiden op binnenkomende visuele informatie, zogenaamde preparatoire aandachtseffecten.

In Hoofdstuk 1 wordt een overzicht gegeven van studies en theorieën die betrekking hebben op spatiele aandacht. Dit overzicht focust op een aantal verschillende aspecten gerelateerd aan spatiele aandacht. Als eerste worden een aantal verschillende theorieën besproken die beschrijven hoe selectie door middel van spatiele aandacht kan plaatsvinden. Als tweede worden de neurale correlaten van aandacht besproken, waarbij nadruk wordt gelegd op de rol van het fronto-parietale netwerk in top-down controle van aandacht en hoe dit netwerk de visuele cortex beïnvloedt. Er wordt verondersteld dat het fronto-parietale netwerk signalen naar specifieke delen van de visuele cortex stuurt, waarbij deze delen van de visuele cortex de locatie in de visuele omgeving coderen waar aandacht op dat moment gericht is. Door de verhoogde activiteit in deze gebieden wordt aangeboden informatie op de plek waar aandacht op is gericht beter verwerkt dan informatie die ergens anders wordt aangeboden. Een derde belangrijk onderwerp in Hoofdstuk 1 beschrijft hoe het aandachtssysteem omgaat met de aanwezigheid van irrelevante en mogelijk interfererende informatie in de visuele omgeving. Er wordt gespeculeerd dat de aan- of afwezigheid van irrelevante informatie een impact heeft op neurale processen in de vroege visuele cortex.

Hoofdstuk 2 beschrijft de effecten van preparatoire aandacht in de vroege visuele cortex. De beschreven fMRI studie onderzoekt óf en in welke mate de striate en extrastriate cortex gemoduleerd worden door preparatoire spatiele aandacht. Tijdens elke trial kregen proefpersonen informatie (de cue) over de locatie waar een doelstimulus (de target) zou gaan verschijnen. Dit stelde de proefpersoon in staat zijn of haar aandacht te verschuiven naar de locatie waar de target komt voordat deze daadwerkelijk in beeld is. Enkele seconden na het aanbieden van de cue werd het target scherm aangeboden en proefpersonen moesten aangeven of de target een horizontale of een verticale lijn was. Doordat er een aantal seconden verstreek tussen het aanbieden van de cue en het aanbieden van de target, konden aandachtsprocessen die door de cue werden gegenereerd bestudeerd worden zonder dat het gemeten BOLD signaal werd beïnvloed door processen die te maken hebben met het verwerken van de target. De

resultaten van deze studie laten zien dat alle bestudeerde gebieden in de vroege visuele cortex (V1, V2 en V3) op een spatieel-specifieke manier worden beïnvloed door preparatoire aandacht. Dit wordt als bewijs aangevoerd dat aandacht al in een vroeg stadium het visuele verwerkingsproces kan beïnvloeden.

In Hoofdstuk 3 worden veranderingen in het BOLD signaal vergeleken die gegenereerd worden tijdens het uitvoeren van een spatiele werkgeheugentaak en een spatiele aandachtstaak. In deze fMRI studie werden twee perceptueel identieke taken aangeboden aan de proefpersoon. In de spatiele werkgeheugentaak moesten proefpersonen de exacte locatie van één van vier gekleurde cirkels onthouden gedurende een periode van 5 seconden. Gedurende deze 5 seconden werd geen visuele informatie aangeboden. Na de periode van 5 seconden werden vier nieuwe witte cirkels gepresenteerd en proefpersonen moesten aangeven of één van de nieuwe cirkels op de locatie van de onthouden cirkel was gepresenteerd. In de spatiele aandachtstaak werd de gekleurde cirkel gebruikt als een cue voor een te verschijnen target. Net als in de spatiele werkgeheugentaak werden na 5 seconden vier nieuwe witte cirkels aangeboden en de proefpersonen moesten aangeven of de cirkel op de gecuede locatie een opening aan de linker of rechter kant had zitten. Door de perceptuele overeenkomst tussen de twee taken, kon elk verschil in BOLD signaal toegeschreven worden aan verschillen in functionaliteit die ten grondslag lagen aan de twee taken. Deze studie laat zien dat het onthouden van een locatie in werkgeheugen resulteerde in een spatieel specifieke toename van BOLD signaal in de vroege visuele cortex. Een zeer sterk overeenkomend BOLD-signaal werd geobserveerd in de spatiele aandachtstaak. Deze sterke overlap tussen de twee taken in BOLD toename is in overeenstemming met theorieën die claimen dat het onthouden van een locatie wordt gemediteerd door aandachtsverschuivingen naar de te onthouden locatie. Er wordt daarom geconcludeerd dat, ondanks dat spatieel werkgeheugen en spatiele aandacht twee verschillende functies zijn, het onderliggende werkgeheugen mechanisme attentieel van aard is.

In hoofdstuk 4 wordt een gedragsstudie beschreven waarin onderzocht werd of het aangeven waar afleidende informatie (een distractor) werd gepresenteerd, hielp bij het sneller selecteren van een eveneens aanwezige target stimulus. In twee experimenten werden proefpersonen verteld op welke locatie ze een distractor konden verwachten, terwijl men nooit wist waar de target zou verschijnen. Experiment 1 liet zien dat proefpersonen sneller waren in het selecteren van de target als ze van tevoren wisten waar een distractor zou verschijnen. Kennis van de distractor locatie had alleen een faciliterend effect op target selectie als er ook daadwerkelijk een distractor werd aangeboden. De gerapporteerde effecten konden niet worden verklaard door meer algemene mechanismen zoals toegenomen alertheid of simpelweg het wegschuiven van aandacht van de distractor locatie. Deze studie laat zien dat voorkennis van de distractor locatie het selecteren van een target faciliteert. Deze facilitatie wordt niet veroorzaakt door processen die acteren op de target, maar door het actief onderdrukken van de distractor locatie.

In Hoofdstuk 5 wordt een fMRI studie beschreven waarin de neurale correlaten van distractor preparatie werden onderzocht. In het experiment werd de locatie van de target gecued en werd aangegeven of de target wel of niet omringd zou zijn door distractoren. Proefpersonen moesten aangeven of een aangeboden Gabor-stimulus naar links of rechts was georiënteerd. Wanneer distractoren werden

aangeboden, werden deze altijd op vaste plekken om de target heen aangeboden. Omdat de cue 100% valide was, wisten proefpersonen altijd of en waar distractoren werden aangeboden. Omdat het onderdrukken van irrelevante informatie een actief proces is, werd verwacht dat deze conditie tot grotere veranderingen in het BOLD signaal zou leiden in vergelijking tot de conditie zonder distractoren. De resultaten van deze studie lieten zien dat de visuele cortex werd gemoduleerd door spatiale aandacht in V1, V2 en V3. Echter, een effect van de aan- of afwezigheid van distractoren werd alleen in V3 geobserveerd. In V3 werd een toename in BOLD signaal geobserveerd in de gebieden die de locatie van de target en distractoren coderen. Dit duidt erop dat de extrastriate cortex het vroegste gebied is dat gemoduleerd wordt door de of geanticiperde aanwezigheid van distractoren. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de receptieve velden van neurons in V3 groot genoeg zijn om zowel gestimuleerd te worden door targets en distractoren. Hierdoor prepareert het gebied zich om informatie van zowel target als de distractor te gaan verwerken. De receptieve velden in V1 en V2 zijn kleiner waardoor ze alleen informatie ontvangen van de target of de distractor, maar niet allebei. Om deze reden hoeft er geen competitie opgelost te worden tussen de verschillende stimuli. In het geval van het gebruik van kleinere stimuli welke dichtbij elkaar waren gepresenteerd zouden eventueel ook preparatoire effecten in V1 en V2 waargenomen kunnen worden.

Hoofdstuk 6 geeft een overzicht van de empirische studies beschreven in dit proefschrift en er wordt uitgeweid over de theoretische implicaties van de bevindingen in dit proefschrift. De voornaamste conclusie is dat preparatoire aandachtseffecten geobserveerd kunnen worden in de vroege visuele cortex inclusief V1. Het blijkt verder dat modulatie in de vroege visuele cortex afhankelijk is van de aan- of afwezigheid van afleidende informatie en of eventuele aanwezige distractoren in hetzelfde receptieve veld als de target stimulus wordt aangeboden. Selectieve aandacht faciliteert het verwerken van relevante informatie terwijl het irrelevante informatie onderdrukt. De primaire visuele cortex ondersteunt een aantal hogere orde cognitieve functies zoals spatiale aandacht en spatiaal werkgeheugen en moet daardoor gezien worden als deel van de visuele cortex dat meer doet dan slechts het verwerken van visuele informatie.