

*Correspondentieadres:*

Dr. S. Van der Stigchel  
Experimentele Psychologie  
Universiteit Utrecht  
Heidelberglaan 2  
3584 cs Utrecht  
S.VanderStigchel@uu.nl

---

## *Hemispatieel neglect: Meer dan slechts een aandachtsprobleem?*

### Samenvatting

Hemispatieel neglect wordt vaak geassocieerd met gelateraliseerde stoornissen in de visuele aandacht. Volgens veel van de huidige theorieën wordt neglect veroorzaakt door een gebrek aan aandacht voor een deel van de ruimtelijk informatie die patiënten moeten verwerken. Als gevolg daarvan negeren ze deze informatie. Er zijn echter problemen met deze standaarduitleg van neglect als een aandachtsprobleem. Hoewel een goede verklaring voor een gedeelte van de problematiek van neglectpatiënten, kunnen veel van hun problemen niet worden verklaard door een aandachtsprobleem. In dit artikel zullen we resultaten van studies bespreken die suggereren dat een gedeelte van de problemen die eerst werden geschaard onder een aandachtsstoornis, beter verklaard kunnen worden door een probleem in het bijwerken ('updaten') van locatie-informatie. In combinatie met een aandachtsprobleem, zou een probleem in het updaten van informatie kunnen leiden tot het verdwijnen van relevante informatie uit het bewustzijn. Mede doordat neglect een heterogene stoornis is, kunnen verfijningen in de beschrijving van de onderliggende stoornis tot verbetering leiden van diagnostiek en revalidatie.

### Introductie

Na hersenbeschadiging kan hemispatieel neglect ontstaan, waarbij patiënten informatie in het contralesionale veld verwaarlozen. Dit fenomeen wordt niet veroorzaakt door een sensorisch of motorisch defect: patiënten zijn niet blind en zijn in staat een beweging naar objecten in het contralesionale veld te maken, maar de informatie wordt simpel-

weg genegeerd: ze gedragen zich alsof de helft van de wereld niet meer bestaat. Neglect wordt meestal gezien na schade aan de inferieure pariëtale cortex (Driver e.a., 1998) of de superieure temporale cortex (Karnath, 2001) en is in de chronische fase doorgaans het gevolg van beschadiging aan de rechterhemisfeer. In de acute fase wordt neglect ook na linkszijdige beschadigingen waargenomen (Driver e.a., 1998).

Neglect is een heterogene aandoening en heeft verschillende verschijningsvormen: het kan specifiek zijn voor een sensorische modaliteit, voor een motorisch domein, voor een regio in de ruimte of voor een egocentrisch of allocentrisch referentiekader (Mesulam, 1999). Het lijkt dan ook alsof neglect een verzamelnaam is voor een verscheidenheid aan problemen/stoornissen. Het is daarom misschien ook niet verrassend dat de theorievorming uitgaande van een unitair onderliggend mechanisme tot nu toe nog weinig succesvol is gebleken. In deze theorieën wordt neglect geassocieerd met gelateraliseerde verstoringen in de aandacht: ofwel een verstoring om aandacht naar het contralesionale visuele veld te verplaatsen (Kinsbourne, 1987; Mesulam, 1999) ofwel een verstoring om aandacht los te maken van het ipsilesionale visuele veld (Marshall & Halligan, 1989; Posner e.a., 1984). Het idee achter deze theorieën is dat neglect wordt veroorzaakt doordat patiënten geen aandacht besteden aan een deel van de ruimtelijk informatie die zij moeten verwerken met als gevolg dat zij deze informatie negeren.

Er zijn echter problemen met de standaarduitleg van neglect als een aandachtsprobleem. Veel van het gedrag van neglectpatiënten kan namelijk niet worden verklaard door een probleem met de aandacht, zoals het veelvuldig opnieuw bezoeken van elementen in het ipsilesionale veld. Daarnaast is aandacht een slecht gedefinieerd concept: wat betekent het precies dat een patiënt ergens geen aandacht voor heeft? En waarom zou een object dat geen aandacht krijgt niet tot het bewustzijn doordringen? Een gezond individu richt de aandacht ook niet op alle objecten in de ruimte, maar zal deze informatie niet negeren. In dit artikel zullen we bespreken welke facetten van neglect niet verklaard kunnen worden door een aandachtsprobleem en ingaan op recente aanwijzingen dat neglect mede veroorzaakt lijkt te worden door een probleem met het updaten van visuele informatie.

### Problemen met uitleg van neglect als aandachtsprobleem

In de kliniek wordt neglect vastgesteld door een neuropsychologische testbatterij, waarin pen-en-papier testen worden gebruikt om het bewustzijn voor bepaalde gedeeltes van het visuele veld in kaart te brengen. Een voorbeeld hiervan is de 'star cancellation'-taak, waarin de patiënt wordt gevraagd de kleine sterren door te strepen en de overige elementen te negeren. Van de afwijkende prestaties (het missen van kleine sterren aan één zijde) op deze test kan echter een aantal factoren niet verklaard worden door een aandachtsprobleem. Wanneer een patiënt van tevoren de vier hoeken van een pagina moet markeren, leidt dit niet tot verbetering van de prestatie op deze taak (Halligan & Marshall, 1993). Met andere woorden, terwijl de patiënt bewust wordt gemaakt van het volledige zoekveld en dus de aandacht verplaatst naar het contralesionale visuele veld, vertoont de patiënt nog steeds neglect. De resultaten van een andere studie hebben daarentegen duidelijk gemaakt dat er geen neglect is voor sterren wanneer deze sterren in isolatie worden gepresenteerd in het contralesionale veld (Eglin e.a., 1989). Dit betekent dat de aandacht wel gericht kan worden wanneer er geen competitie is van visuele informatie in het ipsilesionale visuele veld, zoals

ook geobserveerd wordt bij visuele extinctie. Ook wordt vaak gezien dat sterren in het ipsilesionale visuele veld veelvuldig aangekruist worden, ondanks dat het eerder gezette streepje goed zichtbaar is (Nys e.a., 2010; Rusconi e.a., 2002). Wanneer oogbewegingen gemeten worden tijdens visuele zoektaken wordt een vergelijkbaar fenomeen waargenomen: patiënten met neglect maken veel oogbewegingen naar eerder bezochte locaties (Behrmann e.a., 1997). Als er alleen een aandachtsprobleem voor het contralesionale veld zou zijn, zou er geen reden zijn om veel locaties opnieuw te bezoeken in het ipsilesionale veld.

Een andere veelvuldig gebruikte taak om neglect vast te stellen is een kopieertaak. Bij deze taak wordt de patiënt gevraagd om bijvoorbeeld een huis of een klok na te tekenen. Neglectpatiënten kopiëren bij deze taak vaak maar een half object. Interessant hieraan is dat deze patiënten wel correct kunnen aangeven of ze een heel of een half object zien; ze hebben dus kennis over alle componenten van een plaatje, maar kopiëren maar een half object als hun gevraagd wordt om een heel object na te tekenen (Ishiyama e.a., 1996). Patiënten zien dit zelf niet direct na het natekenen, maar geven na een pauze wel aan dat ze maar een half object hebben getekend. Tevens wordt tijdens deze taak veelvuldig waargenomen dat patiënten details van de contralesionale kant van de tekening verplaatsen naar de ipsilesionale kant (Halligan e.a., 1992). Dit fenomeen wordt 'allochiria' genoemd en wordt ook gezien tijdens het natekenen van een klok: details van de linkerkant worden verplaatst naar de rechterkant (Di Pellegrino, 1995). Het tekenen van een klok wordt wel correct uitgevoerd wanneer de ogen van de patiënten gesloten zijn en gaat ook correct wanneer de te kopiëren klok geen cijfers aan de ipsilesionale kant heeft. Er is dan namelijk geen informatie die van de ipsilesionale kant verplaatst kan worden. Het is onduidelijk waarom patiënten alleen bij het kopiëren een half object zien en waarom informatie wordt verplaatst in de ruimte als er alleen een aandachtsprobleem zou zijn (zie ook, Nys e.a., 2008).

Een laatste probleem met de standaarduitleg van neglect komt van studies die hebben laten zien dat locatie-informatie in het contralesionale visuele veld verstoord is. Wanneer een object kort wordt aangeboden in het genegeerde visuele veld, kunnen neglectpatiënten vervolgens niet correct aangeven waar het object precies werd aangeboden: er is een mislokalisatie waarbij de informatie over de locatie van het object verkeerd gerepresenteerd wordt (Di Pellegrino & De Renzi, 1994). Dit soort resultaten wordt vaak gekoppeld aan de term 'representatieve neglect', waarbij er een verstoring is van de waargenomen ruimte (Bisiach e.a., 1994; Kerkhoff, 2000; Lenggenhager e.a., 2012). Deze representatie is dan asymmetrisch, waarbij de contralesionale ruimte vergroot is en de ipsilesionale ruimte verkleind.

### Een nieuwe kijk op neglect

Uit het voorgaande zal duidelijk zijn dat er behoefte is aan een betere beschrijving van de onderliggende problematiek bij neglect. In de afgelopen jaren is er steeds meer bewijs verzameld voor het idee dat een groot gedeelte van de problemen bij neglect niet alleen verklaard kan worden door een aandachtsprobleem, maar ook door een probleem in het updaten van informatie. Wanneer wij de wereld zien, komt deze op ons over als stabiel. Visuele informatie wordt echter niet stabiel geregistreerd: elke keer als wij een oogbeweging maken, verschuift het gehele visuele veld en staan alle objecten weer op een andere plek. Toch zult u geen problemen hebben met het lokaliseren van uw kop koffie na het maken

van een oogbeweging: de representatie (bijvoorbeeld locatie, grootte, oriëntatie) van uw kop koffie is bijgewerkt na de oogbeweging. Hoewel het object op het ene moment op een andere plek van uw retina valt dan op een ander moment, heeft u de indruk van een stabiele wereld en niet een wereld van schokkerige beelden elke keer als u met uw ogen beweegt. Het opslaan, updaten en de relokalisatie van de verschillende onderdelen van een visuele scene zorgt voor de constantheid van visuele perceptie.

Een simpel experiment om dit updating concept duidelijk te maken is de 'double step saccade'-taak (Becker & Jürgens, 1979). In deze taak zien proefpersonen twee stippen die kort achter elkaar op verschillende plekken op een computerscherm worden getoond. Proefpersonen wordt vervolgens gevraagd om twee oogbewegingen te maken: een saccade naar de eerste stip en vervolgens een saccade naar de tweede stip. Echter, op het moment dat de twee oogbewegingen moeten worden gemaakt, is de visuele informatie reeds van het scherm verdwenen. De sequentie van oogbewegingen moet dus helemaal uit het geheugen worden gemaakt. Nu zal de eerste oogbeweging in het algemeen geen probleem zijn, maar voor de tweede oogbeweging is een update nodig: de locatie van de tweede stip is een andere locatie ten opzichte van de huidige locatie van het oog dan op het moment waarop deze stip werd aangeboden. Er moet dus een update plaatsvinden van de locatie van de tweede stip om de tweede oogbeweging correct uit te voeren. Als deze update niet succesvol is, zal de tweede oogbeweging naar een verkeerde plek worden gemaakt.

Neurofysiologische metingen bij apen hebben laten zien dat gebieden in de posterieure pariëtale cortex een belangrijke rol spelen bij het updaten van visuele informatie (Duhamel e.a., 1992). De rol van dit gebied werd bevestigd in studies bij patiënten met een beschadiging aan de pariëtale cortex (Heide e.a., 1995). Deze patiënten hadden een probleem met het updaten van visuele informatie waardoor zij een incorrecte tweede oogbeweging uitvoerden (zie ook Sapir e.a., 2004). Dezelfde problemen werden ook gezien in een vervolgstudie waarin ook enkele patiënten met neglect werden getest (Heide & Kompf, 1998). Door deze resultaten en de sterke overlap in breingebieden die coderen voor spatieel geheugen en aandacht (Corbetta e.a., 2002; Husain & Rorden, 2003) hebben een aantal onderzoekers voorgesteld dat een probleem in het updaten van visuele informatie een cruciaal onderdeel van neglect zou kunnen zijn (Pisella & Mattingley, 2004; Vuilleumier e.a., 2007). Hieronder zullen enkele studies worden besproken die bewijs hebben geleverd voor dit idee.

Een eerste indicatie voor een probleem met updaten van visuele informatie komt van een studie waarbij patiënten werd gevraagd om de verandering van de locatie, vorm en kleur van stimuli te detecteren (Pisella e.a., 2004). Patiënten kregen hierbij een matrix te zien met vier objecten in verschillende posities. Na een korte pauze verscheen een tweede matrix en moesten patiënten veranderingen in locatie, kleur en vorm detecteren. Neglectpatiënten hadden moeite met veranderingen in objectlocatie in beide visuele velden, terwijl het geheugen voor de andere eigenschappen in orde was. Interessant hierbij was dat dit probleem alleen optrad bij een korte pauze tussen de aanbidding van de twee matrices. Wanneer de twee matrices direct na elkaar werden getoond, was dit probleem niet aanwezig. Hoewel studies elkaar tegenspreken of dit fenomeen nu optreedt in beide visuele velden, zoals in deze studie, of alleen in het contralesionale veld (Denis e.a., 2002), was de verklaring voor dit effect dat er oogbewegingen gemaakt worden in de pauze tijdens de

twee aanbiedingen. Door deze oogbewegingen gaat er informatie over de locatie verloren door een probleem in de spatiële updating van informatie. Gezien het feit dat updating plaatsvindt in de pariëtale kwab, was een interessante bevinding dat het probleem met het coderen van objectlocatie alleen zichtbaar was bij patiënten met pariëtale schade en niet bij neglectpatiënten zonder pariëtale schade.

De belangrijke rol van oogbewegingen bij het wel of niet onthouden van locatie-informatie werd in een latere studie direct gemanipuleerd (Vuilleumier e.a., 2007). In deze studie werd aangetoond dat het geheugen voor de locatie van een stimulus inderdaad alleen verstoord is als er een oogbeweging gemaakt wordt. In deze studie werd geconcludeerd dat locatie-informatie verminderd is indien deze bijgewerkt moet worden. Dit was niet het geval voor een groep gezonde controles. De mate waarin deze informatie verminderd was, was gecorreleerd met de ernst van neglect.

Ook het feit dat neglectpatiënten tijdens experimenten veelvuldig plekken bezoeken die ze reeds bezocht hebben (zie ook Malhotra e.a., 2004), blijkt te verklaren door een probleem met het updaten van locatie-informatie. Wanneer patiënten tijdens een zoektaak bij elk element moesten aangeven of dit een nieuw object is of dat ze hier al eerder naar hebben gekeken, schatten ze dit slechter in dan controles (Husain e.a., 2001). Dit probleem gold vooral voor het ipsilesionale veld, simpelweg omdat in dit visuele veld vooral gezocht werd. In een verdere casusbeschrijving werd een inventieve manipulatie gebruikt, waarbij de patiënt een onzichtbare streep zette op het aan te kruisen object (de dop bleef op de pen, maar carbon papier registreerde wel de pennenstreek, Wojciulik e.a., 2001): het gevolg was dat de neglectverschijnselen in dit geval ernstiger waren dan wanneer de streep zichtbaar was. De patiënt was dus niet in staat om de locaties te onthouden die reeds weggestreept waren en dit probleem verergerde zonder het 'geheugensteuntje' dat de patiënt normaal zou hebben door het zien van het eerder geplaatste streepje. Maar als u zich realiseert dat u in het dagelijks leven in het algemeen geen streepje plaatst op de plek waar u reeds gezocht hebt, kunt u zich voorstellen dat dit een groot probleem is bij patiënten met neglect. Indien de patiënt dan bijvoorbeeld een boek zoekt in een boekenkast zal er op een inefficiënte manier gezocht worden.

Het opnieuw aankruisen van stimuli lijkt op de motorperseveraties die vaak gezien worden bij frontale beschadigingen (Na e.a., 1999). Dit lijkt echter een ander fenomeen te zijn, aangezien deze patiënten niet worden tegengehouden door het herkennen van een eerder geplaatste streepje. Daarbij neemt voor patiënten met pariëtale schade de kans op het opnieuw bezoeken van een stimulus tijdens een zoektaak toe met het verstrijken van de tijd (doordat het geheugen voor de locaties steeds slechter wordt), terwijl dit niet het geval is voor patiënten met frontale schade (Mannan e.a., 2005).

Deze nieuwe kijk op neglect verklaart ook veel van de observaties gedaan naar aanleiding van natekentaken. Voor het kopiëren van een tekening moeten er namelijk frequent oogbewegingen worden gemaakt, omdat de originele afbeelding veelvuldig bekeken moet worden om een exacte kopie te kunnen maken. Echter, na het maken van een oogbeweging is de locatie-informatie verstoord. Hierdoor kan informatie op de verkeerde plek worden neergezet en dat kan leiden tot fenomenen die eerder beschreven zijn als 'allochiria' (Halligan e.a., 1992). Dit verklaart ook waarom allochiria niet zichtbaar is als mensen tekenen met de ogen dicht (Di Pellegrino, 1995), aangezien hierbij geen oogbewegingen gemaakt

hoeven te worden. Patiënten met linkszijdig neglect zullen daarom ook nog steeds sterren in het linker visuele veld missen nadat ze kort daarvoor de linkerkant van het zoekveld hebben gemarkeerd (Halligan & Marshall, 1993): de informatie over de linkerkant van het zoekveld wordt niet onthouden en is dus geen marker om het verdere zoeken te bevorderen.

Het lijkt dus alsof veel van de problemen die eerst werden geschaard onder een aandachtsstoornis, ook deels verklaard kunnen worden door een probleem in het updaten van locatie-informatie. Wanneer de aandacht gericht is op het ipsilesionale veld, zullen patiënten moeite hebben met het verplaatsen van de aandacht naar het contralesionale veld (het zogenaamde 'disengagement'), simpelweg omdat de locatie-informatie van het contralesionale veld niet meer beschikbaar is; deze informatie is niet geüpdatet na de verplaatsing van de aandacht naar het ipsilesionale veld. Ook al maken neglectpatiënten tijdens een zoektaak net zoveel oogbewegingen naar links als naar rechts (Niemeier & Karnath, 2000), zullen ze niet in het contralesionale veld zoeken, aangezien veel van de locatie-informatie over deze ruimte niet meer aanwezig is. In combinatie met een aandachtsprobleem, zou een probleem in het updaten van informatie dus uiteindelijk kunnen leiden tot het verdwijnen van relevante informatie uit het bewustzijn.

### Conclusie

Er wordt niet beweerd dat deze componenten *alle* problematiek bij neglect verklaren; er blijft een initiële bias om sterker op informatie in het ipsilesionale veld te reageren. Gezien het feit dat de gebieden in het brein die verantwoordelijk zijn voor het updaten van informatie, zich in de posterieure pariëtale cortex bevinden, is de verwachting dat dergelijke problematiek ook alleen aanwezig zal zijn bij patiënten met een beschadiging aan dit specifieke gebied. Wel kan het zo zijn dat deze patiënten een veel ernstigere vorm van neglect hebben, omdat zij uiteindelijk nooit in het contralesionale veld gaan zoeken doordat de informatie over het contralesionale veld grotendeels verloren is gegaan door een probleem in het updaten.

In tegenstelling tot aandacht is updating een goed gedefinieerd concept. Toekomstige revalidatietechnieken zouden gebruik kunnen maken van deze nieuwe kijk op neglect. Een goede optie zou prisma-adaptatie kunnen zijn: hierbij wordt de visuele wereld verplaatst door een primabril, waarna een patiënt zich aanpast aan deze nieuwe situatie. Het is bekend dat prisma-adaptatie een positief effect kan hebben bij neglectpatiënten (Nijboer e.a., 2008; Nijboer e.a., 2011; Rossetti e.a., 1998). Recentelijk hebben we aangetoond dat het updatingproces bij gezonde controles beïnvloedt wordt door prisma-adaptatie: na prisma-adaptatie werd de cruciale tweede oogbeweging op de 'double step saccade'-taak minder accuraat uitgevoerd dan voor de adaptatie (Bultitude e.a., 2013). Het zou dus zo kunnen zijn dat vooral patiënten met posterieure pariëtale schade baat hebben bij deze adaptatie, omdat dit hersengebied verantwoordelijk is voor het updaten van informatie. Mede doordat neglect zo'n heterogene stoornis is, kunnen verfijningen in de beschrijving van de onderliggende stoornis tot verbetering leiden van diagnostiek en revalidatie.

## Literatuur

- Becker, W. & Jürgens, R. (1979). An analysis of the saccadic system by means of double step stimuli. *Vision Research*, 19, 967-983.
- Behrmann, M., Watt, S., Black, S.E. & Barton, J.J.S. (1997). Impaired visual search in patients with unilateral neglect: An oculographic analysis. *Neuropsychologia*, 35(11), 1445-1458.
- Bisiach, E., Rusconi, M.L., Peretti, V.A. & Valar, G. (1994). Challenging current accounts of unilateral neglect. *Neuropsychologia*, 32(11), 1431-1434.
- Bultitude, J.H., Van der Stigchel, S. & Nijboer, T.C.W. (2013). Prism adaptation alters spatial remapping in healthy individuals: Evidence from double-step saccades. *Cortex*, 49, 759-770.
- Corbetta, M., Kincade, J.M. & Shulman, G.L. (2002). Neural systems for visual orienting and their relationships to spatial working memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 508-523.
- Denis, M., Beschin, N., Logie, R.H. & Della Sala, S. (2002). Visual perception and verbal descriptions as sources for generating mental representations: Evidence from representational neglect. *Cognitive Neuropsychology*, 19(2), 97-112.
- Driver, J. & Mattingley, J. B. (1998). Parietal neglect and visual awareness. *Nature Neuroscience*, 1(1), 17-22.
- Duhamel, J.-R., Colby, C.L. & Goldberg, M.E. (1992). The updating of the representation of visual space in parietal cortex by intended eye movements. *Science*, 255, 90-92.
- Eglin, M., Robertson, L.C. & Knight, R.T. (1989). Visual search performance in the neglect syndrome. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 372-381.
- Halligan, P.W. & Marshall, J.C. (1993). Homing in on neglect: A case study of visual search. *Cortex*, 29, 167-174.
- Halligan, P.W., Marshall, J.C. & Wade, D.T. (1992). Left on the right: Allochiria in a case of left visuo-spatial neglect. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 55, 717-719.
- Heide, W., Blankenburg, M., Zimmerman, E. & Kompf, D. (1995). Cortical control of double-step saccades: Implications for spatial orientation. *Annals of neurology*, 38, 739-748.
- Heide, W. & Kompf, D. (1998). Combined deficits of saccades and visuo-spatial orientation after cortical lesions. *Experimental Brain Research*, 123, 164-171.
- Husain, M., Mannan, S., Hodgson, T.L., Wojciulik, E., Driver, J. & Kennard, C. (2001). Impaired spatial working memory across saccades contributes to abnormal search in parietal neglect. *Brain*, 124(5), 941-952.
- Husain, M. & Rorden, C. (2003). Non-spatially lateralized mechanisms in hemispatial neglect. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 26-36.
- Ishiyama, S., Seki, K., Koyama, Y. & Yokota, T. (1996). Mechanisms of unilateral spatial neglect in copying a single object. *Neuropsychologia*, 34(10), 965-971.
- Karnath, H.O. (2001). New insights into the functions of the superior temporal cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 568-576.
- Kerkhoff, G. (2000). Multiple perceptual distortions and their modulation in left-sided visual neglect. *Neuropsychologia*, 38(7), 1073-1086.
- Kinsbourne, M. (1987). Mechanisms of unilateral neglect. In: M. Jeannerod (red.), *Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect* (pp. 69-86). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Lenggenhager, B., Loetscher, T., Kavan, N., Pallich, G., Brodtmann, A., Nicholls, M.E.R. e.a. (2012). Paradoxical extension into the contralesional hemispace in spatial neglect. *Cortex*, 48, 1320-1328.
- Malhotra, P., Mannan, S., Driver, J. & Husain, M. (2004). Impaired visual spatial memory: One component of the visual neglect syndrome? *Cortex*, 40, 667-676.
- Mannan, S.K., Mort, D.J., Hodgson, T.L., Driver, J., Kennard, C. & Husain, M. (2005). Revisiting previously searched locations in visual neglect: Role of right parietal and frontal lesions in misjudging old locations as new. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(2), 340-354.
- Marshall, J.C. & Halligan, P.W. (1989). Does the midsagittal plane play any privileged role in 'left' neglect? *Cognitive Neuropsychology*, 6(4), 403-422.
- Mesulam, M.M. (1999). Spatial attention and neglect: Parietal, frontal and cingulate contributions to the mental representation and attentional targeting of salient extrapersonal events. *Philosophical Transactions of the Royal Society: B*, 354, 1325-1346.
- Na, D.L., Adair, J.C., Kang, Y., Chung, C.S., Lee, K.H. & Heilman, K.M. (1999). Motor perseverative behaviour on a line cancellation task. *Neurology*, 52, 1569-1576.
- Niemeier, M. & Karnath, H. O. (2000). Exploratory

- saccades show no direction-specific deficit in neglect. *Neurology*, 54(2), 515-518.
- Nijboer, T.C.W., McIntosh, R.D., Nys, G.M.S., Dijkerman, H.C. & Milner, A.D. (2008). Prism adaptation improves voluntary but not automatic orienting in neglect. *Neuroreport*, 19(3), 293-298.
- Nijboer, T.C.W., Nys, G.M.S., Van der Smagt, M., Van der Stigchel, S. & Dijkerman, H.C. (2011). Repetitive long-term prism adaptation permanently improves the detection of contralateral visual stimuli in a patient with chronic neglect. *Cortex*, 47(6), 734-740.
- Nys, G.M., Nijboer, T.C.W. & De Haan, E.H. (2008). Incomplete ipsilesional hallucinations in a patient with neglect. *Cortex*, 44, 350-352.
- Nys, G.M., Stuart, M. & Dijkerman, H.C. (2010). Repetitive exploration towards locations that no longer carry a target in patients with neglect. *Journal of Neuropsychology*, 4(1), 33-45.
- Pellegrino, G. di (1995). Clock-drawing in a case of left visuo-spatial neglect: A deficit of disengagement. *Neuropsychologia*, 33(3), 353-358.
- Pellegrino, G. di & De Renzi, E. (1994). An experimental investigation on the nature of extinction. *Neuropsychologia*, 33(2), 153-170.
- Pisella, L., Berberovic, N. & Mattingley, J.B. (2004). Impaired working memory for location but not for colour or shape in visual neglect: A comparison of parietal and non-parietal lesions. *Cortex*, 40(2), 379-390.
- Pisella, L. & Mattingley, J.B. (2004). The contribution of spatial remapping impairments to unilateral visual neglect. *Neuroscience and Biobehavioural Reviews*, 28(2), 181-200.
- Posner, M.I., Walker, J.A., Friedrich, F.J. & Rafal, R.D. (1984). Effects of parietal injury on covert orienting of attention. *The Journal of Neuroscience*, 4, 1863-1874.
- Rossetti, Y., Rode, G., Pisella, L., Farne, A., Li, L., Basso, D. e.a. (1998). Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect. *Nature*, 395(6698), 166-169.
- Rusconi, M.L., Maravita, A., Bottini, G. & Vallar, G. (2002). Is the intact side really intact? Perseverative responses in patients with unilateral neglect: A productive manifestation. *Neuropsychologia*, 40(6), 594-604.
- Sapir, A., Hayes, A., Henik, A., Danziger, S. & Rafal, R. (2004). Parietal lobe lesions disrupt saccadic remapping of Inhibitory Location Tagging. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(4), 503-509.
- Vuilleumier, P., Sergent, C., Schwarz, S., Valenza, N., Girardi, M., Husain, M. e.a. (2007). Impaired perceptual memory of locations across gaze-shifts in patients with unilateral spatial neglect. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(8), 1388-1406.
- Wojciulik, E., Husain, M., Clarke, K. & Driver, J. (2001). Spatial working memory deficit in unilateral neglect. *Neuropsychologia*, 39, 390-396.