

Af Asser Hestbech

Unilateral neglekt

en forstyrrelse af opmærksomheden for kroppen og det eksterne rum

Speciale, Oktober 2002
Vejleder: Anders Gade
Institut for Psykologi
Københavns Universitet

Abstract:

This master's thesis thoroughly examines the various hypotheses which have been put forward in the explanation of unilateral neglect. Partly because of the experimental distinction between motor and sensory aspects of this disorder and partly due to the dissociation between motor neglect and spatial neglect it has often been claimed that neglect is not a unitary disorder. The disturbances of the perception of the body and the perception of external space were thought to stem from lesions in different parts of the attentional network. This thesis confirms the opposite view: The bodily and the space-based manifestations of neglect are only two distinct expressions of the same disorder which is primarily caused by a lesion in the inferior parietal lobule of the right hemisphere. The thesis concludes that the perception of the body and the perception of external space activate the same types of sensorimotor networks of the brain. A theoretical model is presented in an attempt to account for the different clinical manifestations of neglect. The model suggests that attentional processes operates within the limits of multiple sensorimotor networks which represents important aspects of perception and action. Partial damage to this system, in combination with a disturbance in the functionality of the inferior parietal lobule, results in various forms of unilateral neglect.

1. Indledning	4
1.1 Motivation	4
1.2 Opgaven	5
1.3 Disposition	6
2. Empiriske observationer	7
2.1 Historisk udvikling	7
2.2 Neglekt for kroppen og neglekt for rummet	9
2.3 Kliniske observationer	10
2.4 Case NN	12
2.5 Sensoriske og motoriske forstyrrelser ved neglekt	14
2.6 Spatial neglekt	16
2.7 Objektbaseret neglekt	18
2.8 Neglekt og den spatiale referenceramme	19
2.9 Neglekt for henholdsvis det nære og det fjerne rum	20
2.10 Mental neglekt	20
2.11 Implicit processering ved neglekt	21
2.12 Midlertidig remission	22
2.13 Højre og venstre hemisfære læsioner	24
2.14 Incidens og prognostiske overvejelser	26
2.15 Anatomiske overvejelser	27
2.16 Opmærksomhed eller repræsentation	27
3. Opmærksomhedsteoriene	29
3.1 Introduktion	29
3.2 Heilman: Inattention-arousal hypotesen	30
3.3 Heilman: Teorien om lateral aktivering	32
3.4 Kinsbourne: Teorien om lateral hæmning	34
3.5 Posner: Synlig og skjult opmærksomhed	37
3.6 Posner: Forsøg med skjult opmærksomhed	38
3.7 Mesulam: Kortikalt netværk for spatial opmærksomhed	42
4. De repræsentationelle teorier	47
4.1 Introduktion	47
4.2 Bisiach: neglekt for forestillingsbilleder	48
4.3 Rizzolatti: Den præmotoriske opmærksomhedsteori	52
4.4 Jeannerod & Karnath: Den egocentriske referenceramme	57
4.6 Duhamel: Bimodal spatial repræsentation	64
4.7 Skemata for henholdsvis det nære og det fjerne rum	66
4.8 Opsummering og konklusion på kapitel 3 & 4	68
5. Posterior parietal kortex	71
5.1 Anatomi	71
5.2 Den superiore vs. den inferiore parietallap	72
5.3 Anatomisk asymmetri	73
5.4 To visuelle systemer	75
5.5 Neglekt og de to visuelle systemer	76
5.6 Posterior parietal kortex som leverandør af et dynamisk sensorimotorisk kort	77
5.7 Opstilling af netværksmodel for spatial kognition	80
5.8 Neglekt og den højre inferiore parietallap	83
6. Generel konklusion	85
6.1 Repræsentation og/eller opmærksomhed	85
6.2 Neglekt: en forstyrrelse af opmærksomheden for kroppen og for rummet	89
Referencer	91

1. Indledning

1.1 Motivation

Da jeg i august 2001 startede mit praktikophold hos neuropsykologerne på Rigshospitalets afdeling N, vidste jeg ikke hvad jeg ville skrive speciale om. Jeg havde en forventning om at der nok ville dukke et emne op under mit praktikforløb. I forbindelse med den neuropsykologiske testning af patienter med hukommelsesproblemer blev jeg instrueret om at nogle patienter udviser en forstyrret opmærksomhed for den ene side af rummet. Dette skulle jeg være opmærksom på når jeg administrerede testene. Det betød nemlig at de pågældende patienter kunne have neglekt, hvilket igen var en indikation på at de muligvis havde en læsion i den ene, typisk den højre, hemisfære. Dette fænomen: unilateral neglekt fangede øjeblikkelig min interesse og jeg skaffede alt hvad jeg kunne finde om emnet. Jo mere jeg læste jo mere ville jeg vide. Jeg blev opmærksom på at der hersker uenighed om hvad neglekt egentlig er for en forstyrrelse. Lærebøgerne indeholdt udførlige kliniske beskrivelser og redegjorde for de fremsatte hypoteser, men noterede samtidig at der ikke eksisterede en samlet forklaringsmodel der kunne redegøre for alle de observerede fænomener inden for området.

Det siger sig selv at det er ret vigtigt at opdage om patienterne har en blødning eller en blodprop i hjernen ikke mindst fordi patienter med neglekt har en begrænset indsigt i konsekvenserne af deres hjerneskade. Patienter med neglekt udviser en halvsidig forstyrrelse af opmærksomheden for stimuli præsenteret i den ene side. Derfor har de svært ved at klare sig i det daglige, de kan ofte ikke orientere sig i rummet, finde vej, køre bil, cykle, læse, se fjernsyn, tage tøj på,

vaske eller barbere sig, det vil sige aktiviteter der kræver at de er opmærksomme på deres egen krop og på rummet omkring dem.

1.2 Opgaven

Jeg valgte at skrive om neglekt fordi det virkede så ufatteligt på mig at opmærksomheden kan forstyrres på en sådan måde som det sker ved neglekt. Det er utroligt at se patienter med en tilsyneladende velfungerende opmærksomhed for stimulation i den ene side kan være så uopmærksomme på hvad der foregår i den anden. Når man er sammen med patienter med neglekt kan man mærke hvordan de på det psykologiske plan er påvirket af følgerne efter en hjerneskade. Dels reduceres deres sædvanlige følelsesmæssige kompetencer, dels er dét at have fået en læsion i hjernen et voldsomt chok for dem og ikke mindst for deres pårørende.

Jeg blev overrasket over hvor mange undersøgelser og eksperimenter der er publiceret vedrørende neglekt. Det virkede ekstra motiverende at der fandtes så meget litteratur der var lige til at gå til. Mange teoretiske modeller springer let hen over det faktum at visuel neglekt ofte optræder sammen med sensorimotoriske forstyrrelser i opmærksomheden for kroppen. Jeg mente fra begyndelsen at der måtte være en sammenhæng, at perceptionen af kroppen og rummet er en del af den samme proces, fordi man bruger kroppen og dens sanseapparat når man relaterer til og perciperer rummet. Jeg havde ikke set nogle hypoteser der redegjorde for dette forhold, men det blev dét jeg primært satte mig for at undersøge.

Formålet med specialet er at komme nærmere en forståelse af de halvsidige forstyrrelser i opmærksomheden for kroppen og rummet. Hvilken sammenhæng er der imellem de kropslige og de rumlige aspekter af neglekt? Har de samme årsag? Er der en forbindelse imellem perceptionen af kroppen og rummet? Hvad er det for områder i hjernen der er skadet ved neglekt og kan man ud fra de

tilgængelige forskningsresultater komme nærmere en forklaring på hvilken type funktion(er) det er de pågældende områder varetager?

1.3 Disposition

Opgaven består af 6 kapitler. Første kapitel er en indledning og præsentation af opgaven. Derefter kommer kapitel 2, der redegør for empiriske observationer og overvejelser man har gjort sig i forbindelse med studiet af neglekt. Det gennemgås hvilke forskellige former for neglekt man kan observere hos den enkelte patient.

I Kapitel 3 fremlægges de teorier der har forsøgt at forklare neglekt som en opmærksomhedsforstyrrelse.

I kapitel 4 præsenteres de repræsentationelle teorier der har placeret sig i opposition til de traditionelle opmærksomhedsteoretiske forklaringsmodeller. Dette kapitel afsluttes med en opsummering og konklusion på begge kapitler.

Kapitel 5 gennemgår den posteriore del af parietallappen. Der redegøres for de anatomiske og funktionelle aspekter vedrørende neglekt. Det diskuteres om neglekt primært skyldes en læsion på området i og omkring den intraparietale sulcus. Endelig opstilles der en model med den inferiore parietallap som et center for styringen af de områder der varetager de sensorimotoriske repræsentationer af kroppen og rummet.

Kapitel 6 er en samlet konklusion.

2. Empiriske observationer

2.1 Historisk udvikling

Unilateral neglekt er en betegnelse for en række velkendte opmærksomhedsforstyrrelser der kan observeres på ethvert apopleksiafsnit. Disse unilaterale kropslige og spatiale forstyrrelser opnåede dog først relativt sent den samlede betegnelse 'neglekt', defineret som en unilateral forstyrrelse af opmærksomheden for rummet og/eller kroppen efter en læsion i den ene hemisfære. Tidlige beskrivelser omfatter Jacksons¹ fra 1876 af en patient med 'imperception' der viste tegn på unilaterale visuelle forstyrrelser, påklædningsapraksi, samt andre neuropsykologiske forstyrrelser herunder en generel kognitiv svækkelse. Poppelreuter beskrev i 1917 tilfælde af unilateral visuel 'inattention', der præsenterede sig som extinctionfænomener². Holmes fremkom i 1918 med den væsentlige iagttagelse at nogle visuelle forstyrrelser kunne være tilstede uden samtidig objektagnosi og bidrog dermed til en begyndende dissociation imellem agnosierne³. Disse tidlige forsøg på klassifikation af visuelle forstyrrelser, heriblandt visuel neglekt, omfattede alle relativt forskellig patologi (Weinstein & Friedland, 1977). Pineas var i 1931 den første til at bruge termen 'neglekt' som en betegnelse for symptomerne hos en kvinde, der ignorerede rummet til den ene side samt venstre side af kroppen.

Brain (1941) præsenterede det første overbevisende forsøg på at kategorisere de forskellige (spatiale) neglektfænomener. I sin artikel noterede Brain (1941) sig lighederne imellem det allerede beskrevne fænomen: en unilateral forstyrrelse i perceptionen af kroppen, der ikke kan forklares med skader på primære områder af sensorisk og motorisk cortex, med den unilaterale opmærksomhed for rummet

¹ De historiske referencer i første afsnit er fra Halligan & Marshall (1993a) & Hécaen & Albert (1978).

² Neglektlignende opmærksomhedsforstyrrelse der viser sig som 'udslukning', det vil sige den ene af to simultane stimuli registreres ikke.

³ Hemispatial neglekt blev beskrevet som en agnosi for rummet til den ene side (Critchley 1953).

han fandt hos nogle patienter. Han mente at der fandtes en sammenhæng imellem de halvsidige forstyrrelser af opmærksomheden for kroppen og rummet. Klinisk set lignede de hinanden idet de begge var udprægede halvsidige forstyrrelser med øget forekomst efter læsioner i højre hemisfære. Samtidig forundredes han over hvorledes den observerede visuelle neglekt for venstre side af rummet lignede den forstyrrelse af perceptionen af venstre side af kroppen man ser efter skader i højre parietallap (s. 269). Han mente der måtte være en sammenhæng og understregede f.eks hvor vigtig kroppen må være som et referencepunkt for den visuelle lokalisation af objekter i rummet.

Der eksisterede på det tidspunkt en udbredt konsensus om at en skade på hvad man betegnede som 'kropskemaet'⁴ kunne være den primære årsag til de unilaterale forstyrrelser i perceptionen af kroppen der var særligt hyppige efter læsioner i højre hemisfære. Brain (1941) mente at der fandtes et skema for rummet der fungerede på en måde der svarede til det mere velkendte 'kropskema'. Et skema for rummet der var skadet ved de unilaterale forstyrrelser af opmærksomheden for rummet. Måske kunne en del af patienternes visuospatiale forstyrrelser forklares som en skade på et spatialt skema for rummet på samme måde som de kropslige forstyrrelser formodedes at være resultatet af et delvist ødelagt kropskema?

Han skrev:

'Since each half of the the body is a part of the corresponding half of external space, it is not surprising to find that perception of the

⁴ Se også Hécaen & Albert (1978); Frederiks (1985); Critchley (1953).

body and perception of external space are closely related and subject to similar disorders' (s. 263)⁵

I sin klassifikation af visuelle forstyrrelser konkluderede Brain (1941) at der fandtes en særlig type visuospatial agnosi, som han betegnede som en neglekt for den ene side af rummet. Som et afgørende symptom ved denne unilaterale neglekt beskrev han, hvorledes patienterne havde svært ved at finde vej og gik ind af de forkerte døre eller ind i forkerte rum når de skulle finde deres hospitalsseng. De valgte tilsyneladende altid at gå til højre.

2.2 Neglekt for kroppen og neglekt for rummet

Critchley (1953) forsøgte at klassificere de forstyrrelser man ser efter skader i parietallapperne. Han identificerede to særegne former. Den ene (kropslige) som skulle findes efter skader på kropskemaet og omfattede ændringer i den motoriske, sensoriske og visuelle adfærd over for den ene halvdel af kroppen. Den gav sig udslag i motorisk underbrug af de kontralaterale ekstremiteter, nedsat følsomhed og en generel svækkelse i opmærksomheden over for den ene side af kroppen.

Den anden (rumlige) form var en forstyrrelse i opmærksomheden for den ene side af det ekstrapersonlige rum (omkring kroppen). Denne form for neglekt placerede Critchley (1953) inden for kategorien af 'rumlige tankeforstyrrelser'. Critchley understregede at det ikke var en neglekt for *rummet* i sig selv, men en

⁵ Note: Som jeg læser Brains (1941) artikel, anså Brain *ikke* en forstyrrelse i et kropskema som den grundlæggende årsag til visuospatiale neglektfænomener. Det er ellers et indtryk man umiddelbart kan få af senere redegørelser (Paterson & Zangwill, 1944; Weinstein & Friedland, 1977; Halligan & Marshall, 1993a; Heilman et al., 1985a). Brain (1941) havde en helt klar både klinisk og teoretisk skelnen imellem forstyrrelser af opmærksomheden for rummet og kroppen. Hans pointe var, at de unilaterale opmærksomhedsforstyrrelser for kroppen på mange måder *ligner* den unilaterale 'visuelle agnosi' han observerede hos sine patienter. Han forsøgte med andre ord *ikke* at forklare sine observationer af visuospatiale neglektfænomener som en unilateral forstyrrelse af et kropskema, men derimod som en ændring i et tilsvarende skema for rummet.

neglekt for *objekter* lokaliseret i rummet. Dette medførte en manglende eller svækket registrering af stimuli i den ene halvdel af rummet.

Udviklingen i forståelsen af neglekt efter Critchley (1953) har været præget af en gradvis opdagelse og anerkendelse af fænomenets heterogenitet. Man kategoriserer stadig unilateral neglekt efter Critchleys (1953) 2 typer neglekt: personlig og ekstrapersonlig, selvom den personlige neglekt nu består af en sensorisk og en motorisk type. Men der er flere måder at kategorisere fænomenerne på og mange af dem har forvirrende nok overlappende terminologi. Eksempelvis betegnes den sensoriske form for personlig neglekt simpelthen 'personlig neglekt', men den hører strengt taget ind under de ekstrapersonlige former for neglekt. Der har, som det vil fremgå af de næste kapitler, været præsenteret en række forskellige teoretiske modeller. Kendetegnende er det, at de enkelte modeller kun forklarer en del af de observerede fænomener. Nogle neglektfænomener kan således forklares i én model, mens de samme observationer direkte modsiges i en anden model og vice versa. I stedet for at lægge sig fast på et enkelt paradigme, er der hos mange iagttagere opstået en slags konsensus gående på at dissociere neglektfænomenernes kliniske manifestationer, for af den vej at finde frem til de forskellige former for neglekt (Heilman et al., 1985a; Mesulam, 2000).

2.3 Kliniske observationer

Der er rapporteret neglekt som en manglende orientering imod både visuelle, auditive, somatosensoriske og olfaktoriske stimuli. Forstyrrelserne består primært i en manglende eller svækket evne til at registrere stimuli i eller rette bevægelser imod den ene side af rummet (og kroppen) (Mesulam, 2000). Symptomerne kan ikke skyldes rene sensoriske eller motoriske udfald, da de kan dobbelt dissocieres fra associerede fænomener såsom hemianopsi eller hemiparese (Critchley, 1953; Halligan & Marshall, 1993a). Nogle patienter med en homonym hemianopsi vil således udvise neglekt for det blinde område, mens

andre med samme defekt ikke vil udvise neglekt eller ligefrem kompensere ved at orientere sig mere mod det blinde område (Barton & Black, 1998).

Neglekt kan ikke ses som en rent sensorisk forstyrrelse af evnen til at se, høre eller bevæge sig. Det er en kompleks forstyrrelse der snarere berører de sene end de tidlige niveau'er i den sensorimotoriske bearbejdning af spatial information. Af den grund omfatter den varierende grader af både sensorisk-repræsentationelle, motorisk-explorative, samt limbisk-motivationelle aspekter (Mesulam, 2000). I praksis kan man påvise neglektfænomener ved en række meget forskellige typer opgaver. Præcis hvordan neglekten kommer til udtryk veksler meget fra patient til patient. Hos den enkelte patient vil nogle tests derfor give udslag mens andre løses uden problemer. Ved lettere tilfælde kræver det ofte mange test at finde ud af præcis hvad det er den enkelte patient har svært ved. De fleste patienter vil dog have svært ved test der stiller krav om planlægning og overblik, samt indeholder både sensoriske og motoriske komponenter. Af den grund er afkrydsningsopgaver og tegneprøver⁶ særdeles anvendelige og lette at administrere.

Den hyppigste årsag til unilateral neglekt ved kortikale læsioner er blodpropper (emboli, trombose) i den ene cerebrale hemisfære. Ved subkortikale læsioner med neglekt, er der oftest tale om blødninger (Heilman et al., 1985a). Patienten vil ofte, specielt i den akutte fase, have en drejning af kroppen, hovedet og øjnene i retning imod den hemisfære, hvori læsionen opstod (ipsilæsionel). Ved et højresidigt infarkt vil patienten således i svære tilfælde udelukkende orientere sig mod højre side af rummet og vil, liggende i sengen, dreje sig imod højre (Bisiach & Vallar, 1988). Patienterne vil ofte kun barbære den ene side af ansigtet, kun spise halvdelen af maden på tallerkenen, eller kun læse den ene halvdel af en avisoverskrift. Kontaktforsøg vil ofte ignoreres medmindre det sker fra den 'raske' side. Undertiden vil patienten reagere på stimulation i den

⁶ Eksempelvis: 'Tegn et menneske hel figur set forfra' eller 'tegn en sommerfugl med udsprede vinger'.

kontralæsionelle side ved at dreje sig imod den ipsilæsionelle side. Dette fænomen kaldes 'allestesi' (Weinstein & Friedland, 1977).

2.4 Case NN

Den hurtigste kilde til information ved mistanke om neglekt er simpel observation. Svære neglekt symptomer er således lette at observere klinisk uden brug af formelle tests. Under den neuropsykologiske testning vil patienter med neglekt typisk udvise forstyrrelser på de visuospatiale tests. Får de til opgave at tegne en figur vil de udelade vigtige detaljer. En blomst vil f.eks mangle bladene i den ene side eller en urskive tegnes med alle tallene til højre. Hvis patienten bliver bedt om at dele en linie på midten, vil den deles et godt stykke til venstre eller højre for midten, afhængig af til hvilken side patienten udviser neglekten (Robertson & Halligan, 1999).

NN er en 64-årig mand, stadig indlagt efter 2 måneder på grund af et større infarkt i højre hemisfære. Jeg møder ham siddende i afdelingens spisestue, i færd med at indtage sin morgenmad. Da han sidder med sin venstre side ud imod fællesarealet, får han ikke øje på mig da jeg henvender mig til ham. Først da jeg strækker mig ind i hans højre synsfelt, giver han mig hånden til goddag. Han virker umiddelbart imødekommende og glad for at snakke. NN er udlært murer, men får invalidepension efter en arbejdsulykke, hvor han skadede sin højre arm. Han oplyser selv at han har svært ved at se til venstre, specielt hvad angår de 'små ting'.

Under den neuropsykologiske testning virker NN noget ukritisk og ubekymret med hensyn til sine præstationer. Da han fortæller om sin indlæggelse og under testningen er han præget af en påfaldende emotionel 'fladhed'. Desuden viser NN tegn på en generel kognitiv reduktion (demens) og svækket orientering. Således mener han at han er 46 år gammel og korrigerer ikke selv dette, på trods af at han korrekt oplyser at vi er i år 2002. Derudover udviser NN mange af de typiske tegn på unilateral neglekt (Robertson & Halligan, 1999):

Hans blik bevæger sig på intet tidspunkt over midten til venstre side. Hvis han presses til at se mod venstre drejer han hovedet så tilpas meget at venstre side kommer helt ind i højre synsfelt.

Ved Liniedelingsprøven hvor patienten anmodes om efter øjemål at dele en linie på midten, vælger NN et punkt et godt stykke til højre for midten.

Ved Udstregningsprøven hvor opgaven er at udstrege små linier på et stykke papir, starter NN helt ude til højre og stopper efter kun at have afkrydset linier placeret absolut yderst til højre.

Læseprøve: NN læser kun ordene der er placeret yderst til højre i en tekst og hvis der er tale om sammensatte ord f.eks 'politibetjent' læser han det som 'betjent'.

Boston Naming Test: Et hus med 8 vinduer ser NN som hjørnet af et hus med 2 vinduer. En fløjte og en blyant ses som en lås eller en skydelås, en kost som en kanon. Gennemgående er det at NN identificerer objekter korrekt hvis deres essentielle elementer er placeret til højre eller bilateralt og ukorrekt hvis de er til venstre (som f.eks kosten, hvor børsterne er til venstre).

Ved manuelle opgaver 'glemmer' NN ofte at benytte sin venstre hånd (på trods af at højre arm er svækket efter arbejdsulykken), selv ved opgaver der kræver begge hænder. Ved instruks om at folde et stykke papir, bruger NN kun højre hånd indtil han bliver opfordret til også at bruge venstre.

Selvom NN ikke kan sætte tal og visere korrekt på ur, viser denne prøve ikke tegn på neglekt, da han (lidt vilkårlig) sætter tal både til højre og venstre. Tegneprøver gennemføres ikke. Den emotionelle fladhed og ubekymrethed er velkendt ved højresidige læsioner og således også ved neglekt (Pedersen, 1999; Heilman et al., 1985a; Walsh, 1994).

Neglektfænomener kan som allerede nævnt afsløres ved mange forskellige typer af tests. Det skal understreges at det ikke er et område med standardiserede formelle krav, hverken hvad angår en klinisk definition på eller testkriterier for neglekt (Robertson & Halligan, 1999; Mesulam, 2000).

Den direkte observation har den fordel at den umiddelbart kan sige noget om patienternes funktionsniveau i de dagligdags omgivelser, hvadenten patienten er indlagt eller derhjemme. Derimod har de konventionelle test døjet med en relativt lille økologisk validitet og det har været svært at generalisere ud fra resultaterne i de enkelte test. En test der har forsøgt at tage dette problem op er 'The Behavioral Inattention Test (BIT). BIT testen omfatter ud over de mere konventionelle test, adfærdsrelaterede test baserede på realistiske situationer; aflæsning af fotografier: f.eks en håndvask med ting vedrørende personlig hygiejne eller en tallerken med flere forskellige slags mad; ringe et bestemt telefonnummer; læse et menukort etc (Robertson & Halligan, 1999).

2.5 Sensoriske og motoriske forstyrrelser ved neglekt

Selv om den enkelte patient ofte har en kombination af motoriske og sensoriske forstyrrelser har man fundet det hensigtsmæssig at opdele neglekt i motoriske og sensoriske former (Heilman et al., 1985a; Mesulam, 1999)⁷. Der findes to former for motorisk neglekt. De kaldes henholdsvis 'motorisk' og 'præmotorisk' neglekt. Motorisk neglekt kan umiddelbart fremtræde som de symptomer man ser ved hemiparese, men modsat disse vil patienten benytte den pågældende legemsdel, hvis blot opmærksomheden henledes herpå i tilstrækkelig grad (Critchley, 1953; Vallar, 1993). Denne neglekt knytter sig altså til *en underbrug af en ikke-paresisk ekstremitet* (Marshall, Halligan & Robertson, 1993, s. 312). Motorisk neglekt er en forstyrrelse af evnen til at igangsætte en bevægelse i den

⁷ Det er dog stadig til debat hvordan man hvordan man rent eksperimentelt kan skelne imellem de sensoriske og de motoriske aspekter af neglekt. Det viser sig at i praksis kan det være meget vanskeligt at konstruere en forsøgsopstilling der kan dissociere imellem sensoriske og motoriske neglektfænomener (Harvey et al., 2002).

ene side af kroppen og kan forekomme isoleret, det vil sige uden andre former for neglekt (Vallar, 1993; Walsh, 1994).

Den præmotoriske form for motorisk neglekt er kendetegnet ved at være en spatial forstyrrelse idet den viser sig som en ufuldstændig eller manglende motorisk udforskning af rummet til den ene side, uanset om den manuelle aktivitet foregår med den kontra- eller ipsilæsiønelle ekstremitet. Præmotorisk neglekt refererer derfor til en manglende eller forstyrret manuel (motorisk) udforskning af det kontralæsiønelle rum⁸ og kendes også som 'hemispatial hypokinesi' og 'retningsbestemt (directional) hypokinesi' (Mesulam, 2000; Vallar, 1993; Heilman et al., 1985a; Heilman et al., 1985b).

Heilman et al. (1985a) benytter sig af begreberne 'opmærksomhedsneglekt' og 'intentionel neglekt' til at betegne henholdsvis sensorisk og motorisk neglekt. Intentionel neglekt beskriver en manglende eller mangelfuld motorisk brug af de kontralæsiønelle ekstremiteter svarende til motorisk neglekt.⁹

Patienter med neglekt kan desuden have svært ved at opretholde aktivitet i de kontralæsiønelle lemmer hvilket betegnes 'motorisk impersistence' og man ser også en mild form for motorisk neglekt betegnet 'motorisk extinction' der kun kan registreres hvis patienten samtidig med bevægelse i en kontralæsiønel ekstremitet også aktiverer den modsvarende ipsilæsiønelle ekstremitet, f.eks hvis begge arme skal bevæges samtidig (Heilman et al., 1985a).

Den sensoriske neglekt beskrives som en mangelfuld responsivitet over for stimulation, både spatial og kropslig. Det vil sige at man finder en nedsat sensorisk opmærksomhed over for stimulation i den ene side af kroppen og/eller over for stimuli i rummet. Patienter med sensorisk neglekt udviser derfor en

⁸ Retningsbestemt hypokinesi vil typisk kunne påvises på opgaver der kræver en motorisk respons i retning imod den kontralæsiønelle side af rummet (Heilman et al., 1985b).

⁹ Mesulam (2000) bruger termen i betydningen: generel forstyrrelse af bevægelser rettet imod rummet i den ene side.

nedsat følsomhed for kontralateral somatosensorisk stimulation og/eller tilsvarende unilaterale sensoriske forringelser i forbindelse med registreringen af stimuli i rummet (Heilman et al., 1985a). 'Opmærksomhedsneglekt' anvendes i betydningen sensorisk neglekt (Heilman et al., 1985a). Nogle iagttagere foretrækker termen 'perceptuel neglekt' (Beschinn et al., 1997a). Ikke sjældent vil patienternes nedsatte somatosensoriske sensitivitet i den kontralæsiønelle side resultere i en oplevelse af manglende ejerskab over en arm eller et ben (Heilman et al., 1985a; Kinsbourne, 1995).

Extinction (eller på dansk 'udslukning') kan beskrives som en mild form for sensorisk neglekt der adskiller sig ved kun at kunne påvises, når stimuli præsenteres bilateralt og simultant (Heilman et al., 1985a; Driver, 1998). Det er dog usikkert om extinction i alle tilfælde udelukkende kan betragtes som en mild form for neglekt (Milner, 1997; Karnath, 1997)

2.6 Spatial neglekt

Spatial neglekt kan betegnes som en halvsidig neglekt for rummet. Det er en ekstrapersonlig neglektform idet den betragtes som en forstyrrelse i den spatiale opmærksomhed for rummet omkring kroppen. Den findes i en motorisk form og i to sensoriske former: en personlig og en ekstrapersonlig. En patient med tegn på den ekstrapersonlige form for (sensorisk) spatial neglekt kan ikke rapportere, reagere på og/eller orientere sig imod relevante stimuli præsenteret i den side af rummet der er kontralateral til en skade i den ene hemisfære. Denne type neglekt betegnes også 'ekstrapersonlig neglekt' hvilket henviser til at den omfatter forstyrrelser i opmærksomheden overfor og handlinger rettet imod rummet *omkring* kroppen. Heilman et al. (1985a) betegner denne type forstyrrelse 'hemispatial neglekt'. Mesulam (2000) synes at foretrække begrebet 'unilateral neglekt'¹⁰. Selvom ekstrapersonlig neglekt er påvist i ikke-visuelle modaliteter,

¹⁰ Mesulam (2000) inkluderer ikke motorisk neglekt i hans beskrivelse af 'unilateral neglekt'. Jeg foretrækker at benytte termen 'unilateral neglekt' eller blot 'neglekt' som en samlet betegnelse for alle neglektfænomener, derfor også motorisk neglekt.

er den særligt påfaldende og bedst beskrevet indenfor det visuelle domæne og kaldes da blot 'visuel neglekt' eller 'visuospatial neglekt' (Brain, 1941; Critchley, 1953; Heilman et al., 1985a; Mesulam, 2000). Undertiden anvendes udtrykket 'spatial hemineglekt' i samme betydning (Vallar, 1993; Pedersen, 1999).

Den personlige form for (sensorisk) spatial neglekt giver sig udslag i en neglekt for den kontralæsionelle side af kroppen. Den kaldes 'personlig neglekt' eller 'kropsneglekt' idet den betegner forstyrrelser i den spatiale opmærksomhed for kroppen. Den hører som nævnt forvirrende nok under ekstrapersonlige neglektformer, fordi det er en spatial neglekt for kroppen (det vil sige som den perciperes 'udefra', som når man kigger på sig selv i et spejl). Patienter med denne type neglekt vil typisk ignorere den ene side af kroppen når de vasker sig, barberer sig, eller når de tager tøj på. Klinisk har det vist sig at personlig neglekt kan optræde uafhængigt af motorisk neglekt (Heilman et al., 1985a; Vallar, 1993; Mesulam, 2000). Desuden er der undersøgelser der tyder på at personlig neglekt også kan optræde uafhængigt af den ekstrapersonlig form for spatial neglekt (Guarglia & Antonucci, 1992). Bisiach et al. (1986) undersøgte forekomsten af henholdsvis ekstrapersonlig og personlig spatial neglekt hos 50 patienter, der enten udviste tegn på personlig og/eller ekstrapersonlig neglekt. De patienter der udviste svær personlig neglekt havde tendens til samtidig svær ekstrapersonlig spatial neglekt. Det drejede sig om 5/6 patienter. De patienter der udviste svær ekstrapersonlig spatial neglekt havde ikke i samme grad tendens til samtidig svær personlig neglekt (5/35 patienter). Denne undersøgelse tyder på at ekstrapersonlig neglekt er hyppigere end personlig neglekt, samt at selv svær ekstrapersonlig neglekt ofte ses uden samtidig personlig neglekt, mens det modsatte kun sjældent observeres. Andre undersøgelser tyder dog på det modsatte (Beschlin & Robertson, 1997).

Problemet med disse undersøgelser (og formentlig grunden til de forskellige resultater) er at de anvender ret simple operationelle definitioner på personlig

neglekt. Bisiach et al. (1986) benytter således f.eks en test af om patienterne er i stand til at berøre deres kontralæsiønelle hånd med deres ipsilæsiønelle hånd. På denne måde er det ikke muligt at skelne imellem om patienterne har en retningsbestemt hypokinesi eller personlig neglekt. Det medfører en risiko for at undersøgelserne ikke viser andet end en dissociation imellem motoriske og sensoriske neglektformer.

Den motoriske form for spatial neglekt viser sig som en ufuldstændig eller manglende motorisk udforskning af rummet til den ene side, uanset om den manuelle aktivitet foregår med den kontra- eller ipsilæsiønelle ekstremitet. Denne form for spatial neglekt kaldes også 'præmotorisk neglekt' eller 'retningsbestemt hypokinesi' og refererer til en manglende eller forstyrret manuel udforskning af det kontralæsiønelle rum (Vallar, 1993; Heilman et al., 1985b).

Enkelte kliniske observationer taler for at se både de sensoriske og den motoriske form for spatial neglekt som blot en særlig form for motorisk neglekt. Den markante ipsilaterale deviation af kroppen, hovedet og øjnene kan være skyld i nogle patienters besvær med at orientere sig kontralateralt. Det har været foreslået at neglekt, i hvert fald delvis, kan forklares som en oculomotorisk forstyrrelse og skyldes en skadet automatisk øjefikseringsmekanisme der forhindrer en fuld kontralateral orientering. Forsøg har vist en relativt kraftig association imellem neglektfænomener og forstyrrelser i den spontane oculomotoriske aktivitet (Gainotti, 1993). Desuden har det været fremme, at patienter med neglekt fremviser en unilateral forstyrrelse i øjenbevægelserne under REM-søvn, der holder sig selv efter vellykket rehabilitering (Rizzolatti & Berti, 1993).

2.7 Objektbaseret neglekt

Den objektbaserede neglekt falder lidt uden for den sædvanlige beskrivelse af spatial neglekt som en neglekt for den ene side af rummet (Heilman et al.,

1985a). Ved tegne- og kopieringsprøver er det velkendt at patienterne kun tegner halvdelen af et objekt eller udelader væsentlige detaljer i den ene side. Hvad er det præcis patienterne ignorerer når de kun tegner den ene halvdel af en blomst? Er det den ene side af rummet, papiret eller af selve blomsten?

Halligan & Marshall (1994) gennemførte et forsøg, hvor en patient med hemispatial neglekt skulle kopiere en tegning af et tårn. Patienten udelod som forventet den venstre side af tårnet. De gentog forsøget men viste denne gang tårnet i en skrå position. Nu tegnede patienten mod forventning den samme side af tårnet. Patienten valgte at tegne højre side af tårnet (objektet) og ikke højre side af tegningen (papiret). I et senere forsøg på at illustrere objektbaseret neglekt, anvendte de to billeder af to blomster. I det ene billede udsprang de to blomster fra samme stilk og stod i en potte. I det andet billede var potten og den fælles stilk skåret væk, så der kun var to blomster med hver deres lille stilk. Hvis patienten udviste objektbaseret neglekt, skulle han nu kun tegne den ene blomst i billedet med den fælles stilk og tegne to halve blomster i den anden. Det var præcis hvad patienten gjorde (Halligan & Marshall, 1993b).

2.8 Neglekt og den spatiale referenceramme

Som vi har set det i forbindelse med objektbaseret neglekt, behøver neglekt ikke altid at være knyttet til en retinotopisk referenceramme, således at det der ligger til venstre i synsfeltet bliver overset mens det der ligger til højre bemærkes. Forsøg har vist at neglekt kan være afhængig af forskellige referencerammer så 'højre' og 'venstre' defineres i forhold til kroppens eller hovedets midterlinie (Farah, 2000). Heilman & Valenstein (1979) kunne f.eks. vise at patienters præstation på liniedelingsprøven forbedredes hvis linien blev præsenteret i den del af rummet der lå ud for deres højre side og forringet hvis den lå til venstre for kroppens midterlinie. Patienterne kunne frit bevæge øjnene og se hvorhen de ville.

2.9 Neglekt for henholdsvis det nære og det fjerne rum

Nyere studier har vist en dissociation imellem hemispatial neglekt for det nære personlige rum, inden for en arms rækkevidde, og det fjerne ekstrapersonlige rum, uden for rækkevidde (Beschlin & Robertson, 1997). En patient udviste således kun neglekt for objekter inden for en arms rækkevidde, mens objekter længere væk blev registreret korrekt (Halligan & Marshall, 1991). Den modsatte situation hvor en patient udviste neglekt for det fjerne men ikke det nære rum er også blevet rapporteret (Ackroyd et al., 2002)

2.10 Mental neglekt

Allerede Brain (1941) noterede en patients forstyrrede evne til at redegøre for den velkendte rute fra stationen til hendes hjem. I et klassisk forsøg påviste Bisiach & Luzzatti (1978) neglekt for forestillingsbilleder. Patienterne blev bedt om at forestille sig at de stod på Plaza del Duomo i Milano, med ansigtet imod katedralen, og beskrive hvad de 'så'. Patienterne kunne genkalde flest detaljer ipsilætionelt. Da de blev instrueret om at 'vende sig om' kunne de pludselig genkalde detaljerne i den anden side af pladsen.

I et senere forsøg viste Bisiach et al. (1979) at neglekt for forestillingsbilleder, også kaldet repræsentationel hemineglekt, sandsynligvis skyldes en forringet evne til at konstruere mentale billeder. De viste patienterne billeder af forskellige objekter gennem en smal slidske. Alle dele af billedet blev på denne måde tilgængelige i den centrale del af synsfeltet. Når patienterne derefter skulle gengive det sete 'glemte' de alligevel den ene halvdel af objekterne.

Blandt andre Guariglia et al. (1993) og Beschlin et al. (1997a) har siden rapporteret tilfælde af isoleret repræsentationel neglekt, det vil sige uden der samtidig kunne påvises andre former for neglekt.

2.11 Implicit processing ved neglekt

En række observationer tyder på at patienter med neglekt har adgang til implicit viden vedrørende det kontralæsionelle rum. Marshall & Halligan (1988) undersøgte en patient med svær neglekt. Patienten blev gentagne gange præsenteret for tegninger af to identiske huse. Eneste forskel var at det ene hus brændte i den ene (kontralæsionelle) side. Patienten var ikke i stand til at se forskel på tegningerne og erklærede at husene var identiske, men på spørgsmålet om i hvilket af dem hun helst ville bo, valgte hun konsekvent huset der ikke brændte.

Bisiach & Rusconi (1990) fandt lignende resultater i et forsøg med 4 patienter. Her foretrak 2 af patienterne dog konsekvent det brændende hus. Selv efter at have fulgt silhuetten af figurerne med fingrene hele vejen rundt, så de ikke kunne undgå at 'se' detaljerne, rapportede patienterne fortsat i de fleste tilfælde, at der ikke var nogen forskel på dem.

Berti & Rizzolatti (1992) demonstrerede i et forsøg med 7 patienter med svær neglekt, at kontralæsionelle stimuli kan *prime* responsen på ipsilæsionelle stimuli. Ved at præsentere billeder af forskellige objekter i det kontralæsionelle synsfelt kunne de vise at patienterne uden at være klar over det reagerede på stimulation i deres 'syge' side. Således udviste patienterne de korteste reaktionstider hvis billedet i den ipsilæsionelle 'raske' side var det samme som eller tilhørte den samme kategori som billedet på den forudgående præsentation i deres kontralæsionelle side.

Et andet udtryk for implicit informationsbearbejdning blev påvist af Chatterjee et al. (1992) der undersøgte en patient der udviste neglekt på afkrydsningsopgaver (cancellation) der stod i et bestemt forhold til antallet af mål (targets). Chatterjee et al. (1992) kunne på baggrund af et antal udførte opgaver udregne en konstant der gik igen fra opgave til opgave. Dette taler for, at patienten havde en implicit viden om det samlede antal mål i afkrydsningsopgaven.

På lignende måde har der været rapporteret om patienter hvis præstationer på liniedelingsprøver afspejlede et bestemt forhold i relation til liniens totale længde. Jo længere linie, jo større del blev ignoreret (Halligan & Marshall, 1988). Der har dog også været rapporteret om en patient hvis præstationer var relativt uafhængige af liniens totale længde og derimod delte linien i forhold til hvad undersøgerne betegnede som patientens *opmærksomhedsgænse* (attentional boundary). Denne (hypotetiske) grænse var placeret et konstant stykke til venstre for liniens objektive midtpunkt og var en funktion af afstanden fra liniernes yderste højre punkt til patienternes subjektive midtpunkt ganget med 2 (Halligan & Marshall, 1988).

2.12 Midlertidig remission

Som nævnt er især svær spatial neglekt associeret med motoriske forstyrrelser af den ene eller anden art (Stone et al., 1993). Det kan være hemiparese, motorisk- eller præmotorisk neglekt. I forlængelse af disse observationer har det været forsøgt at aktivere de påvirkede lemmer, for at se om dette skulle have en indvirkning på de øvrige manifestationer af neglekten. Dette er faktisk tilfældet. Joannette et al. (1986) og Robertson & Halligan (1999) har lavet forsøg, hvor patienter med venstresidig neglekt, men uden parese, har forbedret deres testpræstationer (formindsket neglekt) ved at benytte deres kontralæsiønelle hånd. Hypotesen er at denne forbedring er opstået dels på grund af en aktivering af den læderede hemisfære, dels som resultat af en øget opmærksomhed i den kontralæsiønelle side af rummet (Robertson & Halligan, 1999).

Kalorisk stimulation har vist endnu bedre resultater. Kalorisk stimulation er en metode, der anvendes til at teste patienters vestibulære reflekser. Proceduren foregår ved at injicere isafkølet vand i det ene øre. Når patienter med neglekt får sprøjtet vand i det kontralæsiønelle øre sker der ofte en dramatisk symptombedring. Rubens (1985) viste i et forsøg der omfattede 18 patienter med læsioner i højre hemisfære, forbedringer i en række tests for visuel neglekt efter kalorisk stimulation. Rubens (1985) testede også varmtvands indsprøjtninger i

det ipsilæsiøne øre og fandt lignende resultater. Det viste sig dog at effekten af begge former for kalorisk stimulation aftog efter nogle minutter. Der har siden været udført mange forsøg med kalorisk stimulation med lignende resultater, det vil sige en midlertidig bedring af symptomerne (Robertson & Halligan, 1999).

I sin artikel konkluderer Rubens (1985) at resultaterne for en stor dels vedkommende kan tilskrives en forøget deviation (drejning) af øje og højre arm mod venstre. Patienterne forsøgte ligeledes at dreje hovedet til venstre, men kunne ikke på grund af forsøgsopstillingen. Dette taler for at neglekt fænomener kan skyldes motoriske eller præmotoriske faktorer. Rubens (1985) stiller spørgsmålet; hvis hemispatial neglekt skyldes hemispatial hypokinesi, hvordan reagerer patienter med Bisiach & Luzzattis (1978) neglekt for forestillingsbilleder på kalorisk stimulation. Rode & Perenin (1994) satte sig for at undersøge dette og kunne besvare spørgsmålet positivt i et forsøg med 8 patienter med repræsentationel hemineglekt. De observerede en tilsvarende midlertidig forbedring i patienternes præstationer, på en test af mentale forestillingsbilleder, efter vestibulær (kalorisk) stimulation.

I et forsøg på at efterprøve Rubens (1985) resultater, funderede Pizzamiglio et al. (1990) over om også andre former for refleksstimulation havde effekt over for visuel neglekt. Optokinetisk stimulation fremprovokerer en nystagmus refleks (automatiske øjenbevægelser), der under normale omstændigheder sørger for at det retinale billede holdes konstant når kroppen bevæger sig i forhold til omgivelserne. Ved at benytte et apparatur der fremkaldte nystagmus til den ene eller anden side, lykkedes det Pizzamiglio et al. (1990) at finde en konsekvent forbedring hos 33 patienter med venstresidig neglekt på en liniedelingstest. Forbedringerne var så overbevisende at de nærmede sig normale forsøgspersoners præstationer. Derefter forsøgte de kalorisk stimulation på 13 af disse patienter og fandt at ikke bare var der næsten ingen korrelation imellem de 2 forsøg, men faktisk responderede nogle af patienterne kun på den ene og ikke den anden stimulation. Dette fund taler imod den tidligere omtalte formodning

(Gainotti, 1993), at det er forstyrrelser i den spontane oculomotoriske aktivitet der i sig selv medfører visuel neglekt. Begge metoder førte nemlig til kontralateral nystagmus (Pizzamiglio et al., 1990).

2.13 Højre og venstre hemisfære læsioner

Kliniske studier viser en markant større hyppighed af hemispacial neglekt ved læsion i højre hemisfære end ved tilsvarende læsioner i venstre hemisfære (Critchley, 1953; Hecaén & Albert, 1978; Vallar & Perani, 1987; Friedman, 1992; Mesulam, 2000). Når neglekt forekommer efter venstresidige læsioner er den typisk relativt mildere (Ogden, 1987; Sunderland et al., 1987; Mesulam, 1981; Hecaén & Albert, 1978) og af kortere varighed (Friedman, 1992; Mesulam, 1981). Battersby (1956) argumenterede for at den observerede forskel var falsk og skyldtes eksklusion af patienter med afasi (læsion i venstre hemisfære) i undersøgelseerne. Denne formodning har dog ikke kunnet bekræftes og nyere undersøgelser finder fortsat en væsentlig større forekomst af neglekt efter højresidige læsioner (Heilman et al., 1985a; Mesulam, 2000):

-Sunderland et al. (1987) fandt visuel neglekt hos 13% af patienterne med skade i højre hemisfære og 3% ved skader i venstre hæmisfære, 3 uger postlæsionelt. De 11 patienter med læsion i højre hemisfære der havde 'sikker' visuel neglekt, som defineret af en bestemt cut-of score, udviste generelt sværere neglekt symptomer, end patienterne med venstre hemisfære skader.

-I det københavnske COST studie, der blev foretaget på Bisbebjerg hospital i 1992-93 og omfattede 1014 apopleksi patienter, kunne der ved indlæggelsen påvises neglekt hos 42% af patienterne med læsioner i højre hemisfære, mod 8% i venstre hemisfære (Pedersen et al., 1997; Pedersen, 1999).

Den store procentuelle variation imellem undersøgelserne kan afspejle forskelle i definitionen på neglekt, undersøgelsesmetoder (herunder tests), samt undersøgelsestidspunktet. Interessant er det dog, at hvis man umiddelbart ser på ratioen, det vil sige den relative forekomst af neglekt ved venstre hemisfære i forhold til højre hemisfære læsioner, ligger den i de nævnte undersøgelser på cirka 1:4-5.¹¹ Friedman (1992) har oplyst en tilsvarende ratio på cirka 1:6. Det vil sige at neglektsymptomer ifølge disse undersøgelser (0-30 dage efter hjernelæsion) er 4-6 gange mere hyppig efter læsioner i højre end venstre hemisfære.

En undtagelse er Stone et al. (1993), der finder visuel neglekt hos 82% af patienterne med højre hemisfære læsion og 65% ved venstre hemisfære læsion, et fund de dog selv for en stor dels vedkommende tilskriver det tidlige undersøgelsestidspunkt, 2-3 dage post-læsionelt.

Stone et al. (1993) fandt desuden sensorimotoriske forstyrrelser hos 57% af de skadede i højre hemisfære imod 11% hos de skadede i venstre hemisfære. Dette bekræfter formodningen om, at man ligeledes finder en både hyppigere og alvorligere motorisk neglekt efter læsioner i højre hemisfære (Heilman et al., 1985b). En undersøgelse der yderligere kan bekræfte denne formodning blev foretaget af DeRenzi og Faglioni (cit. i Heilman et al., 1985a), der fandt at de motoriske reaktionstider, generelt og ikke kun ved neglekt, er mere forringede efter læsioner i højre hemisfære end efter læsioner i venstre hemisfære.

I et forsøg på at forklare den øgede hyppighed af neglekt efter læsioner i højre hemisfære fremsattes indledende hypoteser gående på, at selv mindre læsioner i venstre hemisfære ville få patienterne i kontakt med hospitalssystemet på grund af den associerede afasi. Det samme ville ikke gøre sig gældende efter tilsvarende læsioner i højre hemisfære. Derfor ville neglektsymptomerne efter læsioner i venstre hemisfære gennemsnitligt være mildere. Denne hypotese har

¹¹ Sunderland et al. (1987): 13/3=4,33 ; COST (Pedersen et al., 1997): 42/8=5,25

dog ligesom Battersbys (1956) ikke kunnet bekræftes (Ogden, 1987; Heilman et al., 1985a).

2.14 Incidens og prognostiske overvejelser

Den tidligere omtalte COST-undersøgelse (Pedersen et al., 1997) fandt neglekt (visuel og motorisk) hos 23% af de akut indlagte (602 patienter). Sunderland et al. (1987) og Friedman (1992) fandt hemispacial neglekt hos henholdsvis 8-11% og 34%. Stone et al. (1993) kunne rapportere om (venstresidig) visuel neglekt hos op til 82% ved undersøgelse 2-3 dage postlæsionelt, mens Hier et al. (1983a) fandt (venstresidig) neglekt på tegneprøver hos 85%. Som omtalt ovenfor afspejler den store procentuelle variation imellem undersøgelse formentlig forskelle i definitioner på (sikker) neglekt, testsensitivitet, samt ikke mindst hvor lang tid efter læsionen undersøgelsen er foretaget. COST-undersøgelsen (Pedersen et al., 1997) placerer sig sammen med Stone et al. (1993) og Sunderland et al. (1987) som klart de største. Tallene er ikke umiddelbart sammenlignelige. Stone et al.'s (1993) 82% gælder for visuel neglekt efter læsion i højre hemisfære. Tallet er således 'renset' for patienter med læsion i venstre hemisfære der ellers ville trække den samlede procent ned. F.eks stiger Pedersen et al.'s (1997) tal for patienter med hemineglekt fra 23% (alle patienter) til 42% (patienter med læsion i højre hemisfære), hvilket afspejler de relativt få patienter med hemineglekt efter læsion i venstre hemisfære. Sunderland et al. (1987) adskiller sig fra de andre undersøgelser ved sine relativt strenge krav til 'sikker neglekt' samt en stor overvægt af patienter med læsion i venstre hemisfære. Hvis man korrigerer for disse forhold ville neglekt-procenten formodentlig mindst fordobles. Endelig viser undersøgelserne at undersøgelsestidspunkt har stor betydning for hvor del af patienterne der udviser tegn på neglekt. Jo tættere på tidspunktet for læsion jo større hyppighed kan der registreres. Stone et al. (1993) undersøgte deres patienter 2-3 dage postlæsionelt, mens det for Pedersen et al. (1997) og Sunderland et al. (1987) drejer sig om henholdsvis ca. en uge og efter 3 uger.

Disse og andre undersøgelser viser at neglekt er hyppigt forekommende i den akutte fase (Hodges, 1994; Stone et al., 1993), men at symptomerne hos mange forsvinder inden for uger efter læsionen, samt at forbedringerne (remission) er relativt større ved læsioner i venstre hemisfære sammenlignet med læsioner i højre hemisfære (Pedersen, 1999; Sunderland et al., 1987; Friedman, 1992). Der er rapporteret en gennemsnitlig tid for fuldstændig remission på 8-9 uger hos 50% af patienterne ved neglekt (Hier et al., 1983b).

2.15 Anatomiske overvejelser

Allerede Brain (1941) og Paterson & Zangwill (1944) omtaler den højre parietallap som det primære locus ved neglekt. Senere observationer tyder på at læsioner der omfatter den inferiore del af parietallappen oftest forårsager neglekt (Heilman et al., 1985a; Vallar & Perani, 1987; Mesulam, 2000). Der er dog også rapporteret om neglekt som følge af læsioner i andre områder, om end ikke nær så hyppigt som efter retrorolandske (parietale) læsioner (Vallar & Perani, 1986). Det drejer sig blandt andet om læsioner dorsolateralt i frontallappen, gyrus cingularis, striatum, samt thalamus og basal ganglierne (Hecaén & Albert, 1978; Heilman et al., 1985a; Walsh, 1994; Mesulam, 2000).

Det har været fremme at sensorisk neglekt skulle være hyppigere efter parietale læsioner, mens motorisk og præmotorisk neglekt skulle være associeret med frontale læsioner. Denne hypotese har kun delvist kunnet bekræftes (Mesulam, 2000; Vallar & Perani, 1986).

2.16 Opmærksomhed eller repræsentation

Brains (1941) tidlige sammenligning af symptombilledet ved en halvsidig forstyrrelse i opmærksomheden for kroppen og en halvsidig neglekt for rummet, har siden givet anledning til udviklingen af to essentielt forskellige perspektiver. Grundlæggende er det hypotesen om et repræsentationelt skema for rummet der var årsag til denne teoretiske uenighed. Det ene perspektiv udviklede sig som en

modbevægelse til dette synspunkt og mente at denne sammenhæng imellem et skema for kroppen og et skema for rummet var forkert. Den forsøgte at forklare neglekt som en forstyrrelse af *opmærksomheden* for omverdenen (eller kroppen). Det andet perspektiv forstår neglekt i forlængelse af Brains (1941) hypotese, som en forstyrrelse i et skema for rummet eller kroppen. Med andre ord en forstyrrelse af en *repræsentationel* funktion. Som det fremgår af kapitel 3 og 4 har de to perspektiver bidraget med hver deres evidens, hvorfor de vil blive behandlet for sig.

3. Opmærksomhedsteorierne

3.1 Introduktion

Patienter med neglekt udviser en nedsat evne til at udforske eller rette deres opmærksomhed imod stimuli fra den ene side af kroppen og/eller den ene side af rummet. Denne simple iagttagelse har fået mange til at beskrive neglekt som en forstyrrelse af opmærksomheden.

Poppelreuter (cit. i Heilman et al., 1985a) introducerede termen 'inattention' i 1917 og fokuserede dermed på den manglende opmærksomhed som det væsentligste aspekt ved neglektfænomener. Senere lagde både Brain (1941) og Critchley (1953) vægt på opmærksomhedsaspektet, selvom sidstnævnte foretrak termen 'imperception' ved neglekt og 'inattention' ved extinctionfænomener.

Bender og Furlow (1945) kritiserede hvad der senere blev betegnet som *opmærksomhedshypotesen* (Heilman et al., 1987) og tillagde i stedet bagvedliggende 'normalpsykologiske processer' en afgørende betydning. Disse processer var et resultat af aktiviteten i korteks og omfattede en intrakortikal 'kamp' (rivalry) om ressourcer, opmærksomhed og dominans. Neglektfænomener skulle derfor ikke ses som en forstyrrelse i en central opmærksomhedsfunktion, men var en bivirkning af en forstyrrelse i korteks' normale aktivitet.

Denny-Brown et al. (1952) foreslog termen 'amorphosynthesis' som samlebetegnelse for de unilaterale forstyrrelser i den sensoriske integration af spatial information, man kunne observere efter især parietale læsioner. De opmærksomhedsforstyrrelser man kunne påvise ved extinction og neglekt, var sekundære til forstyrrelserne i perceptionen og dannelsen af *percepter* ved hjælp af sensorisk 'morfosyntese'. Patienternes ligegyldighed og overfladiske interesse

for hvad der foregik omkring dem, kombineret med en påfaldende initiativløshed, tydede efter Denny-Brown et al.'s (1952) opfattelse mere på en unilateral forstyrrelse af 'bevidstheden'¹² som en funktion af en manglende kortikal sensorimotorisk integration, end en relativt afgrænset opmærksomhedsforstyrrelse.

Fra starten af 1970'erne stod det imidlertid klart at neglekt ikke kunne reduceres til et parietalt fænomen. Neglektfænomener påvistes efter læsioner i stadig flere kortikale og ikke mindst subkortikale områder. Betød dette at man måtte opgive at beskrive neglekt som et samlet fænomen? Observationerne af opmærksomhedsforstyrrelser efter læsioner mange forskellige steder tvang forskerne til at samle interessen om opmærksomhedens anatomi. Man mente at der var tale om et kompliceret netværk bestående af flere forskellige kortikale og subkortikale områder. Nye muligheder for at kortlægge forbindelserne til og fra disse centrale områder bidrog til denne udvikling. Men kunne man også forklare den øgede hyppighed af neglekt efter højre hemisfære læsioner sammenlignet med venstre hemisfære læsioner?

3.2 Heilman: Inattention-arousal hypotesen

Heilman & Valenstein (1972; 1993) fremførte i begyndelsen af 1970'erne en 'inattention-arousal'¹³ hypotese gående på at sensorisk neglekt skyldes en forstyrrelse i hvad de betegnede som et kortiko-limbisk-retikulært netværk. Hypotesen var baseret på en antagelse om den retikulære formations evne til at stimulere ('arouse') blandt andet den inferiore del af parietallappen. Desuden omfattede hypotesen et område i frontallappen hos mennesker, der funktionelt formodedes at svare til området omkring 'sulcus arcuatus' i frontallappen hos

¹² Denny-Brown et al (1952) anvender i denne sammenhæng begreberne 'awareness' og 'consciousness'.

¹³ Jeg foretrækker at beholde det engelske 'inattention-arousal' da det er sådan hypotesen kendes også på dansk

aber¹⁴. Man byggede videre på Pandya & Kuypers (1969) studier af intrakortikale forbindelser imellem frontal og parietal cortex og projektioner derfra til gyrus cingularis. Skader på dette opmærksomhedsnetværk kunne ifølge Heilman & Valenstein (1972, 1993) forklare de forstyrrelser man så ved sensorisk neglekt. Systemet omfattede ud over den mesencefale del af den retikulære formation (MRF): thalamus, områder i frontallappen (svarende til området omkring sulcus arcuatus hos aber), colliculi superior, gyrus cingularis, samt sekundære sensoriske, uni- og polymodale associative områder af somatisk, auditiv og visuel cortex.

Læsioner et vilkårligt sted i dette netværk skulle medføre en svækkelse i orienteringsrefleksen, tidligere beskrevet af Sokolov (1963). Unilaterale læsioner skulle resultere i en manglende kontralateral orienteringsrefleks med deraf følgende uopmærksomhed (inattention) for nye eller meningsfulde stimuli (Heilman & Watson, 1977b). Blandt andre Watson et al. (1974) havde påvist neglekt hos aber efter unilaterale læsioner i den mesencefale del af den retikulære formation (MRF). Sprague & Meikle (1965) havde vist neglekt fænomener hos katte efter unilaterale læsioner af colliculi superior og bekræftede at colliculi superior var et vigtigt sensorimotorisk integrativt center, specielt men ikke udelukkende hvad angik visuelt styret adfærd. Dermed var der påvist unilaterale neglektfænomener efter læsioner vilkårlige steder i dette netværk (Heilman et al, 1970; Heilman & Valenstein, 1972; Watson et al., 1973, 1974; Sprague & Meikle, 1965).

Den manglende opmærksomhed over for stimuli i den ene side hos patienter med neglekt kunne teoretisk forklares med en manglende orienteringsrefleks, der i øvrigt hvis læsionen var bilateral, kunne svare til fænomenet akinetisk mutisme hvor patienterne ikke reagerede relevant på stimulation og i øvrigt heller ikke

¹⁴ Note: Abers cortex svarer hverken funktionelt eller anatomisk fuldstændigt til menneskers. Der er dog store ligheder og den nok mest overbevisende bekræftelse heraf (i forbindelse med neglekt) findes i det faktum at de læsioner der resulterer i unilaterale opmærksomhedsforstyrrelser hos mennesker også i vid udstrækning medfører unilaterale forstyrrelser hos aber (se f.eks Milner, 1987)

bevægede sig. Således blev neglekt beskrevet som en unilateral akinetisk mutisme (Heilman & Valenstein, 1972; Watson et al., 1974). Læsioner på MRF-systemet skulle ifølge denne hypotese fremkalde en *hypoarousal* i den ene hemisfære og en deraf følgende unilateral svækkelse i orienteringsrefleksen (Heilman & Watson, 1977a; 1977b). Pandya & Kuypers (1969) havde påvist kortikokortikale forbindelser fra sensoriske associationsområder til den inferiore parietallap og området omkring sulcus arcuatus (hos aber), der begge var områder hvor der var påvist postlæsionelle neglektfænomener både hos aber og mennesker. Fra disse områder var der forbindelse til gyrus cingularis, som også MFR havde stærke projektioner til (Pandya & Kuypers, 1969; Watson et al., 1973). Hvis gyrus cingularis var en vigtig del af MRF-systemet som disse undersøgelser tydede på, skulle man kunne påvise neglektfænomener efter unilateral cingulectomi. I et forsøg med aber påviste Watson et al. (1973) kontralateral neglektadfærd efter experimentel læsion af højre gyrus cingularis og bekræftede dermed den formulerede *kortiko-limbiske-retikulære aktiverende diskonnektionshypotese*.

3.3 Heilman: Teorien om lateral aktivering

Den tilsyneladende større forekomst af neglekt efter højresidige læsioner kunne ikke umiddelbart forklares af opmærksomhedshypotesen. Men efter Lynchs (1980) fund af 'opmærksomhedsneuroner'¹⁵ med specifikke responsområder (receptive fields) i parietallappen hos aber, foreslog Heilman et al. (1987) at man kunne finde tilsvarende opmærksomhedsneuroner temporoparietalt hos mennesker og at disse neuroner oftere skulle have bilaterale responsområder i højre end i venstre hemisfære. Dette skulle forklare den øgede hyppighed af neglekt efter læsioner i højre hemisfære. Ved læsioner i venstre hemisfære ville den relativt større forekomst af 'bilaterale' neuroner i højre hemisfære for en stor

¹⁵ Lynch (1980) kaldte denne type neuroner for *full-field* det vil sige de reagerede på stimulus uafhængigt af hvor den optrådte i modsætning til *partial-field* neuroner der var mest aktive hvis præsentationen skete i den ene halvdel eller kvadrat af synsfeltet.

dels vedkommende kunne kompensere og dermed bevare et relativt intakt opmærksomhedsfelt.

Allerede McFie et al. og senere Albert (begge cit. i Heilman & Watson, 1977b) havde i henholdsvis 1950 og 1973 foreslået at den forøgede sårbarhed over for neglekt efter læsioner i højre hemisfære kunne skyldes, at højre hemisfære er dominant for visuospatiale funktioner. I nogle indledende spekulationer om dette spørgsmål foreslog Heilman & Watson (1977b) at MRF-systemet kunne være anderledes organiseret i højre end i venstre hemisfære. Som et forsøg på at integere denne idé påviste Heilman et al. (1978) en generel *hypoarousal* hos patienter med neglekt sammenlignet med patienter med afasi (ved læsion i venstre hemisfære). Det så hermed ud til at højre hemisfære ikke bare som antaget var dominant for visuospatiale funktioner, men også, foreslog Heilman & Van Den Abell (1980), dominant for opmærksomhed. Dette forslag byggede blandt andet på tidligere teorier om sammenhængen imellem arousal og adfærd af James (1950) og Cannon (1967; 1970), samt Gainottis (cit. i Heilman et al., 1978) påvisning af svækket emotionalitet efter læsioner i højre hemisfære. Desuden passede det godt med Denny-Brown et al.'s (1952) observationer af ligegyldighedsreaktioner (indifference) hos neglekt patienter.

Selv om man kunne påvise en orienteringsrefleks i begge hemisfærer, tydede Heilman et al.'s (Heilman et al., 1978; Heilman & Van Den Abell, 1979; 1980) undersøgelser på at højre hemisfære var dominant for funktioner der omfattede arousal, opmærksomhed og intentionalitet. Ikke mindst intentionalitet var et vigtigt begreb, idet det knyttede Heilmans to forskellige former for neglekt til hinanden (sensorisk og motorisk). Den enkelte hemisfære kunne aktivere opmærksomheden uafhængigt af den anden via en forøget kortikal arousal og derigennem også forberede intentionelle handlinger i rummet. Opmærksomheden for rummet bestod altså i en sensorisk del der, ved neglekt, kunne give sig udslag i manglende opmærksomhed (inattention) og en motorisk

del der kunne resultere i en hypokinesi (intentionel) for aktivitet rettet imod den ene side af rummet.

Heilman & Valenstein (1979) og Heilman & Van Den Abell (1979) mente at de to hemisfærer kunne aktivere¹⁶ hinanden via callosale forbindelser, men at den højre skulle være bedre til at aktivere den venstre end den venstre hemisfære til at aktivere den højre. Rent konkret undersøgte Heilman & Van Den Abell (1979; 1980) denne påstand ved at udføre undersøgelser af lateraliserede responser på stimuli. Disse undersøgelser bekræftede deres hypotese om at højre hemisfære kunne forberede motoriske responser for begge hænder, mens venstre hemisfære kun kunne forberede responser for højre hånd. Dette skulle forklare den øgede hyppighed af neglekt efter højre hemisfære læsioner. Efter venstre hemisfære læsioner kunne højre hemisfære overtage aktiveringen af venstre.

3.4 Kinsbourne: Teorien om lateral hæmning

Kinsbourne (1970, 1987) havde allerede i 1970 opstillet en model for den laterale organisering af opmærksomheden i rummet¹⁷. Til hver hemisfære var knyttet en orienteringsmekanisme (orientor) der rettede opmærksomheden i en kontralateral retning. Højre hemisfære tog sig på den måde af venstre rettet orientering og omvendt for venstre hemisfære. Centralt for Kinsbourne (1987) var afvisningen af at neglekt skulle være relateret til perceptionen af rummets to halvdele (hemispace). Neglekt var ikke en rumlig forstyrrelse, men en forstyrrelse i evnen til at rette opmærksomheden mod henholdsvis venstre eller højre. Dette synspunkt lagde sig op ad forsøg der viste at neglekt også kunne påvises i den ipsilæsielle side, således at patienten overså den ene (mediale) af to stimuli præsenteret i den 'raske' side. Eller også havde patienten en tendens til at 'glemme' at foretage søgning i en bestemt retning. Kinsbourne (1987) påpegede at: *"i bogstavsafkrydsningsopgaver stiger sandsynligheden for at et*

¹⁶ Hemisfærisk aktivering defineres som en fysiologisk parathed til at reagere på stimuli (jf. arousal) (Heilman & Valenstein, 1993)

del-element bliver overset jo mere kontralæsionelt det befinder sig” (s. 70). Patienterne foretrak altid stimuli i den yderste, ipsilæsionelle del af synsfeltet, ligegyldigt om præsentationen skete bilateralt eller kun i den ene halvdel af synsfeltet. Andre forsøg havde vist at patienter med læsioner i højre parietallap havde svært ved at flytte opmærksomheden fra det mest ipsilaterale til det mest kontralaterale af to stimuli, selv inden for det ipsilaterale synsfelt. Patienterne havde svært ved at flytte opmærksomheden i en kontralateral retning (Posner et al., 1984).

For at forklare den større forekomst af neglekt efter læsioner i højre hemisfære, greb Kinsbourne (1970, 1987) i første omgang til en løsning der mindede om Battersbys (1956). Den verbale kontakt imellem undersøger og patient og verbaliserede test i testsituationen skulle aktivere den sproglige venstre hemisfære og patienterne ville dermed orientere sig mest imod højre. Dette blev bekræftet af undersøgelser af normale forsøgspersoner, der under spatiale opgaver med et højt indhold af verbalisering viste tegn på en højreretning af opmærksomheden, hvilket medførte en vag tendens til venstre-neglekt. Andre forsøg havde ligeledes vist at både spædbørn og højrehåandede voksne havde en naturlig tendens til at vælge eller undvige stimuli ved at bevæge hovedet imod højre eller flytte opmærksomheden i en venstre-højre retning (Liederman & Kinsbourne cit. i Kinsbourne, 1987; Freimuth & Wapner, 1979; Beaumont, 1985).

Tidligere beskrivelser havde lagt mest vægt på at den gensidige balance imellem de to hemisfærer hos mennesket og flere andre arter var forskubbet til fordel for højrerettet orientering. Kinsbourne (1977) nævnede anekdoten om at fare vild i ørkenen og gå i cirkler, altid mod højre. Nogle insekter vil ligeledes flyve imod højre hvis man blinder dem. Denne orienteringskævhed var efter Kinsbournes (1977) mening sandsynligvis mest udtalt hos mennesket, eftersom man her fandt

¹⁷ Kinsbourne (1993) har senere valgt betegnelsen 'orientational bias model' (orienteringsskævhedsmodellen)

den største funktionelle asymmetri manifesteret i en hemisfære specialisering, der havde medført en både fylo- og ontogenetisk verbal-spatial antagonisme. Tanken var at sprogfunktionen igennem den fylogenetiske udvikling langsomt havde fortrængt en del af den oprindeligt bilaterale hemisfæriske fordeling af spatiale funktioner. Dermed havde venstre hemisfære udviklet sproglige funktioner på bekostning af aspekter af de spatiale funktioner (Kinsbourne, 1974b).

Kinsbourne (1987, 1993) argumenterede for at de forstyrrelser af opmærksomheden man kunne observere ved neglekt, afspejlede en forstyrrelse i balancen imellem de to hemisfærer. Derfor kunne man principielt set ikke tale om neglekt som en forstyrrelse af opmærksomheden, men derimod som en ubalance i den hemisfæriske fordeling af opmærksomheden, en orienteringsskævhed (orientational bias). Centralt for Kinsbournes model var idéen om lateral hæmning. Til hver hemisfære hørte en 'modstanderenhed' (opponent processor) der tog sig af hæmningen af den anden hemisfære. Normalt var disse enheder i gensidig balance så styringen af opmærksomheden foregik ubesværet på det horisontale plan. Det betød at organismen kunne rette opmærksomheden i en højre/venstre retning ved at hæmme henholdsvis den ene eller den anden hemisfære. Hvis den ene modstanderenhed blev sat ud af kraft, som det skete ved neglekt og derfor ikke kunne hæmme den anden hemisfære, ville resultatet blive en temporal (kontra medial) fokusering af opmærksomheden (Kinsbourne, 1993).

Disse gensidige modstanderenheder var muligvis lokaliseret i colliculi superior. I hvert fald havde forsøg med katte vist at man kunne påvirke halvsidige opmærksomhedsforstyrrelser ved at lædere den kontralaterale superiore colliculus, hvilket genskabte en bilateral orientering (Kinsbourne, 1987). Derimod så det ikke ud til at denne gensidige hæmning var medieret via corpus callosum. Flere forsøg havde vist at callosotomi ikke påvirkede neglektadfærd (Kinsbourne, 1974a, 1987).

3.5 Posner: Synlig og skjult opmærksomhed

Hvor Heilman & Watson (1977b) og Kinsbourne (1970) havde beskrevet opmærksomheden i formuleringer inspireret af Sokolovs (1963) orienteringsrefleks, ønskede Posner (1980) at beskrive hvad opmærksomhed var. Hvilke kognitive grund-elementer var opmærksomheden bygget op af? Ligesom Heilman et al. (1987) var han inspireret af Lynchs (1980) påvisning af opmærksomhedsfølsomme neuroner i parietallappen hos aber. Opdagelserne af parietallappens involvering i den rumlige (spatiale) opmærksomhed gjorde det muligt for Posner (1980) at formulere nye teorier.

Grundlaget for Posner et al. (1984) var desuden Wurtz et al.'s (1980, cit. i Posner et al., 1984) påvisning af specifik celleaktivitet i parietallappen hos aber trænet i at være opmærksomme på stimuli uden for deres umiddelbare synsretning. Enkeltceller hvis responsområde svarede til en given mål-stimulus der var centrum for opmærksomheden, udviste en øget aktivitet der var uafhængig af øjenaktiviteten. Hvor hidtidige beskrivelser af opmærksomhedsforstyrrelser ved neglekt havde holdt sig tæt op af Sokolovs (1963) orienteringsrefleks, argumenterede Posner (1980) for at opmærksomheden ikke nødvendigvis fulgte hoved- og øjenbevægelserne. Opmærksomheden kunne ikke reduceres til en orienteringsrefleks.

Posner (1980) undersøgte om forsøgspersoner ville reagere hurtigere på stimuli, hvis de vidste hvor i synsfeltet en stimulus ville blive præsenteret. Og omvendt om de ville reagere langsommere hvis de forventede en stimulus i et givent sted i synsfeltet og den så optrådte et andet sted. Det viste sig som forventet at forsøgspersonerne reagerede hurtigere på stimuli, når de vidste hvor de ville optræde. Men endnu mere interessant var det at forsøgspersonerne reagerede *langsommere* efter ugyldige eller såkaldte 'invalide cues' end hvis det var helt

tilfældigt hvor stimulus optrådte¹⁸. Dette blev tolket som om forsøgspersonerne ikke bare havde allokeret deres opmærksomhed til et bestemt område, men at de skulle bruge ekstra tid på at *frakoble* (disengage) deres opmærksomhed fra det forventede område og flytte opmærksomheden kontralateralt (Posner, 1980). Undersøgelser som denne fik Posner (1980) og Posner et al. (1984) til at opdele opmærksomheden i to: En synlig (overt) opmærksomhed der som orienteringsrefleksen umiddelbart kunne iagttages fordi den knyttede sig til hoved- og øjenbevægelserne, og en skjult (covert) opmærksomhed der kunne fokusere den spatiale opmærksomhed i et bestemt større eller mindre område uafhængigt af det retinale fokus og derfor skjult for iagttageren.

3.6 Posner: Forsøg med skjult opmærksomhed

Den kognitive opgave at flytte opmærksomheden fra et område af synsfeltet til et andet bestod ifølge Posner et al. (1984) af 3 forskellige sekvenser. Først skulle opmærksomheden *frakobles* (disengage) fra dens aktuelle fokus, dernæst skulle den flyttes til målet, og endelig skulle opmærksomheden *tilkobles* (engage) igen på det nye fokus eller mål-objekt. De forsøg Posner anvendte til at påvise de forskellige elementer af opmærksomheden, var alle bygget op omkring den samme forsøgsopstilling. Patienterne blev instrueret i at fokusere på en lille firkant i midten af en computerskærm. Til venstre og til højre for den centrale firkant var der tilsvarende firkanter. Dernæst blev et cue præsenteret, der bestod i en kort forøgelse af lysstyrken i den højre eller venstre firkant. Kort tid efter blev mål-objektet præsenteret i form af en lille stjerne i den ene af de to firkanter og patienterne skulle trykke på en knap så snart de opdagede mål-objektet.

Posner et al. (1984) påviste med disse forsøg at parietale læsioner medførte en nedsat evne til at *frakoble* opmærksomheden i den ipsilæsiøne side, en effekt der ikke kunne påvises efter hverken frontale, temporale eller 'midthjerne'

¹⁸ Dette foregik ved at forsøgspersonerne blev præsenteret for et *cue* der sandsynliggjorde i hvilken side stimulus ville optræde efterfølgende. Sandsynligheden var sat til 0,8 således at 20% af tilfældene var der tale om et invalide cue, det vil sige at stimulus blev præsenteret i den modsatte side af det forventede.

læsioner. Desuden kunne Posner et al. (1984) vise at patienter med læsioner i højre hemisfære generelt havde en *længere reaktionstid* end patienter med læsioner i venstre hemisfære. Reaktionstiden i ovenstående forsøg var størst efter invalide (ugyldige) cues ipsilæsionelt, hvilket tydede på at patienterne havde svært ved at frakoble opmærksomheden i en ipsilateral-kontralateral retning. Det vil sige at reaktionstiderne var størst hvis patienterne havde allokeret deres opmærksomhed i det ipsilæsionelle synsfelt og stimulus derefter blev præsenteret kontralæsionelt. For at finde ud af om det snarere var skiftet i retning end i synshalvdel der var problematisk, udførte Posner et al. (1987a) et forsøg, hvor man undersøgte om ipsilaterale retningsskift havde en hurtigere reaktionstid uanset i hvilken side af synsfeltet de forekom. Resultaterne viste at patienterne var hurtigere til at foretage ipsilaterale retningsskift end kontralaterale retningsskift i begge synsfelter.

I gennemgangen af opmærksomhedssystemerne i den menneskelige hjerne formulerede Posner & Petersen (1990) en anatomisk-funktionel syntese af de forskellige elementer af opmærksomhedsfunktionen. Evnen til at frakoble opmærksomheden før den flyttes i en kontralateral retning skulle ligge posteriort parietalt. Evnen til at flytte opmærksomheden i retning af et mål-objekt skulle være knyttet til colliculi superior. Patienter med skader i colliculi superior og/eller tilstødende områder skulle ifølge Posner & Petersen (1990) foretage opmærksomhedsskift langsommere uanset retning. Dette kunne observeres uafhængigt af om opmærksomheden først havde været tilkoblet et andet sted eller ej. Desuden havde disse patienter en øget tilbøjelighed til at vende tilbage til allerede udforskede områder, hvilket ikke gjaldt for andre patienter eller normale forsøgspersoner.

Endelig var der evidens for, at en manglende evne til at tilkoble opmærksomheden på kontralaterale stimuli kunne relateres til læsioner i thalamus (herunder pulvinar) (Petersen et al, 1987). Patienter med disse læsioner kunne således ikke anvende (havde ikke fordel af) cuing i den kontralæsionelle

side, som om de ikke kunne allokere opmærksomheden i denne halvdel af synsfeltet (Rafal & Posner, 1987; Posner & Petersen, 1990). Dette resultat kunne i øvrigt ses som en bekræftelse af den såkaldte *searchlight* hypotese som Crick (1984) foreslog den anatomiske basis for. Han foreslog at thalamus selektivt kunne forstærke den visuelle opmærksomhed i et bestemt område af synsfeltet ved at forstærke aktiviteten i bestemte områder af visuel korteks.

Opsummerende kan det siges at de parietale læsioner gav problemer med at frakoble opmærksomheden fra ipsilæsiønelle stimuli, men ingen problemer med at opdage kontralæsiønelle stimuli når først opmærksomheden var allokeret kontralæsiønt. Skader i området i og omkring colliculi superior gav besvær med flytte den skjulte opmærksomhed i det hele taget og patienterne var langsomme til at drage fordel af cues, det vil sige at der gik lang tid før de fik allokeret opmærksomheden i det forventede område. Endelig medførte læsioner i thalamus modsat de to andre typer skader en generel vanskelighed ved at allokere den skjulte opmærksomhed i det kontralæsiønelle synsfelt (Posner & Petersen, 1990; Posner & Raichle, 1994).

Rafal & Posner (1987) understregede at på trods af at det var hos patienter med læsioner i thalamus man fandt de største kontralæsiønelle reaktionstider, var det ved de parietale læsioner de kliniske symptomer på neglekt manifesterede sig:

”The fact that these patients show less clinical neglect than do parietal lesion patients, whose deficit lies in the disengage operation, leads us to speculate that clinical neglect, an important source of disability, can be linked most directly to a disorder in the disengage operation.” (Rafal & Posner, 1987, s. 7352)

Neglekt patienters primære vanskelighed bestod altså i at løsrive opmærksomheden og bevæge den i en kontralæsiønel retning. Neglekt var først og fremmest en forstyrrelse i evnen til at frakoble opmærksomheden fra ipsilæsiønelle stimuli. Patienterne kunne altså godt registrere kontralæsiønel stimulation, men havde svært ved at rette deres opmærksomhed i den retning

hvis først opmærksomheden var tilkoblet ipsilæsiønet. Faktisk tydede det på at bare det at opmærksomheden var tilkoblet et andet sted, f.eks på det centrale cue, var nok til at patienterne ikke kunne afkoble og flytte opmærksomheden kontralæsiønet (Posner et al, 1984). Deres opmærksomhed blev så at sige paralyseret af ipsilæsiønet stimulation.

Hvad angik den observerede korrelation imellem højre hemisfære læsioner og neglekt, mente Posner & Petersen (1990) at det kunne skyldes to forskellige omstændigheder. For det første var der undersøgelser der viste at højre hemisfære havde en tendens til at være opmærksom på stimuli med en lav spatial frekvens. Det betød at højre hemisfære snarere så helheden end detaljen. Omvendt for venstre hemisfære. Posner & Petersen (1990) citerede forsøg af Navon med stimuli der bestod af en række små bogstaver der var formet som et stort bogstav. Der var to muligheder for perception. Enten kunne forsøgspersonerne fokusere på de små bogstaver (lokal opmærksomhed) og miste helheden, eller de kunne fokusere på det store bogstav (global opmærksomhed) og miste detaljerne. Det så ud til at højre hemisfære var bedst til global bearbejdning af stimuli og venstre hemisfære var bedst til lokal bearbejdning.

Den anden forklaring på den øgede forekomst af neglekt efter højre hemisfære læsioner, vurderede Posner & Petersen (1990) til at ligge i højre hemisfæres evne til at iværksætte en tilstand af øget opmærksomhed (alertness), som blandt andet Heilman & Valensteins (1972, 1993) inattention-arousal hypotese havde understreget. De mente at højre hemisfære derfor ville have en fordel i særligt opmærksomhedskrævende opgaver.

3.7 Mesulam: Kortikalt netværk for spatial opmærksomhed

I 1981 offentliggjorde Mesulam en artikel der beskrev 'rettet opmærksomhed' (directed attention) som en del af et storskala kortikalt netværk (Mesulam, 1981). Med begrebet rettet opmærksomhed mente han den del opmærksomheden der kan rettes udad imod forskellige sektorer i rummet. Formålet var dels at belyse hvorledes hjernen varetog styringen af opmærksomheden for det extrapersonlige rum, dels at identificere de kortikale og subkortikale områder opmærksomhedsfunktionen var bygget op omkring. Samtidig udtrykte Mesulam (1981) ønske om at bidrage med en model der kunne kaste lys på de forskellige former for neglekt der var beskrevet klinisk. Hvis den laterale styring af opmærksomheden var en funktion af et distribueret netværk, ville læsioner forskellige steder i dette netværk måske kunne forklare de forskellige former for unilateral neglekt.

Heilman et al. (1970) havde vist sensorisk extinction hos aber efter posteriore parietale læsioner, men modsat de frontale læsioner der medførte karakteristiske ipsilæsiøse drejninger af øjne og hoved samt cirkeladfærd (forced circling), var aberne sensitive over for unilateralt præsenterede stimuli. Det var således kun under særlig testning at neglekt (extinction) kunne påvises efter parietale læsioner. Aflæsning af aktiviteten i enkeltceller (single cell recordings) havde vist øget aktivitet i den dorsale del af den inferiore parietallap under opmærksomhedskrævende opgaver. Det var et område der svarede til det von Bonin & Bailey¹⁹ tidligere havde afgrænset og betegnet 'område PG' ud fra neuroanatomiske studier. Neuroner i dette område var mest aktive når dyret rakte ud efter et ønsket objekt, men responderede ikke hvis de tilsvarende lemmer bevægedes passivt (Mountcastle et al., 1975). Neuroner i samme område var aktive når dyret fikserede eller fulgte et objekt med øjnene. Denne aktivitet ophørte dog øjeblikkeligt hvis dyret modtog en belønning i form af en sukkeropløsning, selv hvis øjenbevægelserne fortsatte. Efterfølgende forsøg viste

¹⁹ von Bonin, G. & Bailey, P. (1947) The neocortex of macaca mulatta. Urbana, IL. University of Illinois Press.

neuronaktivitet før sakkader (øjenbevægelser) rettet imod relevante stimuli i bestemte dele af rummet, men ikke før tilsvarende spontane sakkader (Lynch et al., 1977). Disse forsøg fik Mesulam (1981) til at konkludere at der i området PG, og specielt i den dorsolaterale del, fandtes neuroner der ikke bare responderede på en given stimulus, men også på dens motivationelle status og på dens umiddelbare mulighed for at blive genstand for visuel og manuel rettet aktivitet.

Mesulam (1990) beskrev 3 kortikale områder som centrale for afviklingen af rettet opmærksomhed (directed attention). (1) dorsolateral posterior parietal cortex (område PG), (2) dorsolateral præmotorisk præfrontal cortex, og (3) gyrus cingularis. Der var tale om områder der hver for sig og på hver deres måde bidrog til styringen af rettet opmærksomhed. Neuroanatomiske studier havde resulteret i den umiddelbart overraskende konklusion, at dorsolateral PG modtager ekstremt få projektioner fra både primær sensorisk cortex og fra unimodale associationsområder. Derimod modtager dorsolateral PG overvejende projektioner fra polymodale associationsområder (Mesulam et al., 1977). Dette forhold tydede på at sensorisk information ikke opnår adgang til dette område før den er bearbejdet af unimodale og polymodale områder. Det betød at dorsolateral PG måtte befinde sig i en position hvor den modtog en gennemprocesseret sensorisk repræsentation af det extrapersonlige rum. En tilstand *der synes at være attraktiv for funktionaliteten af et område der er involveret i distributionen af opmærksomhed* (Mesulam, 1981, s. 311).

Dorsolateral område PG modtog forbindelser fra 3 områder der umiddelbart kunne formodes at have betydning for rettet opmærksomhed. Mesulam et al. (1977) inddeler områderne op i 3 hovedgrupper. Der er tale om projektioner fra det limbiske system, herunder gyrus cingularis (via limbiske områder), sensorisk association, herunder pulvinar medialis og polymodal cortex, og endelig retikulære input blandt andet fra thalamus. Reciproke forbindelser udgår fra område PG til de nævnte områder, og derudover leverer dorsolateral PG

projektioner til (og fra) frontale øjen-felter (FEF) og colliculi superior. Sidstnævnte områder er vigtige for modulationen af hoved- og øjenbevægelser. Dette forhold fik Mesulam (1981) til at foreslå at input fra område PG muliggjorde koordinationen af de motoriske øjen-sekvenser der er nødvendige for at centrere, skanne, udforske, fiksere (stille skarpt), og manipulere motivationelt relevante begivenheder i det extrapersonlige rum.

Den indbyrdes relation imellem disse områder og den efterhånden ret betydelige akkumulerede viden om deres betydning for rettet opmærksomhed og neglekt, fik Mesulam (1981) til at formulere et distribueret netværk for rettet opmærksomhed. 3 kortikale komponenter eller lokale netværk varetog forskellige aspekter af den rettede opmærksomhed. 1) Den posterior parietale komponent (centreret omkring område PG) leverede en sensorisk repræsentation af det extrapersonlige rum, 2) den frontale komponent (centreret omkring FEF) leverede et kort (map) for distribueringen af orientering og udforskende bevægelser (exploratory movements) og 3) den cingulære komponent leverede et kort for tildeling af motivationel værdi til spatiale koordinater.

Læsioner i den parietale komponent skulle give forstyrrelser svarende til det sensoriske element i neglekt, f.eks illustreret ved extinction. Læsioner på den frontale komponent skulle medføre forstyrrelser svarende til det (præ-) motoriske element i neglekt, defineret som en mangelfuld motorisk udforskning af det extrapersonlige rum.²⁰ Læsioner i den cingulære komponent skulle medføre forstyrrelser i integrationen af limbiske input involveret i mere basale aspekter af opmærksomheden, eksempelvis at rette opmærksomheden imod og opsøge føde-objekter ved sult. Hvilke forstyrrelser i adfærden cingulære læsioner skulle medføre var dog ikke tilstrækkeligt belyst (Mesulam, 1981, 1990). Det vil sige at man teoretisk kunne argumentere for 4 grundlæggende former for neglekt

²⁰ Watson et al. (1978, cit. i Mesulam, 1981) havde påvist at frontale læsioner hos aber resulterede i neglektforstyrrelser med motoriske snarere end sensoriske aspekter. Heilman & Valenstein (1979) havde hos mennesker understreget de motoriske aspekter ved neglekt med deres påvisning af 'hemispatial hypokinesi'.

svarende til læsioner i 4 forskellige anatomiske lokaliteter. 1) Parietal neglekt, der var resultat af en forstyrrelse af den *afferente* integration af sensorisk information. 2) Frontal neglekt, der opstod efter en forstyrrelse af den *efferente* integration af motoriske mekanismer involveret i udforskende eller undersøgende (attentive) adfærd. 3) Cingulær neglekt, der var en forstyrrelse af et fokus for den *limbiske* integration af motivationel information. 4) Og endelig retikulær neglekt, der medførte en forstyrrelse i den grundlæggende fysiologiske aktivitet (arousal) der leverede 'strømmen' til hele systemet.

For at forklare den øgede hyppighed af neglekt efter læsioner i højre hemisfære sammenlignet med venstre hemisfære opstillede Mesulam (1981, 2000) følgende model: 1) Den intakte højre hemisfære indeholder muligvis det neurale grundlag for opmærksomhed over for begge sider af rummet selvom den fremtrædende tendens går i en kontralateral retning. 2) Den venstre hemisfære er næsten udelukkende beskæftiget med at varetage opmærksomheden for den kontralaterale venstre side af rummet. 3) Mere synaptisk plads er dedikeret til opmærksomhedsfunktioner i den højre hemisfære end i den venstre hemisfære, således at de fleste opmærksomhedskrævende opgaver vil generere en større aktivitet i den højre hemisfære. Argumentationen for denne model svarede til Heilman et al.'s (1987) hypotese om at højre hemisfære kunne allokere opmærksomheden bilateralt fordi den indeholdt flere opmærksomhedsneuroner med et bilateralt opmærksomhedsområde (receptive field) end venstre hemisfære.

Ud over observationen af at højre hemisfære læsioner giver sværere spatiale opmærksomhedsforstyrrelser hos mennesker, byggede Mesulam (1981) blandt andet på split-brain forsøg af Dimond (1976, 1979 cit. i Mesulam, 1981) der havde vist en højre hemisfære dominans ved udholdenhedskrævende opgaver, samt Heilman & Van Den Abells (1979) påvisning af højre hemisfære dominans for cerebral aktivering efter visuelt præsenterede stimuli i begge sider af rummet. Forsøg med normale forsøgspersoner havde vist at simple reaktionstider for

ipsilaterale visuelle stimuli var hurtigere for venstre hånd, hvilket tydede på at højre hemisfære var hurtigere til at bearbejde visuelle stimuli og at venstre hemisfære var afhængig af input fra højre hemsifære (Anzola et al., 1977). Endelig havde blandt andre LeDoux et al. (1977) argumenteret for den evolutionære udvikling af højre hemisfære spatiale funktioner som følge af sprogfunktionernes gradvise ekspansion i venstre hemisfære.

4. De repræsentationelle teorier

4.1 Introduktion

Iagttagelsen af at de typiske neglektfænomener for det extrapersonlige rum ofte optræder samtidig med neglekt for den ene side af kroppen, fik allerede Brain (1941) til at diskutere muligheden for at neglekt skyldtes en forstyrrelse af et repræsentationelt skema for rummet. Et sådant skema ville på mange måder ligne og måske endda udspringe af eller på anden måde have umiddelbar forbindelse med et tilsvarende skema for kroppen. Med termen 'skema' hentydede Brain (1941) ikke til en anatomisk repræsentation af kroppen som man f.eks. kan finde i primær somatosensorisk korteks, men derimod til en sekundær associativ funktion der samlede information om kroppens fysiske udstrækning og aktuelle positur. Dette skema leverede den nødvendige viden om proprioceptive forhold. Det var svar på uformulerede spørgsmål såsom hvor og i hvilken tilstand f.eks. en arm eller et ben befandt sig. Ved kropsneglekt og anosognosi mente man at det kunne skyldes en unilateral skade på et skema for kroppen²¹. Dermed forsvandt den ene side af kroppen ud af bevidstheden. Skemaet dannede en syntese af alle kroppens dele og satte dem i den korrekte relation til hinanden.

²¹ Afgrænsede skader på primær sensorisk eller motorisk korteks gav ikke i sig selv de neglektlignende forstyrrelser i opmærksomheden for kroppen. Patienter med læsioner i primær korteks er normalt klar over deres tilstand. Derfor måtte der være en højere funktion der samlede proprioceptiv information, måske i form af et repræsentationelt kort over eller skema for kroppen.

4.2 Bisiach: neglekt for forestillingsbilleder

I 1978 publicerede Bisiach & Luzzatti (1978) en artikel der vakte betydelig opsigt. I artiklen redegjorde de for to patienter der viste de typiske tegn på neglekt efter infarkt i højre hemisfære. I forsøgsopstillingen blev patienterne bedt om at forestille sig at de stod på en kendt plads, Piazza del Duomo i Milano, med blikket rettet imod domkirken. Da patienterne blev anmodet om at redegøre for bygninger og butikker på pladsen udelod de vigtige detaljer i venstre side. Derefter blev de bedt om at forestille sig at de stod på den modsatte side af pladsen og altså havde vendt sig 180°. Igen udelod de vigtige detaljer og denne gang ligeledes fra deres venstre side.

Denne enkle forsøgsopstilling kom til at kaste tvivl på opmærksomhedshypotesen, for hvordan kunne man forklare disse observationer som en forstyrrelse af en opmærksomhedsfunktion? De teorier der hidtil havde beskrevet neglekt som en opmærksomhedsforstyrrelse havde beskrevet opmærksomheden som en overvejende stimulusdrevet 'downstream' funktion²². Med andre ord et opmærksomhedskredsløb styret af en input-output logik. Bisiach & Luzzatti (1978) var ikke enige i denne antagelse og konkluderede at ved neglekt var der tale om en forstyrrelse af et *repræsentationelt* rum. Dette implicerede at det var en forstyrrelse af de upstream-processer der 'kortlagde' rummet ud fra den tilgængelige sensoriske information. Patienterne havde godt nok besvær med opmærksomheden til den ene side, men dette skyldtes at de kun kunne danne en halvsidig repræsentation af det extrapersonlige rum, ikke at de ikke kunne 'modtage' stimuli. Denne repræsentation af rummet skulle ses som en funktion af aktiviteten i begge hemisfærer. Bisiach & Luzzatti (1978) skrev:

²² Mesulam (2000) benytter sig af en 'upstream-downstream' dikotomi i beskrivelsen af perceptuelle processer i cortex. De rent sensoriske processer bevæger sig gennem synapserne 'med strømmen' (downstream) væk fra neuroner i primær sensorisk cortex i bearbejdningen af den sensoriske information. De kognitive processer der styrer de sensoriske (og motoriske) processer bevæger sig 'imod strømmen' (upstream) væk fra associative områder henimod primær sensorisk og motorisk cortex. Et område der aktiveres af sensoriske processer kan således siges at ligge f.eks. '3 synapser downstream'. Jo flere synapser downstream en proces forløber, jo mere 'bearbejdet' vil informationen formodentlig være.

”...our findings support the view that the mechanisms underlying the mental representation of the environment are topologically structured in the sense that the processes by which a visual image is conjured up by the mind may split between the two sides of the cerebral hemispheres, like the projection of a real scene onto the visual areas of the two sides of the brain.”(s. 132)

Hver hemisfære dannede altså en repræsentation af det extrapersonlige rum. Hvis den ene hemisfære blev sat ud af kraft, forsvandt den tilsvarende del af rummet. Når patienterne forestillede sig pladsen i Milano kunne de kun danne en præcis repræsentation i den ene hemisfære. Resultatet var at de undlod at rapportere væsentlige detaljer fra deres venstre side uafhængigt af i hvilken retning de 'så'.

I forsøget på at efterprøve denne repræsentationelle hypotese udtænkte Bisiach et al. (1979) endnu et forsøg. Opstillingen tog sigte på at neutralisere den indflydelse en eventuel forstyrrelse af opmærksomheden for rummet kunne få. Dermed ville man forsøge at vise at det var repræsentationelle processer der var forstyrret ved neglekt. Ved at præsentere figurerne igennem en smal sliske sikrede forskerne sig at præsentationen skete centralt og ikke bilateralt. Patienterne kunne dermed kun se et lille vertikalt udsnit af figuren der bevægedes under slidsken indtil hele havde været synlig. Dermed var det patienternes opgave at danne et mentalt billede af figuren der ikke på noget tidspunkt fremstod i sin helhed. Opgaven bestod i at 'oversætte' en objektiv temporal (tidsmæssig) dimension til en tilsvarende spatial repræsentation. For at 'se' figuren i sin helhed måtte patienterne pr. definition danne et mentalt billede af den. Som forventet rapporterede patienterne færre detaljer fra figurens venstre side. Bisiach et al. (1979) konkluderede at resultaterne ikke kunne forklares med en manglende opmærksomhed for venstre side af figuren/rummet, da patienterne jo havde set alle dele af figuren.

Patienterne udviste en forstyrrelse i evnen til at danne en fuldstændig mental repræsentation af figurerne. Med sammenbruddet i evnen til at danne en bilateral repræsentation fulgte også en manglende forventning til den ene side af rummet.

Dermed opstod der ikke et behov for en kompensatorisk udforskning af detaljer i denne side, da selve evnen til at begribe eller konceptualisere denne side var forsvundet.

Den repræsentationelle forklaringsmodel slap dermed for at redegøre for hvad man kan betegne som en manglende selvmonitorering (overvågning), som forklaring på hvorfor patienter med neglekt ikke udviklede kompensatoriske strategier eller i det mindste undrede sig over den manglende information fra den ene side af rummet. Dette var et problem som opmærksomhedsteoriene ikke gav en forklaring på men som uden videre kunne forklares af en repræsentationel hypotese.²³ Uden en korrekt mental gengivelse af det extrapersonlige rum eksisterede denne del simpelthen ikke i deres bevidsthed og patienterne følte dermed ikke et behov for at udforske eller kompensere for denne mangel. Patienternes uopmærksomhed for den ene side af rummet skyldtes dermed ikke i første omgang en opmærksomhedsforstyrrelse men derimod en manglende forventning til stimuli i denne side som resultat af en forstyrret repræsentation.

Bisiach & Vallar (1988) kritiserede opmærksomhedsteoriene for at være for stimulusbundne i deres redegørelser. Efter deres mening lagde man for stor vægt på downstream perceptuelle processer og fangede af den grund ikke kompleksiteten i neglektfænomenerne. Neglekt skulle mere ses som en kognitiv forstyrrelse, forstået på den måde at der var tale om sammenbrud i upstream kognitive (repræsentationelle) processer, også selvom neglekt undertiden kunne manifesteres i kliniske udtryk der umiddelbart tydede på forstyrrelser i sensorisk perceptuelle processer. Partielle eller unilaterale nedbrud i en distribueret repræsentation af det extrapersonlige rum ville ganske enkelt medføre mange af de observerede neglektfænomener. Hvis der ikke kunne dannes en mental repræsentation af det ekstrapersonlige rum var der intet holdepunkt at relatere til for opmærksomhedsfunktionen og den ville ikke fungere normalt.

²³ Daniel C. Dennett (1993) har i øvrigt kritiseret en sådan idé om selvovervågning. Der er ingen homunculus der overvåger den indkommende visuelle information og derfor heller ingen enhed der rapporterer hvis informationen mangler.

Bisiach et al. (1985) udførte endnu et forsøg der skulle klargøre i hvor stor udstrækning neglekt kunne siges at skyldes enten forstyrrelser i den tidlige perception af stimuli (sensorisk neglekt) eller forstyrrelser i den senere visuomotoriske styring af bevægelser i rummet (præmotorisk neglekt). Dette skete i anerkendelsen af at neglekt klinisk optrådte i et kontinuum fra såkaldt 'input' neglekt til 'output' neglekt, inspireret af Heilman et al.'s (1985a) og Mesulams (1981) opdeling i sensoriske og præmotoriske neglektfænomener. Dette var en anden måde at teste om neglekt overvejende kunne siges at være en forstyrrelse af upstream eller downstream processer. Undersøgelsen var designet så man kunne skelne imellem sensoriske og visuomotoriske responsfejl. Patienterne, der alle havde venstresidig neglekt, fik til opgave at fokusere på en skærm hvor stimuli kunne præsenteres enten til højre eller til venstre. Stimuli kunne vises i forskellige farver. Når de så en stimulus i en given farve skulle de trykke på en lysende knap i samme farve. Disse knapper var placeret foran dem til højre og venstre. Nogle gange lyste en tilsvarende knap på deres venstre side og andre gange til højre. Responsen kunne kun afgives med højre hånd. Dermed kunne forskerne skelne imellem hvor i processen det gik galt for patienterne. Om det var i den sensoriske fase (registrering af stimuli) eller om det var i den motoriske fase (afgivelse af respons).

Resultaterne viste at patienterne som forventet havde problemer med stimuli præsenteret i venstre side²⁴. Men højresidige stimuli der krævede en respons i venstre side havde næsten tilsvarende dårlige resultater. Hvor patienterne efter venstresidige stimuli havde tendens til helt at udelade en respons, skyldtes fejlene ved højresidige stimuli at de byttede rundt på knapperne så de responderede i højre side når de skulle have udført en venstresidig respons. Bisiach et al. (1985) konkluderede at neglekt som manifesteret i dette forsøg var en repræsentationel forstyrrelse med betydelige visuomotoriske elementer. Selvom neglekt klinisk manifesterede sig som en forstyrrelse i opmærksomheden

²⁴ En del af udeladelserne efter venstresidige stimuli kunne efter forskernes mening dog ikke udelukkes at skyldes hemiamblipia (synssvækkelse).

betød dette ikke automatisk at den skulle ses i lyset af en generel opmærksomhedsfortolkning. Derimod burde man understrege de repræsentationelle aspekter og i særlig grad undersøge hvordan en decideret repræsentationel forstyrrelse kunne medføre en selektiv forstyrrelse af opmærksomheden. Opmærksomhedsfaktorer spillede formodentlig tæt sammen med den underliggende repræsentationsforstyrrelse.

4.3 Rizzolatti: Den præmotoriske opmærksomhedsteori

Rizzolatti et al. (1985; 1987), Rizzolatti & Gallese (1988) og Rizzolatti & Berti (1993) havde tidligere deltaget aktivt i diskussionen om hvorledes opmærksomhedsfunktionen kunne defineres. Opmærksomhedsteoriene kunne efter deres mening ende i en tautologi (cirkelargumentation) hvis de udelukkende baserede deres forklaringer på empiriske observationer af patienter med neglekt. En stor del af den viden man havde om opmærksomhedsfunktionen havde man fra studier af patienter med neglekt. Selvom opmærksomheden uden tvivl blev forstyrret ved neglekt havde man sået tvivl om neglekt primært skyldtes en forstyrrelse i et opmærksomhedsnetværk.

Inspireret af Posner (1980) og Posner et al. (1984) udførte Rizzolatti et al. (1987) et forsøg med skjult opmærksomhed. Hensigten var at afklare hvilke af flere opmærksomhedsteorier der bedst forklarede opmærksomhedsfunktionen som den præsenterede sig i dette design. Forsøgspersonerne blev præsenteret for et arrangement bestående af 4 forskellige stimuli-bokse. Disse bokse blev præsenteret på en linie der, i de fire forskellige opstillinger, kunne placeres enten vandret over, vandret under eller lodret på hver side af den centrale boks, som patienterne skulle fikse på. I denne centrale boks blev et *cue* præsenteret bestående af et tal fra 1-4. De fire bokse der befandt sig i en af de 4 positioner omkring den centrale boks havde hvert et nummer fra 1-4 skrevet ud for sig. Forsøgspersonerne fik nu til opgave at allokere deres (skjulte) opmærksomhed til den boks der svarede til det givne cue. Simple reaktionstider blev målt. I 70% af tilfældene optrådte stimulus i den forventede boks, mens den i resten optrådte i

en af de 3 andre boks. I 20% af tilfældene blev forsøgspersonerne cuet til at sprede opmærksomheden over alle 4 bokse. Forsøgspersonerne var alle højrehåndede og responderede ved at trykke på en tastatur-tast med højre pegefinger.

Som forventet viste resultaterne at reaktionstiderne var størst når stimuli blev præsenteret på en anden position end den forventede. Men herudover var der evidens for at når stimuli blev præsenteret på en anden position end den forventede var reaktionstiderne større hvis præsentationen skete i den modsatte halvdel, det vil sige hvis den krydsede den horisontale eller den vertikale meridian (midterlinie), end hvis præsentationen skete i den samme halvdel af synsfeltet. Desuden var der en, om end svag, effekt af afstanden fra den forventede boks og den hvor præsentationen faktisk forekom.

Det som Rizzolatti et al. (1987) påviste med dette forsøg var en effekt der måtte tilskrives den hemisfæriske opdeling af synsfeltet. Således blev reaktionstiderne påvirket af om ikke-forventede stimuli blev præsenteret i den samme eller modsatte del af synsfeltet, det vil sige til højre eller venstre for den vertikale meridian. Og det samme gjaldt for den horisontale meridian. Ingen af de hidtil præsenterede opmærksomhedsteorier eller repræsentationelle teorier kunne forklare denne observation, idet de udelukkende forklarede effekter der kunne tilskrives enten hemisfæreskift i opmærksomheden eller afstand fra forventet til reel præsentation. Hvordan kunne man forklare den tilsyneladende meridian-effekt, at reaktionstiderne både blev forøget når den ikke-forventede stimulus krydsede den vertikale og den horisontale midterlinie?

Rizzolatti et al. (1987) konkluderede at en måde at forstå observationerne var at relatere meridian-effekten til den måde øjenbevægelser er programmerede. Øjenbevægelser er uden tvivl tæt forbundne med opmærksomhed. Hvis man formodede at det samme gjorde sig gældende for skjult opmærksomhed kunne man opstille følgende hypotese: hvis allokeringen af den skjulte opmærksomhed var afhængig af programmeringen af (ikke udførte) øjenbevægelser, ville et

intermeridiant retningsskift, altså et skift der involverede krydsningen af midterlinien, kræve en decideret om-programmering af de muskler der skulle udføre de nødvendige øjenbevægelser. Derimod ville et intrameridiant retningsskift, hvor opmærksomheden blot skulle flyttes indenfor den samme kvadrant af synsfeltet, ikke kræve en tilsvarende om-programmering men blot en finjustering af det allerede iværksatte program.

Logikken var at krydsningen af midterlinien krævede at et helt andet sæt øjenmuskler blev taget i brug, hvorimod et tilsvarende retningsskift der forblev inden for den samme kvadrant kunne udføres med det allerede aktiverede sæt øjenmuskler. Det signifikant øgede tidsforbrug der kunne registreres ved skift imellem kvadranter kunne ifølge forskerne tilskrives den ekstra tid det tog at om-programmere øjenmuskulaturen. Dermed sandsynliggjorde man at det var præmotoriske forhold der påvirkede den skjulte opmærksomhed. Denne hypotese var i øvrigt ikke langt fra Posner et al.'s (1984) iagttagelser om afkobling af opmærksomheden. Posner et al. (1984) forklarede det øgede tidsforbrug ved ikke-forventede stimuli med den ekstra tid det tog at afkoble den skjulte opmærksomhed fra dens fokus. Rizzolatti et al.'s (1987) resultater kunne tolkes derhen at skjult opmærksomhed var en funktion af den præmotoriske kodning af øjenbevægelserne.

Normalt kunne man sige at der var en tæt forbindelse imellem opmærksomhed og øjenbevægelser. Ved almindelig observation af dyr vil man kunne se dyret følge stimulus med øjnene eller orientere sig imod ukendte stimuli ved at fokusere øjnene på objektet. Denne proces kræver at øjen- og halsmuskulatur programmeres til at udføre de nødvendige bevægelser. Rizzolatti et al. (1987) foreslog at dette gjaldt for opmærksomhed generelt. Det vil sige at først når den præmotoriske aktivering af de muskler der var nødvendige for at kunne fokusere på en given stimulus var færdig-programmeret, kunne man tale om opmærksomhed. Opmærksomheden, også den skjulte, opstod altså i og med en præmotorisk programmering, hvadenten denne programmering medførte en

motorisk respons eller ej²⁵. De opmærksomhedsforstyrrelser man kunne observere ved neglekt skyldtes en defekt præmotorisk programmering.

For at den præmotoriske opmærksomhedsteori skulle give mening var det nødvendigt at indføre endnu et element. Hvis opmærksomheden opstod som følge af programmeringen af forskellige præmotoriske kredsløb skulle disse kredsløb kunne trække på information om relationen imellem subjektet og objektet. For at kunne udføre handlinger rettet imod givne objekter måtte der dannes en repræsentation af rummet og herpå tegnes den aktuelle relation imellem organismen og det ønskede objekt. Objektet måtte beskrives i en egocentrisk referenceramme. Det vil sige i relation til beskueren²⁶

For Rizzolatti & Berti (1993) var dissocieringen af forskellige former for neglekt i relation til rummet som blandt andre Halligan & Marshall (1991) havde gjort opmærksom på, et væsentligt bevis på at der fandtes en række spatiale kort der dækkede forskellige aspekter af det ekstrapersonlige rum. Når neglekt kunne dissocieres imellem det nære og det fjerne rum (Beschlin & Robertson, 1997) bekræftede dette at der fandtes repræsentationelle kort der beskrev forskellige sektorer i rummet. Hvis repræsentationen af en given sektor var forstyrret kunne de præmotoriske kredsløb ikke programmere en handling og dermed ville forudsætningerne for opmærksomhed i denne del af rummet ikke være tilstede.

Rizzolatti & Camarda (1987) havde diskuteret hvorledes opmærksomheden opstod i forbindelse med programmeringen af præmotoriske kredsløb (circuits). Hos laverestående dyrearter kunne opmærksomhedsfunktionen beskrives som en simpel stimulus-respons (S-R) forbindelse. Nye eller interessante stimuli fangede

²⁵ Allport (1989) fremførte iøvrigt en lignende opmærksomhedsteori gående på at det evolutionære formål med opmærksomhed var valget af en specifik handling rettet imod en given stimulus. Ud af de uendelige muligheder for handlinger i det ekstrapersonlige rum var opgaven at udvælge en enkelt målrettet aktion fremfor alle andre. Det var med valget af et potentielt eller faktisk udført handleforløb at opmærksomheden, forstået som faciliteringen af bearbejdningen af bestemte stimuli, opstod.

²⁶ Se f.eks Goody & Reinhold (1952) eller Damasio (2000)

opmærksomheden simpelthen ved at igangsætte en motorisk reaktion (orienteringsrefleks) rettet imod stimulus. På den måde kunne der argumenteres for en umiddelbar forbindelse imellem sensoriske og motoriske neuroner. Hos højerestående dyrearter og i exceptionel grad hos mennesket, kunne man derimod finde en kløft imellem stimuli og respons så en given stimulus ikke pr. automatik udløste en bestemt respons. Denne proces kunne foregå ved en hæmning af motorisk aktivitet f.eks den oculomotoriske. Derved ville sensorisk stimulation bidrage til en præmotorisk aktivitet, der kunne give anledning til opmærksomhed (herunder skjult opmærksomhed), uden samtidig at igangsætte specifik oculomotorisk aktivitet. Dette kunne samtidig teoretisk give et bud på hvordan opmærksomheden kunne fungere uden ekstern stimulation (stimulusdrevnen). Dette kunne foregå ved en mental 'afspilning' af potentielle S-R kæder, hvor aktivering af bestemte præmotoriske kredsløb kunne levere nye sensoriske stimuli der så til gengæld påvirkede de præmotoriske neuroner og dermed i praksis på sin vis 'kortsluttede' S-R forbindelsen i et imaginært (præmotorisk) handleforløb.

På trods af at Rizzolatti et al. (1985) faktisk tidligere havde været med til at beskrive neglekt i opmærksomhedstermer fremførte Rizzolatti & Berti (1993) nu en omfattende teori, hvor de hævdede at spatial opmærksomhed var afhængig af og kunne beskrives på baggrund af en repræsentationel forståelsesramme. Teorien bestod af 5 antagelser de baserede på de hidtidige forskningsresultater:

- Neglekt er primært en forstyrrelse af spatial opmærksomhed, det vil sige af evnen til at danne en bevidst repræsentation af rummet.
- Spatial opmærksomhed opstår i forbindelse med sammenhængende aktivitet i flere kortikale og subkortikale områder, der hver især har deres egne neurale repræsentation af rummet.
- Den neurale repræsentation af rummet defineres som kodningen af den ydre verden i et system af ikke-retinale koordinater.

- Områder hvor rum-repræsentationen bliver dannet er involveret i de spatiale aspekter af motorisk programmering, derfor den hyppige association imellem motoriske og repræsentationelle forstyrrelser.
- De opmærksomhedsforstyrrelser der kan iagttages ved neglekt er en sekundær følge af læderingen af rum-repræsentationer. Fordi spatiale repræsentationer styrer specifikke motoriske programmer, stammer opmærksomhedsforstyrrelser fra en ubalance i disse systemer.

Rizzolatti & Berti (1993) forsøgte med denne model at gøre op med opmærksomhedsteorien ved at levere en teoretisk ramme for samspillet imellem opmærksomhed, handling (action) og repræsentation. Den grundlæggende idé gik ud på at et netværk dedikeret til repræsentation af spatiale forhold dannede den ramme hvor på opmærksomheden kunne bevæge sig. Hvis der opstod unilaterale skader på dele af dette netværk ville det resultere i unilaterale opmærksomhedsforstyrrelser, fordi opmærksomheden så ikke kunne allokeres i den beskadigede sektor. Ydermere understregedes den tætte forbindelse imellem repræsentation, motorisk programmering og opmærksomhed. De områder der varetog spatial repræsentation var også involveret i motorisk programmering for bevægelser i rummet.

4.4 Jeannerod & Karnath: Den egocentriske referenceramme

Blandt andre Jeannerod (1987) havde tidligere argumenteret for at rummet var en konstruktion. Denne påstand skulle forstås som et opgør med de rene opmærksomhedsteorier. Visuel neglekt kunne ikke udelukkende forklares ud fra et retinocentrisk perspektiv. Hvis neglekt fulgte billedet på nethinden hvordan kunne man så forklare at patienter der blev bedt om at følge konturerne af et givet objekt stadig negligerede halvdelen selvom de dog havde set det i deres centrale synsfelt, som Bisiach & Rusconi (1990)²⁷ havde påvist? Og endelig: hvis neglekt beskrev en situation hvor stimuli i den ene side af rummet blev

²⁷ Se afsnit 2.11

ignoreret, hvad definerede da hvad der lå til venstre og hvad der lå til højre? Ifølge opmærksomhedsteoretikerne ville svaret umiddelbart være alle stimuli der blev præsenteret til venstre eller til højre for den centrale del af retina (fovea). I forsøgsopstillingerne havde man bedt patienterne fokusere på et bestemt punkt for at kunne kontrollere hvilke stimuli der blev præsenteret for henholdsvis højre og venstre hemisfære. Det vil sige at opmærksomhedsteoriene implicit havde antaget at neglect udelukkende opererede inden for en retinotopisk referenceramme. For Jeannerod (1988) var spørgsmålet om den egocentriske referenceramme virkelig var bygget op omkring øjnenes position i forhold til objektet eller om man kunne påvise en mere stabil kropscentreret egocentrisk referenceramme?

Jeannerod (1988) mente at repræsentationen af rummet i høj grad var relateret til kroppen. Den samlede multimodale sensoriske information om rummet samledes i en egocentrisk referenceramme der knyttede sig til kroppens midt-sagittale plan, det vil sige det plan der skilte kroppen i en venstre og en højre halvdel. Alt hvad der optrådte i det ekstrapersonlige rum til venstre for midterlinien, hørte til venstre side og omvendt. Dette var den mest stabile referenceramme til at inddele det ekstrapersonlige rum i to halvdele, væsentligt mere stabil en en retinotopisk referenceramme der flyttede sig med blikretningen. Det gjorde den kropscentrerede referenceramme ikke. Hvis rummet var en mental konstruktion der relaterede sig til en egocentrisk kropscentreret referenceramme, var det måske muligt at vise at neglect opstod som følge af en forstyrrelse af denne repræsentation.

Forsøg af Biguer et al. (1988) viste at man kunne påvirke forsøgspersoners subjektive fornemmelse for hvor en lys-stimulus befandt sig i et mørkt rum ved at stimulere (vibrere) deres nakkemuskulatur. Derved opstod en visuel illusion, hvor forsøgspersonerne oplevede at stimulus blev flyttet længere til højre eller venstre afhængig af i hvilken side af nakken man stimulerede. På denne måde simulerede man at hovedet var drejet til højre eller venstre ved at efterligne

strækket på nakkens muskulatur. Ved vedvarende stimulation oplevede forsøgspersonerne en tilsyneladende fortsat bevægelse uden yderligere flytning af stimulus.

Mergner et al. (1992) havde i et lignende forsøg i 1986 påvist at forsøgspersoner oplevede en illusorisk bevægelse af et objekt (lysstimulus) i rummet, hvis hovedet blev fastholdt i forhold til den stationære stimulus, samtidig med at overkroppen drejedes i den ene eller anden retning. Forsøgspersoner oplevede at stimulus bevægedes i en modsat retning af overkroppens drejning.

Senere rapporterede Karnath et al. (1993) og Karnath (1994) at man eksperimentelt kunne reducere kontralateral neglekt enten ved at stimulere den venstre side af nakkemuskulaturen med en vibrator eller ved at dreje overkroppen 15° mod venstre. Modsat fandt man ingen effekt ved uspecifik stimulation af venstre side af kroppen, f.eks. ved at stimulere venstre hånd eller ved at dreje hovedet 15° mod venstre. I et tidligere forsøg med neglekt havde Karnath et al. (1993) sammenlignet sakkadiske (øjenbevægelsernes) reaktionstider over for stimuli i venstre og højre synsfelt. Når patienterne sad med øjnene, hovedet og kroppen i en ligeud retning, hvilket betød at den samme del af rummet lå til venstre og højre for henholdsvis den centrale del af synsfeltet, kroppens og hovedets midterlinie, fandt man som forventet forlængede reaktionstider over for stimuli præsenteret i den kontralæsiønelle venstre side. Hvis man derimod drejede overkroppen 15° mod venstre med hovedet fortsat i en ligeud retning fandt man reaktionstider inden for normalområdet. Ved denne hoved/krop position var den centrale del af synsfeltet placeret midt i rummet ud for kroppens højre side og derfor lå både højre og venstre synsfelt til højre for kroppens midterlinie. Det kunne tyde på at neglekt var relateret til kroppen.

Resultaterne bekræftede hypotesen om at der fandtes et egocentrisk reference system med basis i kroppens midt-sagittale plan og at dette system spillede en

rolle for allokeringen af opmærksomheden i det ekstrapersonlige rum. For at kunne tegne den korrekte relation imellem subjekt og objekt var det nødvendigt at bearbejde information om øjnenes position i relation til hovedet og hovedets position i relation til kroppen og kroppens position i relation til objektet. Disse 3 parametre var nødt til kontinuerligt at blive sat i forhold til hinanden. Under mål-orienteret adfærd, f.eks at række ud efter et ønsket objekt, flytter stimulus sig hele tiden en lille smule inden for de forskellige referencerammer. Derfor måtte der dannes et stabilt kort over det ekstrapersonlige rum så det ikke oplevedes som om objektet flyttede sig fordi øjnene eller hovedet flyttede sig. Man kunne argumentere for at et sådant egocentrisk kort nødvendigvis måtte være kropscenteret fordi kroppen under normale omstændigheder vil flytte sig mindst i forhold til objektet. Ved at stimulere nakkemuskulaturen eller dreje overkroppen ændrede man parametrene i dette system med det resultat at patienterne havde lettere ved at registrere stimuli på trods af at det retinale billede var uændret. Venstresidige stimuli optrådte nu til højre for kroppens midt-sagittale plan, enten som følge af en reel drejning af overkroppen eller som følge af en oplevet drejning som resultat af stimulationen af nakkemuskulaturen.

Det viste sig altså at patienternes evne til at opdage stimuli i den ene (venstre) side var mere afhængig af en kropscentreret end en retinotopisk referenceramme. Således var det kroppens faktiske eller oplevede position i rummet der bestemte hvilke stimuli der befandt sig til højre eller venstre for midten og dermed også hvilke der opnåede at blive genstand for opmærksomheden. Karnath et al. (1993) skrev:

”For example, when reaching for a stationary object located in the peripersonal space the position of the eyes and head vary from moment to moment (due to the usual movements of the subject), although the relevant spatial location of the target with respect to the body may not change. Therefore, it is plausible to assume that the retinotopic coordinates of the target are transformed into a more stable coordinate system based on a body-centred frame of reference” (s. 395)

Tidligere redegørelser, herunder specielt de opmærksomhedsorienterede, havde implicit koncentreret sig om den retinotopiske referenceramme ved at kræve at patienterne fokuserede på et bestemt punkt under eksperimenterne. Det gjorde patienterne også i disse undersøgelser. Men man opererede samtidig med en kropscentreret referenceramme som altså viste sig at have afgørende betydning. Karnath (1994) argumenterede for at den egocentriske referenceramme var grundlæggende ikke-retinal og skulle beskrives i relation til kroppens midt-sagittale plan. Det var den kropscentrerede referenceramme der definerede hvad der var højre og venstre.

Det var kort tid før de omtalte forsøg af Karnath (1994) lykkedes for Fogassi et al. (1992) at påvise neuroner i præmotorisk korteks der kodede rummet i kropscentrerede fremfor retinotopiske koordinater. Man havde trænet aber i at fikse på en lys-stimulus. Derefter afledte man aktiviteten i enkeltceller (single cell recordings) og ved at præsentere visuelle stimuli fandt man frem til den enkelte celledes specifikke responsområde. Fiksationspunktet blev nu flyttet og man gentog forsøget.

Resultaterne viste at enkeltceller i præmotorisk korteks fortsat reagerede på de samme områder af det potentielt tilgængelige synsfelt og altså ikke baserede sig på den umiddelbare retinale fiksering (i forhold til fovea). Den enkelte neuron responderede på stimuli præsenteret det samme sted i rummet fremfor stimuli præsenteret det samme sted på nethinden. Resultatet blev tolket sådan at der var tale om neuroner der direkte kodede rummet i et krops- eller hovedcentreret koordinat system uafhængigt af den retinale projektion.²⁸ De præmotoriske neuroner der forberedte motoriske handlinger i rummet havde dermed adgang til et kort over det ekstrapersonlige rum der var uafhængig af den umiddelbare projektion på retina. Fogassi et al. (1992) konkluderede at man havde fundet evidens for et referencesystem der kodede rummet i kropscentrerede koordinater.

²⁸ Det var ifølge forfatterne ikke muligt i denne undersøgelse at afgøre om kodningen var relateret til kroppen eller hovedet da abernes hoved var fastspændt. Desværre forsøgte man ikke at dreje overkroppen for at ændre parametrene i et eventuelt kropscentreret referencesystem.

Kort tid efter konstaterede Galetti et al. (1993) at neuroner i parietallappen hos aber kodede for rummet i et krops- eller hovedbaseret referencesystem. Disse 'real-position'²⁹ neuroner kunne dermed efter Galetti et al.'s (1993) mening udemærket levere et kort over det ekstrapersonlige rum via direkte forbindelser til de præmotoriske neuroner som Fogassi et al. (1992) havde fundet.

Senere fremførte Karnath (1997) en model for hvordan hjernen danner en central repræsentation af det egocentriske rum. Denne repræsentation skabes ved hjælp af integrationen af sensorisk information fra mange forskellige kilder. Ud fra projektionen på retina dannes en referenceramme i retinotopiske koordinater. Ved at kombinere denne information med ekstraretinale signaler fra øjenmuskulaturen etableres blikretningen og dermed skabes forudsætningerne for at kode rummet i en hovedcentreret referenceramme. Dernæst skal hovedets position i rummet bestemmes ved hjælp af bl.a vestibulære input og proprioceptiv information fra nakkemuskulaturen. Når hovedets position er bestemt er der tilstrækkelig information tilgængelig til at kode rummet i en kropscentreret referenceramme.

En unilateral skade på et sådant referencesystem kunne efter Karnaths (1997) mening give sig udslag i et symptombillede som det man ser ved neglekt. Karnath skrev:

"The disturbed multisensory coordinate transformation leads to (a) an altered perception of body orientation, i.e., to a disparity of the subjective and objective body orientation with a displacement of the subjectively perceived position to the ipsilesional side and (b) to a bias of space exploration in the same direction." (1997, s. 505)

Karnath (1994, 1997) mente at ved at påvise at neglekt kunne skyldes en forstyrrelse af den kropscentrerede referenceramme måtte man samtidig se

²⁹ Med termen 'real-position' hentydede Galetti et al. (1993) til det forhold at disse (visuelle) neuroners responsområde stod i relation til stimulus' faktiske eller reelle position i det ekstrapersonlige rum, det vil sige uafhængigt af projektionen på retina.

neglekt som en repræsentationel forstyrrelse. Opmærksomheden for kroppen og rummet hang sammen fordi der var tale om et kort over rummet der var relateret til kroppen. Hjernen dannede en repræsentation af rummet og det var denne repræsentation der var forstyrret ved neglekt.

Koblingen af kroppen og rummet i både Karnaths (1997) kropscentrerede neglektteori og Rizzolatti & Bertis (1993) præmotoriske neglektteori, var en sammenhæng der lå lige for. Observationerne af den hyppige korrelation imellem motoriske og sensoriske forstyrrelser ved neglekt havde som allerede påpeget fået tidlige teoretikere til at beskrive neglekt som en forstyrrelse af et skema for rummet.

Fundet af polysensoriske neuroner der responderede på både visuel og somatosensorisk stimulation bekræftede Karnaths (1997) og Rizzolatti & Bertis (1993) hypoteser. Sakata & Kusunoki (1992) kunne rapportere om neuroner i den inferiore parietallap hos aber der selektivt responderede på visuelle stimuli der bevægede sig imod eller tæt på (5-10 cm) kroppens overflade.

Samme type bimodale neuroner havde Duhamel et al. (1991) fundet i den inferiore parietallap. Karakteristisk for disse neuroner var at de responderede i forhold til hvor langt en visuel stimulus befandt sig fra kroppen eller ansigtets overflade. Således responderede nogle neuroner bedst ved præsentationer i en afstand af 10-20 cm. mens andre responderede bedst ved en afstand på under 5 cm. Men dette var ikke det mest overraskende ved forsøget. Det viste sig at neuronerne havde overlappende visuelle og somatosensoriske responsområder. Der var tale om en bimodal spatial repræsentation.

4.6 Duhamel: Bimodal spatial repræsentation

Ved at aflede aktiviteten i enkeltceller kunne Duhamel et al. (1991) påvise neuroner der selektivt responderede dels på visuelle stimuli præsenteret i f.eks den øverste venstre kvadrant af synsfeltet, dels på berøring af øverste venstre side af ansigtet. På den måde udforskede man de enkelte neuroners visuelle og somatosensoriske responsområder og fandt frem til at disse nøje korrelerede. Områder af det visuelle felt svarede til områder i ansigtet, på hovedet og på siden af overkroppen.

Denne korrelation skulle tages helt bogstaveligt. Forskerne fandt frem til at den vertikale meridian af synsfeltet svarede til ansigtets midterlinie. Visuelle stimuli præsenteret i henholdsvis venstre eller højre side af synsfeltet fremkaldte responser i neuroner der også responderede på somatosensorisk stimulation i venstre eller højre side af ansigtet. Visuelle stimuli præsenteret i henholdsvis den øverste eller nederste del af synsfeltet gav responser i neuroner der på lignende vis responderede på somatosensorisk stimulation i øverste eller nederste halvdel af ansigtet. Endelig kunne man vise at graden af eccentricitet i synsfeltet var relateret til det midt-sagittale plan, på den måde at celler med frontale somatosensoriske responsområder (f.eks fortil i ansigtet) havde mere centrale visuelle responsområder end celler med responsområder på siden af, toppen af eller bagtil på hovedet.

De visuelle og somatosensoriske responsområder korresponderede også i størrelsen. Celler med relativt afgrænsede, centrale visuelle responsområder havde tilsvarende små somatosensoriske reponsområder der befandt sig i ansigtets fremskudte dele (øjenbryn, næse, mund, hage), hvorimod celler med større og mere perifære visuelle reponsområder udviste aktivitet efter somatosensorisk stimulation på større områder af ansigtet der strakte sig ud til siden af ansigtet, hovedet eller kroppen.

Colby & Duhamel (1996) kunne senere rapportere om neuroner der selektivt responderede på visuelle stimuli der bevægedes imod et bestemt punkt i ansigtet. Således fyrede en given neuron f.eks. afhængigt af om en stimulus' bane ville ramme hagen eller øjenbrynet. Forskerne kunne vise at disse neuroners responsområder kodedes helt bogstaveligt i et ansigtscentreret (og derfor også kraniocentrisk) referencesystem og af den grund var uafhængig af øjnens position. Det var slutpunktet for stimulus' bane der var bestemmende for om de bimodale (visuelle og somatosensoriske) neuroner reagerede eller ej.

Colby & Duhamel (1996), Duhamel et al. (1997) og Graziano et al. (1994) kunne vise at områder af parietal og frontal korteks kodede stimuli der svarede til forskellige referencerammer. Der kunne påvises neuroner der kodede rummet i retino-, oculo-³⁰, og kraniotopiske koordinater. Denne repræsentation af det ekstrapersonlige rum foregik sandsynligvis både på et enkeltcelle niveau og som resultat af aktivitet i populationer af celler. Der kunne også påvises neuroner der kodede rummet i relation til hovedet, en arm eller en hånd.

Dette bekræftede hypotesen om at parietal korteks danner ikke bare én men multiple repræsentationer af det visuelle rum³¹. Colby & Duhamel (1996) skrev:

”These multiple representations are tailored to guide specific kinds of actions: eye movements, head movements and arm movements respectively. The function of parietal cortex is to signal the location of attended objects relative to the observer. It does so in order to allow the organism to act on its environment. The many different kinds of actions that can be performed are likely to be supported by these very different kinds of spatial representations.” (s.113f)

³⁰ Et oculocentrisk referencesystem koder stimuli i forhold til hvor langt disse befinder sig fra centrum af retina (fovea). Det er derfor nærliggende at antage at denne kodning hænger sammen med den afstand en sakkade skal tilbagelægge for at centrere synsfeltet på stimulus'.

³¹ Parietal korteks samarbejder formodentlig tæt med præmotoriske neuroner i frontallappen der også er involveret i kodningen af rummet i relation til forskellige kropsdele (hånd, arm, skulder etc.) (Duhamel et al., 1997; Sakata & Kusunoki, 1992).

Hjernen dannede altså repræsentationer der dækkede de behov en given aktivitet eller opgave krævede. Ved aktivitet i det personlige område, altså inden for en arms rækkevidde var det sandsynligt at et objekt ville blive kodet i hånd- eller armcentrerede koordinater. Ved rene visuelle opgaver kunne stimuli måske 'nøjes' med at blive kodet i retinale eller oculocentriske koordinater. Fundet af neuroner der ved hjælp af forskellige kombinationer af visuelle, taktile og vestibulære input dannede hoved- eller kropscentrerede referencesystemer, styrkede idéen om at der eksisterede multiple del-repræsentationer af rummet der kunne aktiveres alt efter behov og smelte sammen til en helhed (Duhamel et al., 1997).

4.7 Skemata for henholdsvis det nære og det fjerne rum

Opdagelsen af bimodale neuroner der kodede rummet tæt på kroppen eller i relation til en hånd eller en arm (Graziano et al., 1994) ansporede på ny interessen for neglekt for henholdsvis det nære og det fjerne rum. Ved at vise at neglekt kunne dobbelt dissocieres over z-aksen problematiserede man samtidig det gængse syn på visuel opmærksomhed. Man måtte forholde sig til både motoriske og repræsentationelle aspekter når man skulle forklare visuel opmærksomhed for det personlige rum. Nye forskningsresultater bekræftede denne tankegang.

Iriki et al. (1996, cit. i Berti et al., 2001) havde fundet samme type bimodale neuroner som Fogassi et al. (1992) havde rapporteret, men kunne ydermere levere evidens for at kodningen af rummet i håndcentrerede koordinater moduleredes af anvendelsen af redskaber. Ved at supplere aber med et instrument der forøgede deres rækkevidde i forhold til et givet objekt, kunne man vise en tilsvarende forøgelse af den enkelte neurons responsområde. Det var som om brugen af redskaber forstørrede repræsentationen af det nære rum.

Berti et al. (2001) kunne rapportere om en patient med svær neglekt for det nære, personlige rum³², men uden tegn på neglekt for objekter længere væk. Neglekten for det nære rum viste sig både når patienten rakte ud og rørte en linie med pegefingern i liniedelingsprøven og når samme opgave udførtes med en lys-pegepen. I det fjerne rum kunne patienten derimod dele en linie korrekt når det skete med lys-pegepen. Nu gav man patienten en lang pind med hvilken denne kunne række ud og fysisk berøre linien. Resultatet var at patienten nu udviste ligeså svær neglekt for det fjerne rum som for det nære (målt med liniedelingsprøven).

Berti et al. (2001) tolkede resultaterne derhen at der var sket et skift i patientens brug af et skema for henholdsvis det nære og det fjerne rum. Det tydede på at patienten havde en skade på et repræsentationelt skema for det nære rum men ikke for et tilsvarende skema for det fjerne rum. Man kunne forklare forsøgsresultatet med at skemaet for det nære rum via brugen af pinden var udvidet til at omfatte det fjerne rum, ligesom Iriki et al. (1996, cit. i Berti et al., 2001) havde påvist hos aber.

I et senere forsøg af Ackroyd et al. (2002) kunne man påvise den modsatte sammenhæng. En patient med svær neglekt i det fjerne rum forbedrede sine præstationer ved at holde en linial på 30 cm. udstrakt foran sig. Linialen blev enten holdt i en ligeud position eller 90° til venstre. Ved at holde i linialen i en ligeud position forbedredes patientens evne især til at rapportere objekter i det fjerne rum i højre side. Ved at holde linialen vinkelret til venstre rapporteredes flere objekter i det venstre nære rum. Patientens relativt gode resultater i det højre nære rum kunne nu udstrækkes til at gælde henholdsvis objekter længere væk og objekter placeret længere til venstre³³.

³² Berti et al. (2001) anvender betegnelsen 'peripersonel' til at beskrive det nære, personlige rum.

³³ Som en kontrolforanstaltning udførtes forsøget også med en 3 cm. lang kuglepen. Ingen af de beskrevne forbedringer kunne registreres under denne opstilling.

Resultaterne talte for at patienten kun kunne kode rummet i relation til det personlige rum. Ved at forøge den umiddelbare aktionsradius kunne Ackroyd et al. (2002) sandsynliggøre at det var muligt at påvirke intakte repræsentationer af det nære rum. Muligvis var linialen blevet assimileret af et proprioceptivt skema og på den måde gjort det der før var kodet som det fjerne rum til en del af det nære rum. Brugen af et redskab kunne dermed siges at have forøget det visuelt tilgængelige rum.

4.8 Opsummering og konklusion på kapitel 3 & 4

Der er en begyndende konsensus om at rummet er kodet i mange forskellige kortikale områder og subkortikale centre. Studier på aber har f.eks vist at læsioner på de frontale øjenområder (FEF) giver spatiale forstyrrelser der hovedsageligt omfatter det fjerne rum, mens skader på den ventrale del af præmotorisk cortex (bl.a. inferiore område 6) medfører forstyrrelser i opmærksomheden for rummet tæt ved og for kroppen (Fogassi et al., 1996; Mesulam, 1999). Den samlede evidens tyder på at der ikke findes én repræsentation af rummet, men mange der bidrager med hver deres aspekter givetvis afhængigt af den aktuelle opgaves karakter. Opmærksomheden for rummet langt væk og tæt på aktiverer sandsynligvis forskellige repræsentationer. Formodentlig kan rummet indeles i mange sektorer der hver især omfattes af kombinationer af sensoriske og præmotoriske repræsentationer. Endelig er der noget der tyder på at kodningen kan foregå ikke kun i egocentriske men muligvis også i objektcentrerede koordinater (Ota et al., 2000; Mesulam, 1999).

Derimod er der ikke meget der tyder på at man rent anatomisk kan lave en skarp opdeling imellem de sensoriske og motoriske aspekter af neglekt sådan som det har været foreslået. Blandt andre Mesulam (1981) har fremlagt en hypotese om at præfrontale læsioner skulle give overvejende motorisk neglekt, mens parietale læsioner skulle medføre neglekt med især sensoriske elementer. De præmotoriske områder er involveret i sensorimotorisk repræsentation som f.eks studier af Daffner et al. (2000) bekræfter. Daffner et al. (2000) har overbevisende

argumenteret for at præfrontale områder varetager en 'signalfunktion' i forhold til nye eller ukendte (novel) visuelle stimuli. Præfrontale læsioner skulle dermed medføre manglende opmærksomhed overfor stimuli fordi der ikke kan gives 'signal' om at noget 'interessant' er på færde. I senere beskrivelser bekræfter Mesulam (1999) at det ikke er sandsynligt at finde en 'frontal' eller 'parietal' neglekt. Begge områder er involveret i både motoriske og sensoriske aspekter af visuel kognition. Der er efter Mesulams (1999) mening snarere tale om et netværk for sensorimotorisk integration hvor bl.a præfrontale områder leverer information til og kan aktiveres af, parietal cortex. I et sådant netværk udviskes grænserne imellem aktion og perception.

Desuden har forsøg af Mattingley et al. (1998) yderligere svækket hypotesen om en anatomisk distinktion imellem sensorisk og motorisk neglekt. De fandt at læsioner i den inferiore parietallap, udover mere sensoriske forstyrrelser, medførte en 'intentionel' forstyrrelse i evnen til at iværksætte venstrerettede bevægelser mod objekter i venstre side af rummet. De understreger parietallappens funktion som et sensorimotorisk integrativt center hvor der ikke kan skelnes imellem rene sensoriske eller motoriske aspekter. Dette blev bekræftet i studier på aber hvor Snyder et al. (1997) fandt posteriore parietale neuroner der reagerede selektivt alt efter hvilken type motorisk plan eller bevægelse der skulle udføres. Man konkluderede at der var tale om 'intentionelle' neuroner der er involveret i planlægningen og udførelsen af bevægelser i rummet.

Endelig har helt nye resultater påvist en overvejende motorisk komponent ved parietale læsioner sammenlignet med en tilsvarende overvejende sensorisk neglekt fundet efter frontale læsioner. (Husain et al., 2000) Samtidig har Harvey et al. (2002) sammenlignet 3 forskellige test der bruges til at dissociere sensorisk fra motorisk neglekt og vist at godt nok kan testene placere de enkelte patienter i enten en sensorisk eller motorisk type, men kun 1 ud af 12 patienter blev klassificeret ens i alle 3 tests. Dermed kunne det se ud til at det er kravene i den

specifikke opgave der bestemmer om patienterne udviser de motoriske eller sensoriske aspekter af deres neglekt.

Forskningen viser også at selv om visuel opmærksomhed i nogle forsøgsopstillinger kan betragtes som unimodal det vil sige 'rent' visuel, kan man ikke generelt reducere spatiale forstyrrelser til en visuoperceptuel modalitet. Spatial kognition er dels en kombination af sensoriske og motoriske aspekter, dels en multimodal proces der integrerer både taktile, auditive, vestibulære og visuelle input.

5. Posterior parietal korteks

5.1 Anatomi

Selvom neglekt optræder efter læsioner i både kortikale og subkortikale områder (Vallar, 1993) er der alligevel grundlag for at antage at det er i den posteriore del af parietal korteks hovedforklaringen på de unilaterale opmærksomhedsforstyrrelser skal findes. Det ser det ud til at posterior parietal korteks samt tilstødende temporale og occipitale områder er involveret i helt centrale aspekter af sensorimotorisk integration og sandsynligvis er en central del af et større netværk der varetager repræsentationen af og/eller opmærksomheden for kroppen og rummet (Thier & Karnath, 1997).

Den menneskelige posteriore parietale korteks omfatter den bagerste (caudale) del af parietallappen. Den intraparietale sulcus gennemskærer den posteriore parietallap og deler den dermed i en inferior og en superior del. Den superiore parietallap omfatter både den superiore parietale gyrus og den intraparietale sulcus. Den inferiore parietallap kan inddrages i den supramarginale og den angulære gyrus³⁴.

Sammenligninger imellem den menneskelige parietale korteks og andre primaters er ikke uproblematisk. Hos aber (monkeys)³⁵ omfatter f.eks Brodmanns område (BA) 5 hele den superiore parietallap og BA 7 hele den inferiore parietallap,

³⁴ Der er mange måder at definere de forskellige områder af parietal korteks. Eidelberg & Galaburda (1984) har lavet en opdeling på baggrund af forskelle i neuronernes type, sammensætning og struktur. Det er en såkaldt cytoarkitektonisk opdeling.

³⁵ Bemærk iøvrigt forskellen på det engelske 'monkey' og 'ape', hvor 'ape' beskriver de større, haleløse aber. Når jeg skriver 'abe' i denne opgave hentyder jeg til det engelske 'monkey'. Brodmann (Garey, 1994) mente iøvrigt at BA 7 hos aber sandsynligvis svarede til hele den menneskelige parietallap og derfor skulle anses som en udifferentieret forløber for alle menneskelige parietale områder (bortset fra BA 5). Han kortlagde desværre ikke parietal korteks hos de fylogenetisk senere udviklede større, haleløse aber (apes). Derfor mangler der evidens

mens de tilsvarende områder (BA 5 & 7) hos mennesker begge er lokaliseret i den superiore parietallap (Brodmann, 1909 oversat af Garey, 1994; Milner, 1997; Zilles & Palomero-Gallagher, 2001). Alene denne uoverensstemmelse gør at man ikke umiddelbart kan overføre resultater fra abestudier til mennesket³⁶.

På trods heraf kan der argumenteres for funktionelle og anatomiske ligheder. F.eks medfører inferiore parietale læsioner neglekt hos både mennesker og aber (Milner, 1997)³⁷

5.2 Den superiore vs. den inferiore parietallap

Inspireret af dissocieringen af neglekt i en overvejende sensorisk henholdsvis motorisk type har det været foreslået af Perenin (1997) og Petit et al. (1997) at den øverste del af posterior parietal kortex (PPK) hovedsageligt er involveret i kodning af rummet i forbindelse med motoriske handlinger (actions) og at læsioner i dette område giver problemer med at række ud efter objekter som man ser det hos patienter med optisk ataksi. Det ser man også hos mange patienter med neglekt, men dette kan skyldes at læsionen også omfatter dette område.

Den øverste del af PPK (superiore parietallap) skulle udføre sine opgaver via multiple effektor-specifikke repræsentationer. Det kunne f.eks være visuomotoriske repræsentationer af en arm eller hånd og rummet omkring dem. Disse repræsentationer beskrives som relativt 'kortlivede' ubevidste processer der danner ramme omkring de 'online' sensorimotoriske transformationer der hver især er rettet imod en given målorienteret handling. Som f.eks at række ud efter et objekt.

fra det vigtige mellemliggende led imellem aber (monkeys) og mennesket der kunne have bekræftet hans formodning (Zilles & Palomero-Gallagher, 2001).

³⁶ Derfor er man nødt til at kombinere de cytoarkitektoniske studier med evidens fra f.eks PET-studier der kan vise hvilke områder i hjernen der er aktive under forskellige typer opgaveløsning (se f.eks Petit et al., 1997).

³⁷ Milner (1997) påpeger dog at aber snarere får symptomer på visuel extinction og hemi-inattention. Han mener ikke at aber får neglekt. Og han argumenterer derfor for at menneskers og abers inferiore parietallap af den grund *ikke* varetager identiske funktioner.

Den nederste del af PPK (inferiore parietallap) der sammen med tilstødende occipitoparietale og/eller temporoparietale områder er associeret med neglekt (Vallar & Perani, 1986; Milner, 1997) skulle ifølge Perenin (1997) være ansvarlig for mere langvarige og bevidste repræsentationer og danne grundlag for spatial kognition/opmærksomhed og mere avancerede former for spatial adfærd. Samtidig beskrives processerne i denne del af PPK som relativt mindre handlingsrettede og primært varetage perceptuelle (sensoriske) aspekter af spatial kognition³⁸. Samtidig er der nogen evidens for at extinction *ikke* kan associeres med læsioner i den inferiore parietallap (Posner et al, 1984; Milner, 1997)³⁹.

5.3 Anatomisk asymmetri

Baseret på cytoarkitektoniske studier lykkedes det Eidelberg & Galaburda (1984) at lokalisere de områder i posterior parietal kortex der fordeler sig asymmetrisk i henholdsvis højre og venstre hemisfære. Specielt et lille område PEG der lå i den ventrale spids (lip) af den intraparietale sulcus og herfra strakte sig ind over den inferiore parietallapsfold (convexity), vakte interesse. Forskerne kunne påvise at

³⁸ At den superiore parietallap skulle varetage motoriske aspekter af spatial kognition, mens den inferiore parietallap skulle være mere perceptuel blev dog problematiseret af et forsøg af Mattingley et al. (1998). Her blev det påvist at patienter med læsioner i den inferiore parietallap havde svært ved at initiere venstrerettede bevægelser i venstre side af rummet. De havde endda større problemer med venstrerettede bevægelser end patienter med neglekt efter frontale læsioner der ellers hyppigt bliver associeret med præmotorisk neglekt. Mattingley et al.'s (1998) konklusion kan dog være misvisende hvis område PEG i den inferiore parietallap som påstået af Eidelberg & Galaburda (1984) i virkeligheden skal betragtes som en 'udløber' af den superiore parietallaps visuomotoriske system.

³⁹ Driver (1998) der mener at extinction er en mild form for neglekt, har dog rejst en metodologisk kritik af disse studier og hævder at resultaterne kan skyldes en såkaldt 'ceiling effect'. Neglekt kan ligesom extinction i mange tilfælde være så mild at den kræver mere end bare simple procedurer for at kunne påvises. Hvis man ikke i undersøgelserne tager højde for det kan den hævdede dobbelte dissociation imellem neglekt og extinction være falsk og basere sig på at patienter med extinction er så relativt velfungerende at f.eks neglekt ikke kan påvises fordi den ikke giver udslag på simple opgaver. Eller at neglekten rent faktisk kommer til udtryk på udstregningsopgaver i form af et øget tidsforbrug som dog ikke bliver registreret som neglekt fordi alle elementer i sidste ende bliver udstreget korrekt. Patienterne kan på den måde fungere så godt eller på sådan en måde at de 'når loftet' i de almindelige tests hvor mere avancerede procedurer ville have påvist en dysfunktion.

område PEG var større i højre hemisfære og argumenterede derfor at PEG var den sandsynligste kandidat til at forklare den funktionelle asymmetri imellem højre og venstre PPK læsioner. Desuden funderedes der over hvilken betydning de somatiske aspekter af den superiore parietallap og område PEG i den inferiore parietallap har for spatial opmærksomhed:

”It is tempting to speculate that since the cortices of the superior parietal lobule can be traced by connections and by cytoarchitectonics to a common archicortex-derived cingulate ancestor (also giving rise to the unimodal somatosensory receptive zone for lower limbs, proximal upper limbs, and trunk), area PEG may therefore subserve complex functions related to general spatial perceptions of the body.” (s. 850)

Og videre:

”Those regions of the trunk and limbs, by virtue of their lack of highly specialized sensory analysers (eg, vision, hearing, and olfaction) would be more likely to subserve general functions, such as uncommitted attention to the environment and random exploratory behavior.” (s. 850)

Område PEG kunne relateres til explorativ adfærd og spatial opmærksomhed over for kroppen og rummet. Dette blev yderligere bekræftet af antagelsen af at PEG ligesom hos aber var mål for stærke limbiske afferenter. Interessant var det at superior parietal kortex og område PEG, ligesom fylogenetisk ældre men cytoarkitektonisk lignende områder i cingulat kortex, på samme tid var involveret i sensorimotorisk integration idet de varetog repræsentationen af både spatial og somatisk information.

5.4 To visuelle systemer

I en artikel af Ungerleider & Mishkin (1982) fremsattes en hypotese om to visuelle systemer dedikeret til at varetage forskellige aspekter af visuel processing. Her præsenteredes den nu velkendte distinktion imellem et visuelt system der behandler information om *hvor* en given stimulus befinder sig i rummet og et andet visuelt system der leverer information om *hvad* denne stimulus er. Det vil sige det ene system fortæller *hvor* et objekt er, det andet *hvad* det er. Hypotesen baserede sig på forsøg med aber der viste at skader på inferotemporal korteks gav forstyrrelser i abernes evne til at skelne imellem objekter, mens læsioner posterior parietalt gav mere 'spatiale' problemer. Modellen beskrev to visuelle 'strømme' (streams) fra striat korteks. En ventral, der førte til inferotemporal korteks og en dorsal, der endte i posterior parietal korteks.

Ungerleider & Mishkins (1982) teori byggede for en stor dels vedkommende på en tidligere artikel af Schneider (1969) der ligeledes havde argumenteret for to visuelle systemer. Schneider (1969) havde fundet ud af at fjernelse af enten colliculi superior eller occipital korteks hos hamstere medførte omfattende visuelle forstyrrelser. Der var dog afgørende forskelle hvilken type 'blindhed' der opstod efter henholdsvis subkortikale og kortikale læsioner. De hamstere der havde læsioner i colliculi superior udviste som forventet ingen tegn på at kunne lokalisere visuelle stimuli som udtrykt i en orienteringsrespons. På trods heraf kunne de skelne imellem forskellige visuelle mønstre og lære hvilken dør (med et bestemt mønster) de skulle vælge for at få en belønning. Hamsternes 'blindhed' bestod i at de ikke kunne udføre visuomotoriske orienteringsbevægelser rettet imod objekter i rummet. Præcis det omvendte gjorde sig gældende for hamstere med læsioner på occipital korteks. Her kunne der kun spores minimale forstyrrelser i evnen til at rette sig imod stimuli, hvilket iøvrigt gjaldt både visuel, auditiv, somestetisk og olfaktorisk stimulation. Derimod havde de mistet evnen til at indlære og genkende visuelle mønstre. Nogle af dem kunne endog ikke kende forskel på 'sort' og 'hvid'.

5.5 Neglekt og de to visuelle systemer

På baggrund af hypotesen om de to visuelle systemer har det været foreslået at neglekt skyldes en skade på det dorsale kredsløb (posterior parietalt) og at dette enten skulle medføre en manglende spatial (dvs. unilateral) orientering med bevaret objekt identifikation (Humphreys & Riddoch, 1993) eller en kombineret forstyrrelse af opmærksomheden over for både rummet og objekter i rummet, fordi det dorsale kredsløb varetager aspekter af objekt-identifikation (Farah et al., 1993). Populært sagt beskriver det ene system 'hvad' en stimulus er og det andet system ikke bare 'hvor' den er men også 'hvordan' en handling kan rettes imod den (Milner, 1999).

Den modsatte konklusion har Milner & Goodale (1995) argumenteret for. Skader på det dorsale system, med terminus i den superiore parietallap, skulle kunne medføre extinction og forstyrrelser i den visuomotoriske styring af bevægelser (optisk ataksi), men ikke neglekt. Derimod foreslog Milner & Goodale (1995) at det er skader på det ventrale netværk der medførte neglekt. I deres model skulle den inferiore parietallap modtage ventral objekt-information fra områder i den inferiore temporallap.

Milner (1997, 1999) skelner imellem det dorsale visuelt system der varetager aspekter af den visuomotoriske styring af spatialt rettede handlinger og det ventrale system der forestår mere perceptuelle aspekter af visuel repræsentation, men argumenterer for at man ikke, som f.eks. Humphreys & Riddoch (1993) og Farah et al. (1993) har gjort, umiddelbart skal forstå neglekt som en visuomotorisk forstyrrelse. Det er ikke evnen til at rette opmærksomheden til den ene side der er forstyrret. F.eks. kan man ikke forklare objektcenteret neglekt eller tilfælde hvor neglekten er domænespecifik (kun omfattende ét domæne) med en lateraliseret forstyrrelse af opmærksomheden. Milner (1997) mener at neglekt må anses for at være en forstyrrelse af det mere perceptuelle ventrale system. Han skriver:

”These considerations would all be consistent with the idea that the root cause of neglect may be a disruption of a representational network located in the right inferior parietal lobule. This system would receive highly processed information relating to object identity, and accordingly be in large part dependent on visual inputs from the ventral stream. (s. 16f)

Det er ikke skader på den dorsale visuelle strøm, og strengt taget heller ikke den ventrale, men derimod på et uafhængigt supramodalt repræsentationelt netværk der er relateret til og modtager information fra begge visuelle strømme. Dette netværk skulle være lokaliseret i den inferiore parietallap og parietotemporale områder og formodentlig være bedst repræsenteret i højre hemisfære.

5.6 Posterior parietal korteks som leverandør af et dynamisk sensorimotorisk kort

I 1975 foreslog Mountcastle et al. (1975) at områder i den posteriore parietale korteks hos aber indeholdt en ’kommandocentral’ for handlinger i det extrapersonlige rum. Denne hypotese baseredes på fundet af neuroner der responderede før kombinerede øje- og armbevægelser rettet imod objekter i rummet. Disse neuroner var dog selektive i deres respons: de responderede kun hvis der var tale om en aktiv, indefra motiveret fokusering af opmærksomheden på objektet. Det vil sige hvis aberne virkelig ønskede eller *ville* have fat i objektet. Denne opmærksomhed kunne observeres som en sensorimotorisk aktivitet rettet imod objektet, og bestod i at aberne fulgte det med øjnene og eventuelt rakte ud efter det hvis de kunne nå det. ’Uinteressante’ stimuli kunne, selvom de blev fulgt med øjnene, ikke udløse en lignende neuronaktivitet.

Disse observationer fik Mountcastle et al. (1975) til at konkludere at område 7 rummer store sæt af neuroner der opererer på en ’kommandofacon’, det vil sige de dirigerer den visuelle opmærksomhed og den manuelle udforskning af rummet. Desuden reflekterede de over en anden interessant omstændighed i den posteriore parietallap, uden de dog turde konkludere noget herom. Områder i den intraparietale sulcus samt de sæt af neuroner der havde en kommandofunktion,

udviste et usædvanligt aktiveringsmønster. Normalt organiseredes aktiviteten i disse områder af kortex på en lagdelt facon. Det betyder at neuronerne i de forskellige lag af kortex aktiveres af forbindelser imellem lagene. I denne type væv er der således relativt sparsomme forbindelser imellem neuronerne inden for det samme lag. Men hvad forskerne kunne registrere når den parietale kortex bevægede sig fra en passiv til en aktiv funktionsmåde, f.eks når en interessant stimulus kom indenfor rækkevidde, var et ændret aktiveringsmønster således at aktiveringen af neuronsæt nu også forløb inden for de enkelte lag.

Områder i parietallappen varetager de spatiale repræsentationer der er nødvendige for at guide handlinger i det extrapersonlige rum (Colby & Duhamel, 1996). Den selektive aktivering af områder i og omkring den intraparietale sulcus i højre hemisfære som kan observeres under løsningen af komplekse visuospatiale opgaver (Posner & Driver, 1992; Corbetta et al., 1993), taler for at se disse områder som et center for forskellige former for spatial opmærksomhed. Der er måske tale om et sensorimotorisk 'interface' (brugerflade), hvor netværk der varetager repræsentationen af perceptuelle input mødes med de præmotoriske processer der varetager repræsentationen af handling-i-rummet. Dermed etableres et sensorimotorisk kort over potentielle handlingsforløb (Freund, 2001).

Muligvis foregår der i parietallappen en overordnet styring af multiple repræsentationer for handling-i-rummet, et valg imellem mange muligheder for handling og skift imellem de forskellige referencerammer der er nødvendige for et givet handlingsforløb. Det kunne udemærket tænkes at den selektive aktivering af neuronnetværk som Mountcastle et al. (1975) påviste i den intraparietale sulcus, afspejler en overordnet styring af skift imellem de dynamiske sensorimotoriske kort der muliggør målrettede handlinger i rummet. Denne kortlægning af potentielle handlinger-i-rummet træder kun i kraft når opmærksomheden koncentrerer om en bestemt handling rettet imod betydningsfulde stimuli. Et sådant valg af en handling behøver ikke udløse en

ydre adfærd men kan bestå i en åben eller skjult fokusering af opmærksomheden på et givet objekt. Det er en sensorimotorisk rettethed imod eller parathed over for objektet, med andre ord en facilitering af bearbejdningen af bestemte stimuli.

Området omkring den intraparietale sulcus, det primære lokus for neglekt, kunne fungere som en *koordinator* for hvilke sensorimotoriske systemer der aktuelt skulle aktiveres. Dermed kunne dette område varetage skift imellem de sensorimotoriske repræsentationer der tilsammen danner et sammenhængende og dynamisk kort over kroppen, rummet, objektet og relationerne imellem dem. Denne proces ville inkludere valget af den mest hensigtsmæssige referenceramme til at beskrive relationen imellem organismen og objektet. En sådan koordinator ville dermed være styrende for hvilke repræsentationelle subsystemer der aktuelt skulle aktiveres for at facilitere den perceptuelle bearbejdning af spatial information. Forskellige former for spatial opmærksomhed stiller ikke de samme krav. Observation af stimuli langt væk kræver aktivering af subsystemer der varetager repræsentationen af denne sektor af rummet. Hvis der pludselig optræder interessante stimuli i den fjerne del af rummet kan man forestille sig at en sådan koordinator umiddelbart kunne aktivere sensorimotoriske subsystemer der repræsenterede denne sektor og dermed levere et færdigt sensorimotorisk kort skræddersyet til at løse præcis denne type spatiale 'opgave'⁴⁰. Ved at aktivere forskellige konstellationer af repræsentationelle subsystemer kunne disse områder forårsage skift imellem utallige opgave-relaterede neuronnetværk. Disse tilpassede neuronnetværk kunne på den måde hver især danne et perceptuelt sensorimotorisk 'interface' (brugerflade) der var udstyret til at levere et øjebliksbillede, en præcis og specialiseret repræsentation af eller kort over den aktuelle situation.

Gallese et al. (2002) har senest beskrevet den posteriore parietallap som 'en mosaik af områder, hver især modtagere af specifik sensorisk information. Inden

⁴⁰ Eksempelvis: 'Hvad er det (objektet), hvor er det (i forhold til mig) og hvordan undgår jeg det eller får fat i det (bevæger mig væk fra det eller hen imod det)?'

for den dorsale strøm findes der parallelle kortiko-kortikale kredsløb der hver især elaborerer en specifik type visuel information for at guide forskellige typer handlinger' (s. 352).

Samtidig ville aktiveringen af en bestemt netværkskonstellation udelukke 'støj' fra alle de andre potentielle måder at 'se' situationen på og dermed give det nødvendige fokus for opmærksomheden.

5.7 Opstilling af netværksmodel for spatial kognition

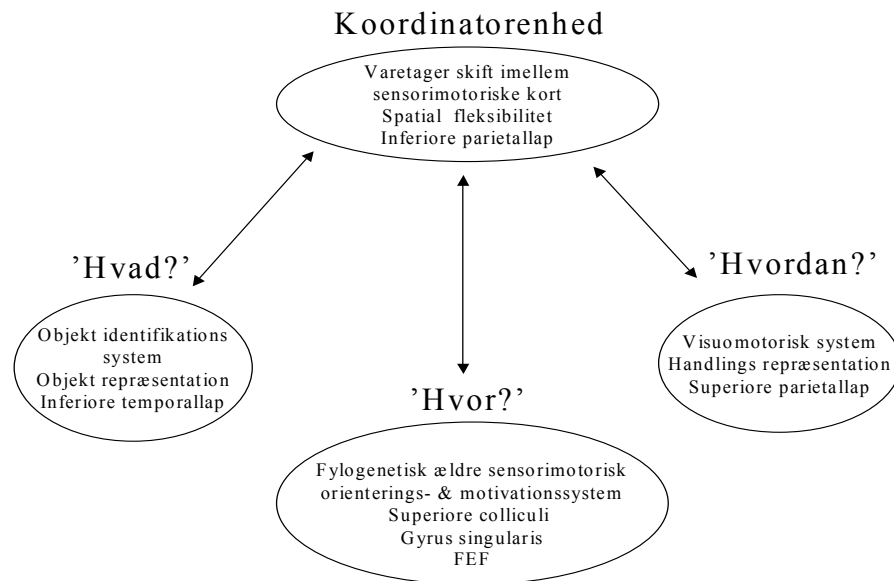
Figur 5.1 viser en hypotetisk model for et repræsentationelt opmærksomhedsnetværk med en central 'koordinatorenhed' lokaliseret i og omkring den inferiore parietallap i den højre hemisfære. Den intraparietale sulcus fungerer i denne model som et dynamisk sensorimotorisk interface der via styringen fra den inferiore parietallap tilbyder en så fuldendt og fleksibel repræsentation af aktuelle spatiale omstændigheder som muligt. I denne model forårsager den inferiore parietallap skift imellem de tilgængelige sensorimotoriske kort og finder frem til den kombination der giver den mest hensigtsmæssige repræsentation af den aktuelle situation⁴¹.

⁴¹På det seneste er der opstået en fornyet interesse for sammenhængen imellem sensoriske og motoriske processer i forbindelse med perception (se f.eks Prinz & Hommel, 2002). Man kan betegne denne udvikling som en anerkendelse af at perceptuelle processer ikke bare opstår som resultatet af (passive) sanseprocesser, men i lige så høj grad er afhængig af motoriske og præmotoriske systemer. Perception er en aktiv proces hvor organismen udvælger relevante stimuli til videre sensorisk bearbejdning. På den måde ses på lighederne imellem perception som resultat af sensoriske processer og perception som en aktiv (motorisk) udvælgelse af stimuli, det vil sige som en handling.

Hurley (1998) har kritiseret den kognitionspsykologiske input-output dikotomi for at være for simpel. For eksempel kan den ikke bruges til at forklare de observationer af bimodale sensorimotoriske neuroner som bl.a Mountcastle (1975) har fremlagt. Hun mener at perception og handling hænger tættere sammen end input-output paradigmet tillader.

Jeg tror opmærksomheden opstår i grænsefladen imellem perception og handling. Her er det interessant at den inferiore parietallap ser ud til at være essentiel for afviklingen og koordineringen af sensorimotoriske processer. Samtidig har neuroner i dette område et selektivt responsmønster som Mountcastle (1975) har påvist: de reagerer kun når opmærksomheden rettes imod relevante stimuli. Det er dette forhold jeg har forsøgt at illustrere med min model: den inferiore parietallap aktiveres når det er hensigtsmæssigt at rette en (potentiel) handling imod en stimulus. I det øjeblik danner den inferiore parietallap som jeg ser det, en syntese af de

Figur 5.1



Figuren er en illustration af et hypotetisk integreret netværk for spatial kognition. Der er direkte forbindelser fra superiore colliculi og gyrus singularis til og fra området omkring den intraparietale sulcus (Eidelberg & Galaburda, 1984; Mesulam, 1999). Som foreslået af bl.a. Milner & Goodale (1995) og Milner (1997) modtager den inferiore parietallap formentlig dorsale og ventrale input fra den superiore parietallap og den inferiore temporallap.

Den posteriore parietallap indeholder sammen med temporallappen områder der varetager forskellige aspekter af spatial repræsentation og objekt repræsentation. Formentlig sker der hér som foreslået af Milner (1995), en sammensmeltning af dorsale og ventrale input der tilsammen giver de optimale betingelser for sensorimotorisk integration af spatial information. Der etableres i disse områder information om hvor et objekt befinder sig, hvad det er og ikke mindst hvordan en eventuel handling kan rettes imod det. Ved hjælp af en selektiv aktivering af de parietale og temporale områder der hver især dækker forskellige sensorimotoriske aspekter af den spatiale repræsentation, modtager den inferiore

sensoriske og motoriske repræsentationer der bedst faciliterer formålet med den konkrete

parietallap tilstrækkelig information til at tilbyde umiddelbare stimulusorienterede og kropscentrerede kort, målrettede til at iværksætte manipulative handlinger imod objekter i rummet (f.eks række ud og gribe et objekt).

Disse dynamiske 'interaktive' kort kunne samtidig tænkes at etablere en relation imellem den aktive perciperende organisme og objektet. Først og fremmest må der vælges imellem potentielle referencerammer som basis for dannelsen af denne relation. Det må kontinuerligt afgøres hvilket *referencepunkt* der skal være udgangspunktet for perceptionen af det aktuelle objekt. Objektet kan som vi har set beskrives i relation til f.eks kroppen, hovedet eller en arm.

Som Marshall & Fink (2001, s. S2) har foreslået må spatial kognition løse følgende type opgaver:

- Hvor er jeg og hvordan er mine kropsdele aktuelt positioneret?
- Hvor befinder vigtige objekter sig i forhold til mig?
- Hvor er disse objekter lokaliseret i forhold til hinanden?
- Hvad skal jeg gøre med disse objekter?
- Hvordan skal jeg gøre det der skal gøres?

Den kontinuerlige dannelse og opdatering af sensorimotoriske kort i den posteriore parietallap ville levere svarene på disse spørgsmål. Det ville udstyre organismen med en øjeblikkelig information om hvor vigtige objekter befinder sig og hvor de er på vej hen, hvad disse objekter er, og hvordan potentielle handlinger kan rettes imod dem.

Voluntære skift imellem disse brugerflader (kort) ville tillade en høj grad af fleksibilitet over for spatiale stimuli. Ved at skifte imellem brugerflader kan organismen afsøge potentielle handlestrategier i forhold til de aktuelle objekter. Det ville give organismen mulighed for at 'se' komplekse spatiale situationer fra forskellige 'synspunkter' og på den måde tilbyde et valg imellem mange løsningsmodeller. På den måde ville skift imellem sensorimotoriske kort øge organismens muligheder for at gøre konkrete objekter til genstand for handlinger. Dermed øges antallet af potentielt relevante stimuli i en given situation hvilket medfører en forøget responsivitet/opmærksomhed over for stimulation.

5.8 Neglekt og den højre inferiore parietallap

Hvis man forestiller sig den posteriore parietallap som leverandør af sådanne multiple brugerflader for spatial kognition og den inferiore parietallap i den højre hemisfære som en central 'koordinatorenhed' der varetager skift imellem de tilgængelige brugerflader, kan det muligvis forklare den højre-venstre hemisfære asymmetri der er konstateret ved neglekt.

Hvis højre parietallap via områder i den intraparietale sulcus kan iværksætte voluntære skift imellem multiple brugerflader giver det god mulighed for en fleksibel opgaveløsning, selv ved neglekt. Ved læsioner i venstre hemisfære der umiddelbart ville kunne foranledige neglektfænomener, er det ud fra modellen nærliggende at antage at det tilbageværende netværk i højre hemisfære kan kompensere herfor. Ved hjælp af sin evne til at skifte imellem brugerflader ville højre hemisfære således kunne etablere den tilstrækkelige information fra residuale subsystemer til at 'indfange' stimuli fra den neglektede side.

Det modsatte ville gøre sig gældende for den venstre hemisfære. Ved læsioner i højre hemisfære ville organismen ikke være i stand til at iværksætte voluntære skift imellem brugerflader. Dermed ville de repræsentationelle netværk eller subsystemer være aktiveret af den aktuelle opgave (stimulusdrevet perception)

uden mulighed for dynamiske skift imellem alternative brugerflader. Resultatet ville være en meget ufleksibel og stimulusbunden opgaveløsning, styret af de relativt få stimuli der tildeltes relevans af residuale netværk og uden mulighed for at kompensere ved at aktivere alternative subsystemer. Spatial opgaveløsning der krævede aktivering af læderede områder ville således udløse neglektfænomener (f.eks for det nære rum) imens andre typer spatiale opgaver der benyttede intakte brugerflader (f.eks for det fjerne rum) ikke ville afsløre neglekt.⁴²

⁴² Karnath & Niemeier (2002) har for nylig bekræftet antagelsen om at patienter med venstresidig neglekt er meget stimulusbundne i deres explorative adfærd. Forskellige opgaveformuleringer udløste forskellige explorative strategier over for stimuli placeret på samme lokalitet, hvilket udløste neglekt under den ene men ikke den anden type opgaveløsning. Dette tyder på at patienterne under opgaveløsning ikke iværksætter voluntære skift imellem brugerflader, men holder sig til én bestemt opgavedefineret strategi.

6. Generel konklusion

6.1 Repræsentation og/eller opmærksomhed

Mange forskere har gennem tiden forsøgt at definere neglekt som enten en repræsentationel forstyrrelse eller en opmærksomhedsforstyrrelse. Gennem kliniske undersøgelser, undertiden i form af avancerede forsøgsopstillinger, har man forsøgt at afgøre den teoretiske diskussion om emnet. Allerede Paterson & Zangwills (1944) rapportering af patienter med visuel neglekt uden samtidig kropsneglekt blev brugt som argumentation for at neglekt for rummet og neglekt for kroppen var uafhængige forstyrrelser. Dermed blev Brains (1941) tidlige konstatering af en sammenhæng imellem et skema for kroppen og et skema for rummet pure afvist og fik ikke den betydning for forskningen den kunne have fået.

Af flere grunde, blandt andet fordi det umiddelbart var lettere, valgte mange forskere udelukkende at studere neglekt inden for det visuelle domæne og det var egentlig først med Mountcastle et al. (1975) at der for alvor blev sået tvivl om denne konsensus. Det viste sig af der var sammenfald imellem områder der repræsenterede henholdsvis kroppen og rummet, samt at neuroner i associative områder rent faktisk var selektivt involveret i at repræsentere bestemte sektorer i rummet. Dermed var det sandsynliggjort at et (visuelt) skema for rummet kunne hænge sammen med kropsrepræsentation. Man fandt ikke en humunculus eller et 1:1 skema for hverken rummet eller kroppen, men trods alt neuroner med selektive responsområder afhængig af hvor stimuli blev præsenteret. Neuroner der havde en repræsentationel karakter. At Bisiach & Luzzatti (1978) derefter præsenterede en patient der udviste 'neglekt for forestillingsbilleder' bekræftede yderligere at den hidtidige konsensus var utilstrækkelig og var dermed med til at vække interessen for det repræsentationelle perspektiv. De nye resultater blev tolket som en udfordring for opmærksomhedsteoriene og denne periode

markerede derfor starten på en meget intensiv udforskning af neglektfænomenerne i forsøget på at udvikle mere omfattende forklaringsmodeller.

Det har været svært om ikke umuligt at afgøre om hvilket perspektiv der var det mest korrekte. Enkelte har dog gjort forsøget. Rizzolatti & Berti (1993) har været fortalere for det repræsentationelle perspektiv og en af deres vigtigste indvendinger har været rettet imod selve begrebet opmærksomhed. Selvom opmærksomhedsforstyrrelser klinisk set kan være meget påfaldende og på den måde bekræfte den umiddelbare oplevelse af neglekt som en opmærksomhedsforstyrrelse, kan neglekt undertiden være endog meget subtil og kun registreres med komplekse tests. Mange af de eksperimentelle resultater der er kommet frem har kun vanskeligt kunnet forklares som en skævvredet eller unilateral opmærksomhedsfunktion. Det gælder f.eks. hvor neglekten kun omfatter et enkelt domæne eller når neglekten optræder i den raske side som det kan observeres ved objektneglekt. Det viser sig netop i de mange modstridende forsøgsresultater hvor man har fundet snart den ene snart den anden form for neglekt afhængig af forsøgsopstillingen. Dette forhold taler ikke for at se neglekt som en generel forstyrrelse af en opmærksomhedsfunktion, men netop for at det er en forstyrrelse af *repræsentationen* af forskellige aspekter af spatial kognition. Forskellige del-repræsentationer kan falde bort mens andre fortsat er tilstede.

Det har heller ikke været muligt at identificere et center for opmærksomheden. Hvis der fandtes et center eller et netværk for spatial kognition i højre hemisfære ville man som Rizzolatti & Berti (1993) bemærke snarere forvente bilaterale opmærksomhedsforstyrrelser efter læsioner i denne hemisfære.

Men selv det repræsentationelle perspektiv er ikke uproblematisk. Som Rizzolatti & Berti (1993) & Kinsbourne (1993) gør opmærksom på kan ikke engang Bisiach & Luzzattis (1978) påvisning af neglekt for forestillingsbilleder bruges som endegyldigt bevis for det repræsentationelle perspektiv. De argumenterer for at patienternes repræsentationelle system kan være intakt og at

det istedet kunne tænkes at det er deres opmærksomhedsfunktion der er forstyrret så de ikke på normal vis kan rette den imod den kontralæsiønelle repræsentation.

Et eksempel på hvor vanskeligt det er rent eksperimentelt at skelne imellem de to perspektiver kan illustreres ved hjælp af forsøgene med vestibulær stimulation som f.eks Rubens (1985) fremlagde. Umiddelbart kunne man forklare denne effekt som en øget opmærksomhed over for kontralæsiønelle stimuli på grund af selve påvirkningen af den kontralæsiønelle side af kroppen. Men det viste sig hurtigt at også ipsilæsiønel vestibulær stimulation kunne medføre en lignende symptombedring. Dermed kunne man ikke forklare resultaterne med en flytning af opmærksomheden i en kontralæsiønel retning, men måtte konkludere at den gunstige effekt skyldtes en påvirkning af residuale (vestibulære) netværk. Men var det dermed en bekræftelse af de repræsentationelle forklaringsmodeller?

Kinsbourne (1993, 1995) har argumenteret for sin opmærksomhedsteori ved at konstatere at der ikke findes 'et kropsskema i bevidstheden' (1993, s. 70), samt at man ikke støder på neglekt for bestemte dele af kroppen. Dette ville man kunne forudse hvis et skema dedikeret til opmærksomhed for kroppen var opbygget som en kopi af kroppen. Men det har jo faktisk vist sig at man støder på neglekt for ganske veldefinerede repræsentationelle sektorer f.eks i form neglekt for det nære eller det fjerne rum, samt at bimodale neuroner i bl.a parietallappen har selektive responsområder der varetager repræsentationen af specifikke krop-rum relationer. Så selv om opmærksomheden for kroppen ikke varetages af det klassiske 'kropsskema' er der alligevel tale om repræsentationer af bestemte kropscentrerede referencerammer. Disse repræsentationer fordeler sig på begge hemisfærer og forklarer hvorfor man kun ser *hele* unilaterale forstyrrelser. Hvis repræsentationelle systemer bliver læderet i den ene hemisfære må det nødvendigvis medføre at de pågældende funktioner falder bort i den kontralæsiønelle side af rummet/kroppen.

Posner & Petersons (1990) detaljerede beskrivelser af de forskellige elementer opmærksomheden består af og deres omfattende anatomiske lokalisation af

netværk for spatial opmærksomhed har været værdifulde for den teoretiske forståelse af hvilke kognitive elementer opmærksomhedsfunktionen består af. Deres identifikation af strukturer der er involveret i spatial opmærksomhed forklarer dog ikke hvordan disse spiller sammen med de repræsentationelle faktorer andre forskere har identificeret. Deres model kan ikke bruges til at modbevise de præmotoriske teorier der hævder at opmærksomheden opstår som følge af aktivering af repræsentationer for handling-i-rummet.

Selv om der har været præsenteret relativt omfattende gennemgange af evidensen for henholdsvis de opmærksomhedsteoretiske og de repræsentationelle modeller i forsøget på at klassificere neglekt som enten en opmærksomhedsforstyrrelse eller en repræsentationel forstyrrelse, har konklusionen ofte været at man ikke kan afvise det ene perspektiv fremfor det andet (Humphreys & Riddoch, 1993; Robertson & Eglin, 1993). Dette skyldes at resultaterne er valide men samtidig indbyrdes modstridende. Som vi har set kan det være praktisk umuligt at lave en forsøgsopstilling der kan skelne imellem de to perspektiver. Det er interessant at spekulere over om den opstillede modsætning rent faktisk er falsk. Ihvertfald ser man oftere og oftere forklaringsmodeller der forsøger at sammentænke de to perspektiver og beskriver af opmærksomheden som opererende på en repræsentationel ramme (Kinsbourne, 1995; Mesulam, 1999; Fink et al., 1997).

For mig at se har de to paradigmer produceret forskellig, men på hver deres måde essentiel, viden om fænomenet neglekt. De er kommet med hver deres uundværlige bidrag til teoriudviklingen. Mødet imellem disse paradigmer har vist sig overordentligt givtigt og har resulteret i en eksplosion af ny viden. Fænomenet neglekt er det samme uafhængigt af den måde vi vælger at beskrive det på. Men det repræsentationelle perspektiv har efter min mening tilført den kliniske forståelse af hvad opmærksomhed er en helt uundværlig dimension.

6.2 Neglekt: en forstyrrelse af opmærksomheden for kroppen og for rummet

Som jeg tidligere har været inde på var der mange forskere der implicit definerede studiet af neglekt som studiet af visuel opmærksomhed. Det skete dels fordi visuel neglekt var relativt let at studere eksperimentelt men også fordi, tror jeg, at det for opmærksomhedsteoretikerne virkede som en anerkendelse af Brains (1941) hypotese at behandle neglekt for kroppen og neglekt for rummet som sammenhængende fænomener. På sin vis kom de kropslige aspekter af neglekt og studiet af dem til at stå i modsætning til studiet af neglekt som en opmærksomhedsforstyrrelse. Som jeg ser det bundede denne opdeling ikke i en strengt objektiv analyse af fænomenerne men opstod snarere på baggrund af antagelsen om at et skema for kroppen ikke kunne have sammenhæng med et tilsvarende skema for rummet. Det kom til at betyde at mange forskere mente at *kropsrepræsentation* ikke havde forbindelse med *visuospatial opmærksomhed*. Forstyrrelser i opmærksomheden for henholdsvis kroppen og rummet kunne når det kom til stykket ikke have samme basis.

Denne antagelse blev umiddelbart bekræftet af dissocieringen af kropsneglekt og visuospatial neglekt og man mente at de hyppige tilfælde af sammenfald imellem de to blot skyldtes den omstændighed at sensoriske og motoriske associationsområder lå tæt på hinanden i parietallappen. Sidenhen viste det sig at snart sagt alle neglektens kliniske manifestationer kunne dissocieres. Det viser sig at selvom man kan påvise bestemte former for neglektfænomener hos nogle patienter og ikke hos andre, betyder dette ikke nødvendigvis at der er tale om essentielt forskellige forstyrrelser. Det repræsentationelle paradigme har efter min mening leveret den videnskabelige forklaring på hvorfor neglekt tilsyneladende kan dissocieres i en uendelighed. Der findes multiple repræsentationer af sensorimotoriske kort der ofte er sammenfaldende hvad angår kroppen og rummet. Forskningen har vist at perception og handling hænger sammen og at nogle af de neuroner der varetager kropslig repræsentation samtidig varetager spatial repræsentation. Ved at betragte neglekt som en

selektiv forstyrrelse af repræsentationelle netværk kan man forklare neglekt som et sammenhængende fænomen. Neglekt for kroppen og neglekt for rummet er da blot forskellige manifestationer af den samme forstyrrelse: bortfald af repræsentationelle netværk og en manglende evne til at kompensere herfor. Netop den manglende spatiale fleksibilitet og dermed den manglende evne til at kompensere ser jeg som helt centrale elementer i forståelsen af neglekt. Bortfald af repræsentationelle netværk giver ikke i sig selv anledning til neglekt, hvis der ikke samtidig sker en reduktion i evnen til at aktivere residuale subsystemer. Dette forhold forklarer forskellen på læsioner i venstre og højre hemisfære. Den højre hemisfære kan kompensere for tabet af repræsentationelle netværk formentlig ved (voluntært) at aktivere alternative netværk. På den måde øges responsiviteten over for stimulation. Jeg mener ikke man skal betragte højre hemisfære som mere 'spatial' i den forstand at den skulle varetage opmærksomheden for begge sider af rummet og heller ikke at den skulle have flere spatiale repræsentationelle netværk end venstre hemisfære. Det mener jeg ikke der er evidens for. Derimod ser det ud til at dét den højre hemisfære kan, er at den er mere fleksibel end den venstre når det kommer til spatiale opgaver. Den er bedre til at manipulere den tilgængelige information, aktivere alternative (residuale) netværk og på den måde forbedre sensitiviteten over for stimuli. Af samme grund er den højre hemisfære også bedre til at kompensere for manglende information og 'finde på' alternative løsningsmodeller. Den bliver ikke fanget i detaljen som den mere 'analyserende' venstre hemisfære, men bevarer overblikket og kan skifte perspektiv (og bevæge sig i rummet) afhængig af kravene i den aktuelle situation. Meget tyder på at denne kognitive funktion som man kunne betegne 'spatial fleksibilitet' er relateret til området omkring den intraparietale sulcus og måske især den inferiore parietallap, samt at det er denne funktion der forstyrres ved neglekt.

Slut

Referencer

- Ackroyd, K., Riddoch, M. J., Humphreys, G. W., Nightingale, S., & Townsend, S. (2002). Widening the sphere of influence: using a tool to extend extrapersonal visual space in a patient with severe neglect. Neurocase, 8, 1-12.
- Allport, A. (1989). Visual attention. In M.I.Posner (Ed.), Foundations of cognitive science (2 ed., pp. 631-682). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Anzola, G. P., Bertoloni, G., Buchtel, H. A., & Rizzolatti, G. (1977). Spatial compatibility and anatomical factors in simple and choice reaction time. Neuropsychologia, 15, 295-302.
- Barton, J. J. & Black, S. E. (1998). Line bisection in hemianopia. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 64, 660-662.
- Battersby, W. S., Bender, M. B., Pollack, M., & Kahn, R. L. (1956). Unilateral "spatial agnosia" ("inattention") in patients with cerebral lesions. Brain, 79, 68-93.
- Beaumont, J. G. (1985). Lateral organization and aesthetic preference: the importance of peripheral visual asymmetries. Neuropsychologia, 23, 103-113.
- Bender, M. B. & Furlow, L. T. (1945). Phenomenon of visual extinction in homonymous fields and psychologic principles involved. Archives of neurology and psychiatry, 53, 29-33.
- Berti, A. & Rizzolatti, G. (1992). Visual processing without awareness: Evidence from unilateral neglect. Journal of cognitive neuroscience, 4, 345-351.
- Berti, A., Smania, N., & Allport, A. (2001). Coding of far and near space in neglect patients. Neuroimage, 14, S98-S102.
- Beschin, N., Cocchini, G., Della Sala, S., & Logie, R. H. (1997). What the eyes perceive, the brain ignores: a case of pure unilateral representational neglect. Cortex, 33, 3-26.
- Beschin, N. & Robertson, I. H. (1997). Personal versus extrapersonal neglect: a group study of their dissociation using a reliable clinical test. Cortex, 33, 379-384.
- Biguer, B., Donaldson, M. L., Hein, A., & Jeannerod, M. (1988). Neck muscle vibration modifies the representation of visual motion and direction in man. Brain, 111, 1405-1424.
- Bisiach, E. & Luzzatti, C. (1978). Unilateral neglect of representational space. Cortex, 14, 129-133.
- Bisiach, E., Luzzatti, C., & Perani, D. (1979). Unilateral neglect, representational schema and consciousness. Brain, 102, 609-618.
- Bisiach, E., Berti, A., & Vallar, G. (1985). Analogical and logical disorders underlying unilateral neglect of space. In M.I.Posner & O. S. M. Marin (Eds.), Attention and performance XI (pp. 239-249). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum associates publishers.
- Bisiach, E., Perani, D., Vallar, G., & Berti, A. (1986). Unilateral neglect: personal and extra-personal. Neuropsychologia, 24, 759-767.
- Bisiach, E. & Vallar, G. (1988). Hemineglect in humans. In F.Boller & J. Grafman (Eds.), Handbook of neuropsychology (vol. 1 ed., pp. 195-222). Amsterdam: Elsevier.

- Bisiach, E. & Rusconi, M. L. (1990). Break-down of perceptual awareness in unilateral neglect. Cortex, 26, 643-649.
- Brain, W. R. (1941). Visual disorientation with special reference to lesions of the right cerebral hemisphere. Brain, 64, 244-272.
- Cannon, W. B. (1967). The wisdom of the body. New York: W.W. Norton & Co.
- Cannon, W. B. (1970). Bodily changes in pain, hunger, fear and rage. Maryland: McGrath Publishing Co.
- Chatterjee, A., Mennemeier, M., & Heilman, K. M. (1992). A stimulus-response relationship in unilateral neglect: the power function. Neuropsychologia, 30, 1101-1108.
- Colby, C. L. & Duhamel, J. (1996). Spatial representations for action in parietal cortex. Cognitive Brain Research, 5, 105-115.
- Corbetta, M., Miezin, F. M., Shulman, G. L., & Petersen, S. E. (1993). A PET study of visuospatial attention. Journal of Neuroscience, 13, 1202-1226.
- Crick, F. (1984). Function of the thalamic reticular complex: the searchlight hypothesis. Proceedings of the national academy of sciences USA, 81, 4586-4590.
- Critchley, M. (1953). The parietal lobes. (1 ed.) New York: Hafner Press.
- Daffner, K. R., Mesulam, M. M., Scinto, L. F. M., Acar, D., Calvo, V., Faust, R., Chabrierie, A., Kennedy, B., & Holcomb, P. (2000). The central role of the prefrontal cortex in directing attention to novel events. Brain, 123, 927-939.
- Damasio, A. (2000). The feeling of what happens. London: Vintage.
- Dennett, D. C. (1993). Consciousness explained. London: Penguin Books.
- Denny-Brown, D., Meyer, J. S., & Horenstein, S. (1952). The significance of perceptual rivalry resulting from parietal lesion. Brain, 75, 433-471.
- Driver, J. (1998). The neuropsychology of spatial attention. In H.Pashler (Ed.), Attention (pp. 297-340). Hove, UK: Psychology Press.
- Duhamel, J., Colby, C. L., & Goldberg, M. E. (1991). Congruent representations of visual and somatosensory space in single neurons of monkey ventral intra-parietal cortex (area VIP). In J.Paillard (Ed.), Brain and space (pp. 223-236). Oxford: Oxford University Press.
- Duhamel, J., Bremmer, F., Benhamed, S., & Graf, W. (1997). Spatial invariance of visual receptive fields in parietal cortex neurons. Nature, 389, 845-848.
- Eidelberg, D. & Galaburda, A. M. (1984). Inferior parietal lobule. Divergent architectonic asymmetries in the human brain. Archives of neurology, 41, 843-852.
- Farah, M. J., Wallace, M. A., & Vecera, S. P. (1993). "What" and "where" in visual attention: evidence from the neglect syndrome. In I.H.Robertson & J. C. Marshall (Eds.), Unilateral neglect: clinical and experimental studies (pp. 123-137). Hove (UK): Lawrence Erlbaum Associates.
- Farah, M. J. (2000). The cognitive neuroscience of vision. Malden, Massachusetts: Blackwell Publishers.

- Fink, G. R., Dolan, R. J., Halligan, P. W., Marshall, J. C., & Frith, C. D. (1997). Space-based and object-based visual attention: shared and specific neural domains. Brain, *120*, 2013-2028.
- Fogassi, L., Gallese, V., di Pellegrino, G., Fadiga, L., Gentiluccio, M., Luppino, G., Matelli, M., Pedotti, A., & Rizzolatti, G. (1992). Space coding by premotor cortex. Experimental Brain Research, *89*, 686-690.
- Fogassi, L., Gallese, V., Fadiga, L., Luppino, G., Matelli, M., & Rizzolatti, G. (1996). Coding of peripersonal space in inferior premotor cortex (area F4). Journal of neurophysiology, *76*, 141-157.
- Frederiks, J. A. M. (1985). Disorders of the body schema. In J.A.M.Frederiks (Ed.), Handbook of clinical neurology, Vol.45, revised series 1: Clinical neuropsychology (1 ed., pp. 373-393). Amsterdam: Elsevier.
- Freimuth, M. & Wapner, S. (1979). The influence of lateral organization on the evaluation of paintings. British journal of psychology, *70*, 211-218.
- Freund, H. (2001). The parietal lobe as a sensorimotor interface: a perspective from clinical and neuroimaging data. Neuroimage, *14* (July, part 2), S142-S146.
- Friedman, P. J. (1992). The star cancellation test in acute stroke. Clinical Rehabilitation, *6*, 23-30.
- Gainotti, G. (1993). The role of spontaneous eye movements in orienting attention and in unilateral neglect. In I.H.Robertson & J. C. Marshall (Eds.), Unilateral neglect: clinical and experimental studies (pp. 107-122). Hove (UK): Lawrence Erlbaum Associates.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (2002). Action representation in the inferior parietal lobule. In W.Prinz & B. Hommel (Eds.), Common mechanisms in perception and action (pp. 334-355). Oxford: Oxford University Press.
- Galletti, C., Battaglini, P. P., & Fattori, P. (1993). Parietal neurons encoding spatial locations in craniotopic coordinates. Experimental Brain Research, *96*, 221-229.
- Garey, L. J. (1994) Brodmanns localisation in the cerebral cortex. London: Smith-Gordon.
- Goody, W. & Reinhold, M. (1952). Some aspects of human orientation in space. Brain, *75*, 472-509.
- Graziano, M. S. A., Yap, G. S., & Gross, C. G. (1994). Coding of visual space by premotor neurons. Science, *266*, 1054-1057.
- Guariglia, C. & Antonucci, G. (1992). Personal and extrapersonal space: a case of neglect dissociation. Neuropsychologia, *30*, 1001-1009.
- Guariglia, C., Padovani, A., Pantano, P., & Pizzamiglio, L. (1993). Unilateral neglect restricted to visual imagery [see comments]. Nature, *364*, 235-237.
- Halligan, P. W. & Marshall, J. C. (1988). How long is a piece of string? A study of line bisection in a case of visual neglect. Cortex, *24*, 321-328.
- Halligan, P. W. & Marshall, J. C. (1991). Left neglect for near but not far space in man. Nature, *350*, 498-500.

- Halligan, P. W. & Marshall, J. C. (1993a). The history and clinical presentation of neglect. In I.H. Robertson & J. C. Marshall (Eds.), Unilateral neglect: clinical and experimental studies (pp. 3-26). Hove (UK): Lawrence Erlbaum associates.
- Halligan, P. W. & Marshall, J. C. (1993b). When two is one: a case study of spatial parsing in visual neglect. Perception, 22, 309-312.
- Halligan, P. W. & Marshall, J. C. (1994). Toward a principled explanation of unilateral neglect. Cognitive Neuropsychology, 11, 167-206.
- Harvey, M., Krämer-McCaffery, T., Dow, L., Murphy, P. J. S., & Gilchrist, I. D. (2002). Categorisation of 'perceptual' and 'premotor' neglect patients across different tasks: is there a strong evidence for a dichotomy? Neuropsychologia, 40, 1387-1395.
- Hecaén, H. & Albert, M. L. (1978). Human neuropsychology. New York: John Wiley & Sons.
- Heilman, K. M., Pandya, D. N., & Geschwind, N. (1970). Trimodal inattention following parietal lobe ablations. Transactions of the American Neurological Association, 95, 259-261.
- Heilman, K. M. & Valenstein, E. (1972). Frontal lobe neglect in man. Neurology, 22, 660-664.
- Heilman, K. M. & Watson, R. T. (1977a). Mechanisms underlying the unilateral neglect syndrome. In E.A. Weinstein & R. P. Friedland (Eds.), Hemi-inattention and hemisphere specialization (pp. 93-106). New York: Raven Press.
- Heilman, K. M. & Watson, R. T. (1977b). The neglect syndrome - a unilateral defect of the orienting response. In S.Hamad, R. W. Doty, L. Goldstein, J. Jaynes, & G. Krauthamer (Eds.), Lateralization in the nervous system (pp. 285-302). New York: Academic Press.
- Heilman, K. M., Schwartz, H. D., & Watson, R. T. (1978). Hypoarousal in patients with the neglect syndrome and emotional indifference. Neurology, 28, 229-232.
- Heilman, K. M. & Valenstein, E. (1979). Mechanisms underlying hemispatial neglect. Annals of Neurology, 5, 166-170.
- Heilman, K. M. & Van Den Abell, T. (1979). Right hemisphere dominance for mediating cerebral activation. Neuropsychologia, 17, 315-321.
- Heilman, K. M. & Van Den Abell, T. (1980). Right hemisphere dominance for attention: the mechanism underlying hemispheric asymmetries of inattention (neglect). Neurology, 30, 327-330.
- Heilman, K. M., Valenstein, E., & Watson, R. T. (1985a). The neglect syndrome. In J.A.M. Frederiks (Ed.), Handbook of clinical neurology, Vol.45, revised series 1: Clinical neuropsychology (1 ed., pp. 153-183). Amsterdam: Elsevier.
- Heilman, K. M., Bowers, D., Coslett, H. B., Whelan, H., & Watson, R. T. (1985b). Directional hypokinesia: prolonged reaction times for leftward movements in patients with right hemisphere lesions and neglect. Neurology, 35, 855-859.
- Heilman, K. M., Bowers, D., Valenstein, E., & Watson, R. T. (1987). Hemispace and hemispatial neglect. In M. Jeannerod (Ed.), Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect (pp. 115-150). Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V. (North-Holland).
- Heilman, K. M. & Valenstein, E. (1993). Clinical neuropsychology. (3 ed.) New York: Oxford University Press.

- Hier, D. B., Mondlock, J., & Caplan, L. R. (1983a). Behavioral abnormalities after right hemisphere stroke. Neurology, *33*, 337-344.
- Hier, D. B., Mondlock, J., & Caplan, L. R. (1983b). Recovery of behavioral abnormalities after right hemisphere stroke. Neurology, *33*, 345-350.
- Humphreys, G. W. & Riddoch, M. J. (1993). Interactive attentional systems and in unilateral visual neglect. In I.H. Robertson & J. C. Marshall (Eds.), Unilateral neglect: clinical and experimental studies (pp. 139-167). Hove (UK): Lawrence Erlbaum Associates.
- Hurley, S. L. (1998). Consciousness in action. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Husain, M., Mattingley, J. B., Rorden, C., Kennard, C., & Driver, J. (2000). Distinguishing sensory and motor biases in parietal and frontal neglect. Brain, *123*, 1643-1659.
- James, W. (1950). The principles of psychology. (Vols. 2) New York: Dover Publications.
- Jeannerod, M. (1987). Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect. (Vols. 45) Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V. (North-Holland).
- Jeannerod, M. (1988). The neural and behavioral organization of goal-directed movements. (Vols. 15) Oxford: Clarendon Press.
- Joanette, Y., Brouchon, M., Gauthier, L., & Samson, M. (1986). Pointing with left vs right hand in left visual field neglect. Neuropsychologia, *24*, 391-396.
- Karnath, H. O., Christ, K., & Hartje, W. (1993). Decrease of contralateral neglect by neck muscle vibration and spatial orientation of trunk midline. Brain, *116*, 383-396.
- Karnath, H. O. (1994). Subjective body orientation in neglect and the interactive contribution of neck muscle proprioception and vestibular stimulation. Brain, *117*, 1001-1012.
- Karnath, H. O. (1997). Neural encoding of space in egocentric coordinates? Evidence for and limits of a hypothesis derived from patients with parietal lesions and neglect. In P. Thier & H. O. Karnath (Eds.), Parietal lobe contributions to orientation in 3D space (pp. 497-520). Heidelberg: Springer-verlag.
- Karnath, H. O. & Niemeier, M. (2002). Task-dependent differences in the exploratory behavior of patients with spatial neglect. Neuropsychologia, *40*, 1577-1585.
- Kinsbourne, M. (1970). A model for the mechanism of unilateral neglect of space. Transactions of the American Neurological Association, *95*, 143-146.
- Kinsbourne, M. (1974a). Lateral interactions in the brain. In M. Kinsbourne & W. L. Smith (Eds.), Hemispheric disconnection and cerebral function (pp. 239-259). Springfield (USA): Thomas.
- Kinsbourne, M. (1974b). Mechanisms of hemispheric interaction in man. In M. Kinsbourne & W. L. Smith (Eds.), Hemispheric disconnection and cerebral function (pp. 260-285). Springfield (USA): Thomas.
- Kinsbourne, M. (1977). Hemi-neglect and hemisphere rivalry. In E.A. Weinstein & R. P. Friedland (Eds.), Hemi-inattention and hemisphere specialization (pp. 41-50). New York: Raven Press.

- Kinsbourne, M. (1987). Mechanisms of unilateral neglect. In M. Jeannerod (Ed.), Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect (pp. 69-86). Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V. (North-Holland).
- Kinsbourne, M. (1993). Orientational bias model of unilateral neglect: evidence from attentional gradients within hemisphere. In I.H. Robertson & J. C. Marshall (Eds.), Unilateral neglect: clinical and experimental studies (pp. 63-86). Hove (UK): Lawrence Erlbaum Associates.
- Kinsbourne, M. (1995). Awareness of one's own body: an attentional theory of its nature, development, and brain basis. In J.L. Bermúdez, A. Marcel, & N. Eilan (Eds.), The body and the self (pp. 205-223). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- LeDoux, J. E., Wilson, D. H., & Gazzaniga, M. S. (1977). Manipulo-spatial aspects of cerebral lateralization: clues to the origin of lateralization. Neuropsychologia, *15*, 743-750.
- Lynch, J. C., Mountcastle, V. B., Talbot, W. H., & Yin, T. C. T. (1977). Parietal lobe mechanisms for directed visual attention. Journal of neurophysiology, *40*, 362-389.
- Lynch, J. C. (1980). The functional organization of posterior parietal cortex. The behavioral and brain sciences, *3*, 485-534.
- Marshall, J. C. & Halligan, P. W. (1988). Blindsight and insight in visuo-spatial neglect. Nature, *336*, 766-767.
- Marshall, J. C., Halligan, P. W., & Robertson, I. H. (1993). Contemporary theories of unilateral neglect: a critical review. In I.H. Robertson & J. C. Marshall (Eds.), Unilateral neglect: clinical and experimental studies (pp. 311-329). Hove (UK): Lawrence Erlbaum Associates.
- Marshall, J. C. & Fink, G. R. (2001). Spatial cognition: where we were and where we are. Neuroimage, *14*, S2-S7.
- Mattingley, J. B., Husain, M., Rorden, C., Kennard, C., & Driver, J. (1998). Motor role of human inferior parietal lobe revealed in unilateral neglect patients. Nature, *392*, 179-182.
- Mergner, T., Rottler, G., Kimmig, H., & Becker, W. (1992). Role of vestibular and neck inputs for the perception of object motion in space. Experimental Brain Research, *89*, 655-668.
- Mesulam, M. M., Van Hoesen, G. W., Pandya, D. N., & Geschwind, N. (1977). Limbic and sensory connections of the inferior parietal lobule (area PG) in the rhesus monkey: a study with a new method for horseradish peroxidase histochemistry. Brain Research, *136*, 393-414.
- Mesulam, M. M. (1981). A cortical network for directed attention and unilateral neglect. Annals of Neurology, *10*, 309-325.
- Mesulam, M. M. (1990). Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language, and memory. Annals of Neurology, *28*, 597-613.
- 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 of london B. biological sciences, *354*, 1325-1346.
- Mesulam, M. M. (2000). Principles of behavioral and cognitive neurology. (2 ed.) New York: Oxford University Press.

- Milner, A. D. (1987). Animal models for the syndrome of spatial neglect. In M. Jeannerod (Ed.), Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect (pp. 259-288). Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V.
- Milner, A. D. & Goodale, M. A. (1995). The visual brain in action. Oxford: Oxford University Press.
- Milner, A. D. (1997). Neglect, extinction, and the cortical streams of visual processing. In P. Thier & H. O. Karnath (Eds.), Parietal lobe contributions to orientation in 3D space (pp. 3-22). Heidelberg: Springer-Verlag.
- Milner, A. D. (1999). Neuropsychological studies of perception and visuomotor control. In G. W. Humphreys, J. Duncan, & A. Treisman (Eds.), Attention, space and action (pp. 217-231). Oxford: Oxford university press.
- Mountcastle, V. B., Lynch, J. C., Georgopoulos, A., Sakata, H., & Aguna, C. (1975). Posterior parietal association cortex of the monkey: command functions for operations within extrapersonal space. Journal of neurophysiology, *38*, 871-908.
- Ogden, J. A. (1987). The 'neglected' left hemisphere and its contribution to visuospatial neglect. In M. Jeannerod (Ed.), Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect (pp. 215-233). Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V.
- Ota, H., Fujii, T., Suzuki, K., Fukatsu, R., & Yamadori, A. (2001). Dissociations of body-centered and stimulus-centered representations in unilateral neglect. Neurology, *57*, 2064-2069.
- Pandya, D. N. & Kuypers, H. G. J. M. (1969). Cortico-cortical connections in the rhesus monkey. Brain Research, *13*, 13-36.
- Paterson, A. & Zangwill, O. L. (1944). Disorders of visual space perception associated with lesions of the right cerebral hemisphere. Brain, *67*, 331-358.
- Pedersen, P. M., Jorgensen, H. S., Nakayama, H., Raaschou, H. O., & Olsen, T. S. (1997). Hemineglect in acute stroke--incidence and prognostic implications. The Copenhagen Stroke Study. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, *76*, 122-127.
- Pedersen, P. M. (1999). Neuropsychological impairments in stroke: frequency, time-course, and relevance for rehabilitation. Københavns Universitet.
- Perenin, M. T. (1997). Optic ataxia and unilateral neglect: clinical evidence for nondissociable spatial functions in posterior parietal cortex. In P. Thier & H. O. Karnath (Eds.), Parietal contributions to orientation in 3D space (pp. 289-308). Heidelberg: Springer-Verlag.
- Petersen, S. E., Robinson, D. L., & Morris, J. (1987). Contributions of the pulvinar to visual spatial attention. Neuropsychologia, *25*, 97-105.
- Petit, L., Orssaud, C., Tzourio, N., Mazoyer, B., & Berthoz, A. (1997). Superior parietal lobule involvement in the representation of visual space: a PET review. In P. Thier & H. O. Karnath (Eds.), Parietal lobe contributions to orientation in 3D space (pp. 77-91). Heidelberg: Springer-Verlag.
- Pizzamiglio, L., Frasca, R., Guariglia, C., Incoccia, C., & Antonucci, G. (1990). Effect of optokinetic stimulation in patients with visual neglect. Cortex, *26*, 535-540.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. Quarterly journal of experimental psychology, *32*, 3-25.

- Posner, M. I., Walker, J. A., Friedrich, F. J., & Rafal, R. D. (1984). Effects of parietal injury on covert orienting of attention. Journal of Neuroscience, 4, 1863-1874.
- Posner, M. I., Walker, J. A., Friedrich, F. A., & Rafal, R. D. (1987). How do the parietal lobes direct covert attention? Neuropsychologia, 25, 135-145.
- Posner, M. I. & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. Annual Review of Neuroscience, 13, 25-42.
- Posner, M. I. & Driver, J. (1992). The neurobiology of selective attention. Current opinion in neurobiology, 2, 165-169.
- Posner, M. I. & Raichle, M. E. (1994). Images of mind. New York: Scientific American Library.
- Prinz, W. & Hommel, B. (2002). Common mechanisms in perception and action. Oxford: Oxford University Press.
- Rafal, R. D. & Posner, M. I. (1987). Deficits in human visual spatial attention following thalamic lesions. Proceedings of the national academy of sciences USA, 84, 7349-7353.
- Rizzolatti, G., Gentilucci, M., & Matelli, M. (1985). Selective spatial attention: one center, one circuit, or many circuits? In M.I. Posner & O. S. M. Marin (Eds.), Attention and performance XI (pp. 251-265). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates publishers.
- Rizzolatti, G., Riggio, L., Dascola, I., & Umiltà, C. (1987). Reorienting attention across the horizontal and vertical meridians: evidence in favor of a premotor theory of attention. Neuropsychologia, 25, 31-40.
- Rizzolatti, G. & Camarda, R. (1987). Neural circuits for spatial attention and unilateral neglect. In M. Jeannerod (Ed.), Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect (pp. 289-313). Amsterdam: North-Holland.
- Rizzolatti, G. & Gallese, V. (1988). Mechanisms and theories of spatial neglect. In F. Boller & J. Grafman (Eds.), Handbook of neuropsychology (Vol. 1 ed., pp. 223-246). Amsterdam: Elsevier.
- Rizzolatti, G. & Berti, A. (1993). Neural mechanisms of spatial neglect. In I.H. Robertson & J. C. Marshall (Eds.), Unilateral neglect: clinical and experimental studies (pp. 87-106). Hove (UK): Lawrence Erlbaum Associates.
- Robertson, I. H. & Halligan, P. W. (1999). Spatial neglect: a clinical handbook for diagnosis and treatment. Hove, East Sussex: Psychology Press Ltd.
- Robertson, L. C. & Eglin, M. (1993). Attentional search in unilateral visual neglect. In I.H. Robertson & J. C. Marshall (Eds.), Unilateral neglect: clinical and experimental studies (pp. 169-191). Hove (UK): Lawrence Erlbaum Associates.
- Rode, G. & Perenin, M. T. (1994). Temporary remission of representational hemineglect through vestibular stimulation. Neuroreport, 5, 869-872.
- Rubens, A. B. (1985). Caloric stimulation and unilateral visual neglect. Neurology, 35, 1019-1024.
- Sakata, H. & Kusunoki, M. (1992). Organisation of space perception: neural representation of three-dimensional space in the posterior parietal cortex. Current opinion in neurobiology, 2, 170-174.
- Schneider, G. E. (1969). Two visual systems. Science, 163, 895-902.

- Snyder, L. H., Batista, A. P., & Andersen, R. A. (1997). Coding of intention in the posterior parietal cortex. Nature, *386*, 167-170.
- Sokolov, Ye. N. (1963). Perception and the conditioned reflex. Oxford: Pergamon Press.
- Sprague, J. M. & Meikle, T. H. jr. (1965). The role of the superior colliculus in visually guided behavior. Experimental Neurology, *11*, 115-146.
- Stone, S. P., Halligan, P. W., & Greenwood, R. J. (1993). The incidence of neglect phenomena and related disorders in patients with an acute right or left hemisphere stroke. Age and Ageing, *22*, 46-52.
- Sunderland, A., Wade, D. T., & Hewer, R. L. (1987). The natural history of visual neglect after stroke. International Disability Studies, *9*, 55-59.
- Thier, P. & Karnath, H. O. (1997). Parietal contributions to orientation in 3D space. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Ungerleider, L. G. & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In D.J.Ingle, M. A. Goodale, & R. J. W. Mansfield (Eds.), Analysis of visual behavior (pp. 549-586). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Vallar, G. & Perani, D. (1986). The anatomy of unilateral neglect after right-hemisphere stroke lesions. A clinical/CT-scan correlation study in man. Neuropsychologia, *24*, 609-622.
- Vallar, G. & Perani, D. (1987). The anatomy of spatial neglect in humans. In M.Jeanerod (Ed.), Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect (pp. 235-258). Amsterdam: Elsevier science publishers B. V.
- Vallar, G. (1993). The anatomical basis of spatial hemineglect in humans. In I.H.Robertson & J. C. Marshall (Eds.), Unilateral neglect: clinical and experimental studies (pp. 27-59). Hove (UK): Lawrence Erlbaum Associates.
- Walsh, K. (1994). Neuropsychology. (3 ed.) Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Watson, R. T., Heilman, K. M., Cauthen, J. C., & King, F. A. (1973). Neglect after cingulectomy. Neurology, *23*, 1003-1007.
- Watson, R. T., Heilman, K. M., Bayard, D., Miller, M. D., & King, F. A. (1974). Neglect after mesencephalic reticular formation lesions. Neurology, *24*, 294-298.
- Weinstein, E. A. & Friedland, R. P. (1977). Hemi-inattention and hemisphere specialization. (Vols. 18) New York: Raven Press.
- Zilles, K. & Palomero-Gallagher, N. (2001). Cyto-, myelo-, and receptor architectonics of the human parietal cortex. Neuroimage, *14* (July, part 2), S8-S20.