

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS E
COMPORTAMENTO**

Carlos Roberto de Almeida Júnior

**ORIENTAÇÃO DA ATENÇÃO EM PACIENTES PORTADORES DE TUMOR DO
LOBO PARIETAL**

São Paulo

2012

Carlos Roberto de Almeida Júnior

ORIENTAÇÃO DA ATENÇÃO EM PACIENTES PORTADORES DE TUMOR DO
LOBO PARIETAL

Dissertação de mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Neurociências e Comportamento do
Instituto de Psicologia da Universidade
de São Paulo para obtenção do título
de mestre em Neurociências e
Comportamento

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Fernando
Xavier

São Paulo

2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação
Biblioteca Dante Moreira Leite
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Almeida Junior, Carlos Roberto de.

Orientação da atenção em pacientes portadores de tumor do lobo parietal / Carlos Roberto de Almeida Junior; orientador Gilberto Fernando Xavier. -- São Paulo, 2012.

71 f.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Atenção 2. Atenção seletiva 3. Córtex cerebral 4. Neoplasias 5. Cérebro 6. Negligência sensorial I. Título.

BF321

TERMO DE APROVAÇÃO

Carlos Roberto de Almeida Junior
Orientação da atenção em pacientes
portadores de tumor do lobo parietal.

Dissertação de mestrado apresentada
ao programa de pós-graduação em
Neurociências e Comportamento do
Instituto de Psicologia da Universidade
de São Paulo para obtenção do título
de mestre em Neurociências e
Comportamento.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Fernando
Xavier.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Agradecimentos

Ao **Prof. Dr. Gilberto Xavier** pela oportunidade que me ofereceu, pela paciência na elaboração desta dissertação e em todas as nossas conversas, pela generosidade em dividir seus conhecimentos, pela liberdade e confiança depositadas na realização do trabalho.

Aos meus pais, **Carlos e Mariana**, e minhas irmãs **Glauce e Renata**, pelo amor e apoio incondicionais durante toda a minha vida, maiores incentivadores de todos os meus sonhos e projetos, corresponsáveis por todas as minhas conquistas.

À minha esposa **Gisele**, pelo companheirismo, pela compreensão durante as minhas ausências, pela ternura nas horas difíceis, pelo sorriso que deixa a vida sempre mais leve.

Ao sr. **Henrique Prata**, vice-presidente da Fundação Pio XII – Hospital de Câncer de Barretos, cujo apoio tem sido essencial para o desenvolvimento da pesquisa na instituição.

Aos colegas neurocirurgiões do Hospital de Câncer de Barretos, **Dr. Carlos Clara e Sandro Pantoja**, que trabalharam mais, durante todas as minhas ausências, sem reclamar.

“Hoje, o apelo à autoridade dos peritos é de algum modo desculpado pela imensidão do nosso conhecimento especializado. E é por vezes defendido por teorias filosóficas que falam de ciência e racionalidade em termos de especializações, peritos e autoridade. Mas, do meu ponto de vista, o apelo à autoridade dos peritos não deveria ser nem desculpado nem defendido. Deveria sim, pelo contrário, ser reconhecido pelo que é – uma moda intelectual – e deveria ser atacado pelo reconhecimento franco de quão pouco sabemos e de quanto esse pouco se deve a pessoas que trabalharam ao mesmo tempo em muitos campos. E dever-se-ia também combater pelo conhecimento de que a ortodoxia produzida por modas intelectuais, pela especialização e pelo apelo às autoridades, constitui a morte do conhecimento, e que o desenvolvimento do conhecimento depende inteiramente do desacordo.”

Karl Popper, O Mito do Contexto.

RESUMO

ALMEIDA JUNIOR, C.R. **Orientação da atenção em pacientes portadores de tumor do lobo parietal.** 2012. 71f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Atenção consiste em conjunto de processos que leva à seleção ou priorização no processamento de certas categorias de informação, em detrimento de outras, possibilitando um processamento mais eficiente do que seria possível caso o sistema nervoso processasse os estímulos presentes no ambiente simultaneamente. A atenção participa da maioria das funções cognitivas humanas. Depende, portanto, de região cerebral com privilégios anátomo-fisiológicos, como o lobo parietal, cujo padrão de conectividade (áreas unimodais, córtex pré-motor, colículo superior, giro cingulado, giro parahipocampal, insula, córtex orbitofrontal) possibilita a integração sensorio-motora e cognitiva necessária à atenção. Desde o início da década de 80 estudos sobre o lobo parietal tem sugerido uma reavaliação de suas funções, modificando a percepção comum de que esteja relacionado exclusivamente a desempenhar funções espaciais, incluindo uma suposta especialização do lobo parietal direito na distribuição da atenção no espaço. No entanto, a base fisiológica para a especialização do lobo parietal na orientação atencional é mal compreendida pelas seguintes razões: 1- lesão unilateral do lobo parietal direito determina deficiência de processamento atencional em relação ao hemiespaço contralateral, e raramente ocorre após lesão do lobo parietal esquerdo; 2- o processamento das informações pelo sistema visual humano varia sensivelmente em relação aos campos visuais, e a metodologia dos testes atencionais tradicionais não considera que o desempenho dos voluntários pode ser limitado pela visibilidade dos estímulos; a localização dos estímulos tem sido avaliada independentemente da disposição dos alvos no campo visual. Nossa proposta é padronizar as condições de estimulação no teste de Posner para orientação da atenção, considerando os limiares específicos de cada voluntário e avaliar as deficiências de orientação da atenção endógena e exógena nos planos horizontal, vertical e diagonal, em pacientes portadores de dano nos lobos parietais direito e esquerdo, secundário a neoplasia, e compará-las entre si e com voluntários saudáveis. Desse modo poderíamos contribuir para o conhecimento sobre as bases neurais da atenção e para o desenvolvimento de

estratégias eficazes e individualizadas de reabilitação.

Palavras-chave: Atenção, atenção seletiva, córtex cerebral, neoplasias, cérebro, negligência sensorial.

ABSTRACT

ALMEIDA JUNIOR, C.R. **Orientation of attention in patients with parietal lobe tumor.** 2012. 71f. Dissertation (Master's Degree) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Attention consists of processes that lead to selection or prioritization in processing certain categories of information over others, allowing more efficient processing than would be possible if the nervous system had to process the stimuli in the environment simultaneously. Attention integrates most of human cognitive functions. Therefore it depends on specific brain regions with anatomical and physiological privileges, such as the parietal lobe, which pattern of connectivity (unimodal areas, premotor cortex, superior colliculus, cingulate gyrus, parahippocampal gyrus, insula, orbitofrontal cortex) enables sensorimotor and cognitive integration required for attention. Since early of 1980's the common perception that parietal lobe is related solely to performance of spatial tasks, including a supposed specialization of the right parietal lobe for the distribution of attention in space is changing. The physiological basis for the specialization of the parietal lobe in orienting of attention is poorly understood for the following reasons: 1 - unilateral lesion of the right parietal lobe attentional determines disability in attention processing of information which comes from the contralateral space, and rarely occurs after injury of the left parietal lobe 2 - the processing of information by the human visual system varies considerably in relation to visual fields, and traditional attentional testing methodology does not consider that performance of the volunteers may be limited by the visibility of the stimuli; the location of the stimuli has been evaluated independently on the targets position in the visual field. Our proposal is to standardize the conditions of stimulation in the Posner test for orienting of attention, considering the specific visual thresholds of each subject and evaluate exogenous and endogenous orientation of attention deficiencies in

horizontal, vertical and diagonal plans, in patients with damage to the right and left parietal lobes, secondary to brain tumor, and compare them among themselves and with healthy volunteers. Thereby this approach could contribute for the knowledge about the neural bases of attention and therefore help to develop effective strategies for rehabilitation.

Key words: Attention, selective attention, cerebral cortex, neoplasms, brain, sensory neglect.

Lista de ilustrações

- Figura 1.** Efeito de validade (diferença entre o tempo de reação nas tentativas inválidas e o tempo de reação nas tentativas válidas) observado em função do intervalo de tempo entre apresentação da pista e do alvo, e do tipo de pista empregada (Luck e Vecera, 2002) 29
- Figura 2.** Arranjo octogonal de LEDs 51

Lista de abreviaturas

2AFC – two-alternative forced choice

AHV – anisotropia horizontal/vertical

AMV – assimetria de meridiano vertical

ARFC – avaliação rápida das funções cognitivas

AVEI – acidente vascular encefálico isquêmico

EMT – estimulação magnética transcraniana

I - intensidade

ifRNM – imageamento funcional por ressonância nuclear magnética

JND – just noticeable difference

MA – método dos ajustes

MAENF – método adaptativo de escolha não-forçada

ME – método de escada

MEC – método dos estímulos constantes

MEF – método de escolha forçada

ML – método dos limites

MS - milissegundos

NAFC – n-alternative forced choice

SOA – stimulus onset asynchrony – variação de tempo entre aparecimento de pista e alvo

TR – tempo de reação

TRM – tempo de reação manual

SUMÁRIO

1. Introdução	12
1.1. Componente parietal da rede atencional	13
1.2. Negligência	15
1.3. Modelos teóricos dos distúrbios atencionais	17
1.3.1. Modelo de dominância hemisférica direita	17
1.3.2. Modelo do processador oposto	20
1.4. Modularidade do sistema nervoso	21
1.5. Avaliação neuropsicológica da negligência	24
1.5.1. Componente perceptual da negligência	24
1.5.2. Teste de Posner	26
1.5.3. Componentes motor e exploratório da negligência	31
1.5.4. Componente motivacional da negligência	33
1.6. Componente vertical da orientação da atenção	34
1.7. Deficiências atencionais sem negligência	39
1.8. Funções não-espaciais do córtex parietal posterior	40
2. Psicofísica	41
2.1. Conceitos básicos	41
2.2. Métodos para detecção de limiares	43
3. Proposta de pesquisa	45
4. Casuística e métodos	47
4.1. Participantes	47
4.1.1. Critérios de elegibilidade	47
4.2. Experimentos	49
4.3. Identificação do limiar para detecção de estímulos visuais	49
4.4. Avaliação da atenção pelo teste de Posner	50
5. Resultados esperados	53
Referências bibliográficas ¹	55
Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido	64
Apêndice B – Ficha de avaliação clínica e radiológica	67
Anexo – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	71

¹ As referências foram organizadas em ordem alfabética, pois as citações no texto obedeceram ao sistema autor-data e de acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023: Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

1. INTRODUÇÃO

A atenção corresponde a atividade neural que leva à seleção ou priorização no processamento de certas categorias de informação (Helene e Xavier, 2003). A atenção participa da maioria das funções cognitivas humanas. Teorias sobre atenção admitem que a seleção de determinados estímulos, paralelamente à rejeição de outros, permite um processamento mais eficiente dos estímulos selecionados do que seria possível caso o sistema nervoso processasse os estímulos presentes simultaneamente. Os mecanismos utilizados pelo sistema nervoso para selecionar estímulos que receberão processamento preferencial vem sendo desvendados.

Helene e Xavier (2003) e (Nahas e Xavier, 2005) ressaltaram a importância do desenvolvimento do sistema nervoso e das experiências registradas nos sistemas de memória para o desenvolvimento da atenção. De acordo com esses autores (2005, p. 46)

O sistema nervoso, em seu processo histórico de interação inicial com o ambiente, reage não apenas a estímulos, mas também às contingências espaciais e temporais entre os estímulos, e também destes com suas respostas, num processo de aprendizagem que leva a modificações no seu funcionamento, caracterizando alterações “de baixo-para-cima”. Com o acúmulo desses registros sobre ocorrências anteriores – memória no sentido amplo da palavra – e a identificação de regularidades na ocorrência desses eventos, o sistema nervoso passa a gerar previsões (probabilísticas) sobre o ambiente. Então, passa a agir antecipatoriamente e a selecionar as informações que serão processadas – um processo “de-cima-para-baixo” – o que confere grande vantagem adaptativa. Uma das conseqüências desse processo é o desenvolvimento de intencionalidade, isto é, como resultados almejados podem ser previstos com base em registros sobre regularidades passadas, o sistema nervoso pode (1) gerar ações que levem aos resultados desejados e (2) atuar no sentido de selecionar determinados tipos de informação para processamento adicional, ou seja, direcionar sua atenção. É indiscutível que esse processo de seleção atencional depende não apenas da história prévia do sistema selecionador, envolvendo suas memórias e, portanto, o significado pessoal e emocional dos estímulos, mas também de expectativas geradas sobre a pendência de eventos futuros com base (1) nas memórias sobre regularidades passadas e (2) nos seus planos de ação, que dependem também de memórias sobre os resultados de ações anteriores e seu significado afetivo.

Fuster (1997, citado por Nahas e Xavier, 2005) argumenta que memória e atenção estão intimamente ligados, de modo que deveriam ser tratados não como processos distintos, mas como aspectos distintos de um mesmo processo.

A orientação da atenção, definida como a mobilização da capacidade de processamento para um estímulo específico (Coull, 1998), vem sendo classificada como (1) **orientação manifesta da atenção**, que envolve o deslocamento de uma ou mais superfícies sensoriais, usualmente o movimento da cabeça e/ou olhos, para a fonte de estimulação e (2) **orientação encoberta da atenção**, que se processa apenas por mecanismos centrais sem o deslocamento das superfícies sensoriais (Posner, 1980). Por não envolver o deslocamento de superfícies sensoriais, a orientação encoberta da atenção possibilita a investigação de processos atencionais e seus substratos neurofisiológicos de forma supostamente dissociada em relação aos fatores perceptuais envolvidos. Além disso, defende-se que a orientação da atenção pode ocorrer de maneira (3) **automática** a um evento sensorial saliente (orientação exógena) ou (4) **controlada** centralmente (orientação endógena) (Aston-Jones, Desimore *et al.*, 1999).

1.1. Componente parietal da rede atencional

O córtex parietal situa-se na confluência de áreas unimodais visual, auditiva e somatossensorial. Contém córtices heteromodais relacionados à integração multimodal das informações, envolvidos no processamento e na percepção de informações relacionadas à ação (Culham e Valyear, 2006). O lobo parietal pode ser dividido em quatro grandes componentes topográficos (Rhoton, 2009): 1- lóbulo parietal superior: contém córtex associativo somatossensorial; 2- lóbulo parietal inferior: contém os giros angular e supramarginal; sua junção com o giro temporal superior é frequentemente denominada de junção temporoparietal; 3- sulco intraparietal: separa o lóbulo parietal inferior do superior, possui numerosos ramos secundários que se estendem para ambos os lóbulos, com funções sensorio-motoras e visuo-espaciais (por exemplo, alcançar um objeto no espaço); 4- Córtex parietal medial: contém córtex associativo somatossensorial. Embora não seja reconhecida pela nomenclatura anatômica atual (Anatomia systemica - Central nervous system, 2000), a denominação “córtex parietal posterior” refere-se aos lóbulos parietais superior e inferior, excluindo o giro pós-central.

Além de suas ricas redes somatossensoriais, o córtex parietal está conectado com córtex pré-motor, com os campos oculares frontais, colículo superior, giro parahipocampal e áreas paralímbicas como giro cingulado, insula e córtex orbitofrontal. Tais padrões de conectividade sugerem que o córtex parietal encontra-se privilegiadamente posicionado para mediar o tipo de integração sensório-motora e cognitiva necessária à atenção espacial.

Estudos atuais sobre o córtex parietal têm sugerido uma reavaliação das funções a ele atribuídas até então (Husain e Nachev, 2007). Inicialmente, estudos em macacos levaram à hipótese de que a via originária do córtex visual primário em direção ao córtex parietal posterior, denominada via dorsal, estaria relacionada com percepção espacial, enquanto que a via originária do córtex visual primário para o córtex temporal, denominada via ventral, estaria relacionada com a percepção de objeto (Mishkin, Ungerleider *et al.*, 1983). Posteriormente, Goodale e Milner (Goodale, Westwood *et al.*, 2004) atribuíram à via dorsal papel de conduzir informações visuo-espaciais aos sistemas motores para alcançar ou prender objetos e para o controle dos movimentos oculares (papel de “orientação visual para a ação”), e à via ventral papel no planejamento do movimento baseado na memória do objeto e sua relação com itens adjacentes (“orientação visual para percepção”). Tais proposições foram corroboradas por estudos com indivíduos portadores de lesões do córtex parietal superior, os quais frequentemente apresentam ataxia óptica ou erros em tarefas envolvendo alcançar um objeto. Porém, dados envolvendo algumas regiões do córtex parietal (especificamente, regiões do lóbulo parietal inferior e outras próximas à junção temporoparietal) mostraram-se incongruentes com essa dicotomia ventral-dorsal (Husain e Nachev, 2007). Rizzolatti e Matelli (Rizzolatti e Matelli, 2003) propuseram que se considerasse as regiões superior e inferior do córtex parietal posterior como pertencentes a duas vias distintas. Para esses autores, enquanto o lobo parietal superior integraria uma via dorso-dorsal, responsável pelo controle da ação em tempo real, para a produção de movimentos eficientes em direção ao alvo ou aos objetos do ambiente, considerando-se suas posições em referência a um sistema de coordenadas do efetor da ação, o lobo parietal inferior integraria uma via ventral-dorsal, necessária para a representação perceptual dos alvos da ação, possibilitando que esta seja planejada e executada a partir das relações dos objetos e suas coordenadas de posição em referência ao ambiente. Para Corbetta e Shulman (Corbetta e Shulman, 2002), o lóbulo parietal

superior e porções do sulco intraparietal desempenhariam um papel no direcionamento atencional “de cima para baixo” para locais ou objetos no ambiente e na seleção de resposta dos efetores (olhos ou extremidades); e regiões da junção temporoparietal seriam responsáveis pela reorientação espacial da atenção para eventos salientes do ambiente. Para Husain e Rorden (Husain e Rorden, 2003) e Malhotra et al. (Malhotra, Coulthard *et al.*, 2009), o lóbulo parietal inferior e a junção temporoparietal desempenhariam um papel na manutenção e no controle temporal da atenção e na detecção de itens salientes apresentados em uma sequência de eventos.

Estudos com imageamento funcional por ressonância magnética (fRNM) demonstraram que porções do lóbulo parietal superior e do sulco intraparietal são ativadas por tarefas em que há desvio da atenção no espaço, engajamento de memória operacional espacial, realização de movimentos oculares sacádicos ou necessidade de alcançar um alvo visual. Tais ativações frequentemente ocorrem em associação com regiões dorsolaterais do lobo frontal, de modo que estabelecer-se-ia um circuito fronto-parietal dorsal para o direcionamento espacial da atenção para a ação (Bartolomeo, Thiebaut De Schotten *et al.*, 2007). Tomados em conjunto, esses estudos sugerem que tanto funções espaciais quanto funções não espaciais estariam representadas no córtex parietal posterior.

1.2. Negligência

A síndrome de negligência é considerada um distúrbio atencional (Nahas e Xavier, 2004b; Bear, Connors *et al.*, 2008a). Embora apresente combinações de déficits cognitivos, marcadamente caracteriza-se pela omissão parcial ou completa de reação a estímulos apresentados no campo visual contralateralmente à lesão cerebral (Verdon, Schwartz *et al.*, 2010) - usualmente no lobo parietal direito, raramente após lesão do hemisfério esquerdo por razões até o momento desconhecidas (Bartolomeo e Chokron, 2002; Bartolomeo, Thiebaut De Schotten *et al.*, 2007; Lopes, Ferreira *et al.*, 2007; Bear, Connors *et al.*, 2008a). Pesquisas realizadas com indivíduos portadores da síndrome de negligência visuo-espacial (Bartolomeo e Chokron, 2002; Lopes, Ferreira *et al.*, 2007) tem fornecido indícios

valiosos sobre os mecanismos de funcionamento cerebrais envolvendo direcionamento atencional, representação do espaço e controle do movimento. Concomitantemente, a compreensão das funções relacionadas ao córtex parietal posterior tem modificado o conhecimento sobre a síndrome de negligência. Pequenas lesões confinadas ao córtex parietal raramente causam negligência importante (Mesulam, 2000). Quadro severo e persistente de negligência no contexto de dano parietal quase sempre associa-se a lesão com considerável extensão subcortical (Smania, Martini *et al.*, 1998; Mesulam, 2000; Kerkhoff, 2001). Tais lesões implicam em manifestações distintas da negligência, variáveis de paciente para paciente. Quanto maior a lesão, mais difícil identificar a região do lobo parietal crítica para a emergência da negligência contralateral – o córtex parietal posterior não contém um mapa espacial unitário, mas mapeamentos diversos de alvos motivacionalmente relevantes em termos de estratégias motoras que seriam requeridas para foveá-los ou alcançá-los (Mesulam, 2000). Se há uma representação sensorial no córtex parietal, seria em termos de estratégias voltadas para desvios atencionais para alvos relevantes.

De acordo com Mesulam (Mesulam, 2000), considera-se que há negligência quando o impacto de eventos sensoriais sobre comportamentos explícitos exhibe um viés espacialmente relacionado que não pode ser justificado por deficiências sensoriais e motoras elementares. Embora modelos de negligência tenham sido propostos, até o momento nenhum conseguiu abranger todo espectro de manifestações clínicas (Mesulam, 2000). Também de acordo com Mesulam (Mesulam, 2000) a síndrome de negligência esquerda é caracterizada pela redução dos recursos neurais que podem ser mobilizados por eventos sensoriais localizados à esquerda e por planos motores direcionados à esquerda. Quando a negligência é severa, o paciente pode se comportar como se metade de seu universo houvesse abruptamente cessado de existir. Em outros pacientes, a negligência unilateral é sutil e pode não ser detectada pela observação do comportamento espontâneo, requerendo utilização de testes ou manobras especializadas para revelá-la (Lopes, Ferreira *et al.*, 2007). E, apesar dos aspectos mais significativos da negligência situarem-se na esfera visual, o fenômeno pode ser multimodal, de modo que o paciente exhibe também uma tendência enviesada à direita para detecção de alvos somatossensoriais, auditivos e até mesmo olfativos. Muitos pacientes podem apresentar também hemianopsia, hemiparesia ou hemi-hipoestesia; porém, tais

deficiências não são necessárias nem suficientes para a emergência da negligência; esta pode ocorrer na ausência de limitações perceptivas de movimentos oculares. Portanto, segundo Mesulam (Mesulam, 2000) a negligência não é uma desordem de “ver, olhar, mover”, mas de “observar, detectar e explorar”.

1.3. Modelos teóricos dos distúrbios atencionais

Não há consenso sobre os mecanismos causais da síndrome de negligência (Bartolomeo e Chokron, 2002). A maioria das explicações para a negligência refere-se a distúrbios relacionados à orientação espacial da atenção seletiva (Bartolomeo e Chokron, 2002). Para Gainotti (Gainotti, D'Erme *et al.*, 1991; Gainotti, 1996; Bartolomeo e Chokron, 2002), o mecanismo básico subjacente ao comportamento negligente seria uma assimetria direcional relativamente seletiva, com prejuízo preponderante da orientação exógena da atenção; lesões parietais no hemisfério direito prejudicariam desvios atencionais exógenos para alvos ou eventos situados no hemicampo visual esquerdo, minimizando a capacidade destes em atrair a atenção caso necessitem “competir” com eventos situados à direita. Para Posner *et al.* (Posner, Walker *et al.*, 1984), lesões parietais promovem prejuízo no desengajamento e redirecionamento para o espaço contralateral da atenção - uma vez que tenha sido previamente orientada a outro local do espaço. Entretanto, a suposição de que uma lesão cerebral unilateral determinaria deficiência de processamento atencional em relação ao hemiespaço contralateral não considera um dos aspectos mais intrigantes da síndrome de negligência: o fato de que a negligência contralateral é mais freqüente, severa e duradoura após lesão em hemisfério direito do que lesão equivalente em hemisfério esquerdo. Vejamos como os principais modelos teóricos relacionados à especialização hemisférica direita no direcionamento atencional explicam esse fenômeno.

1.3.1. Modelo da dominância hemisférica direita

Heilman e Van Den Abell (Heilman e Van Den Abell, 1980) propuseram, a partir de estudo com 12 indivíduos saudáveis monitorados eletrofisiologicamente, que o córtex parietal posterior direito seria dominante para a atenção, ou seja, seria responsável pelo direcionamento da atenção a ambos os lados do espaço, enquanto que o córtex parietal posterior esquerdo direcionaria a atenção apenas ao hemiespaço contralateral.

Somadas ao fenômeno da negligência unilateral preferencial, esse tipo de observação levou a três postulados (Mesulam, 2000):

- a) Hemisfério esquerdo atribui saliência predominantemente aos eventos situados no hemiespaço direito, coordena a distribuição da atenção predominantemente no hemiespaço direito, e desvia a atenção principalmente à direita.
- b) Hemisfério direito atribui saliência a eventos em ambos os hemiespaços, coordena a distribuição da atenção em ambos os hemiespaços, e desvia a atenção ipsi e contralateralmente.
- c) Hemisfério direito emprega mais recursos neurais para atenção espacial, e tarefas atencionais possivelmente engajam hemisfério direito.

De acordo com esse modelo, cada hemisfério teria maior tendência a desviar a atenção para o hemiespaço contralateral, porém, a assimetria seria mais acentuada no hemisfério direito. Em condições normais, o foco atencional poderia ser alocado para qualquer local motivacionalmente relevante, no entanto, com discreto viés favorecendo o lado direito. Depreender-se-ia, portanto, que lesões no hemisfério esquerdo não causariam negligência contralateral, à direita, pois a habilidade de desvio ipsiversivo atencional do hemisfério direito, bem como sua capacidade de coordenar a distribuição da atenção em ambos os hemiespaços, compensariam a perda funcional. Lesões hemisféricas à direita, entretanto, promoveriam negligência esquerda devido à inabilidade do hemisfério esquerdo em atribuir saliência a eventos ocorridos no hemiespaço esquerdo, em promover desvios atencionais à esquerda e em coordenar a distribuição da atenção espacial no hemiespaço esquerdo. Após lesões estruturais no hemisfério direito, eventos do hemiespaço esquerdo perderiam saliência representacional e o foco da atenção seria mantido de modo enviesado à direita, sem a influência de oposição do hemisfério esquerdo. O papel constitutivo do hemisfério direito na distribuição ipsilateral da atenção, bem como os escassos mecanismos do hemisfério esquerdo para desviar a atenção

ipsilateralmente, mesmo dentro do hemiespaço direito, explicariam porque o dano hemisférico direito também promove leves, embora detectáveis comprometimentos atencionais dentro do hemiespaço direito ipsilesional.

O modelo descrito propõe que o hemisfério direito participaria na decodificação e na ativação de representação de eventos sensoriais de todo espaço extrapessoal, enquanto que as influências do hemisfério esquerdo estariam restritas aos eventos situados à direita do espaço extrapessoal. As funções atencionais de ambos os hemisférios poderiam ser classificadas topograficamente, com base em um código de lugar, o qual sinaliza o local do foco atencional, e vetorialmente, baseada em um código vetorial, que sinaliza a direção do desvio atencional a partir de qualquer ponto de origem (Mesulam, 2000).

Portanto, para esses autores, haveria mais rede neural lidando com informações visuoespaciais sobre o lado direito do que sobre o lado esquerdo do campo visual.

No entanto, estudos como o de Duncan et al. (Duncan, Bundensen *et al.*, 1999) e de Battelli et al. (Battelli, Cavanagh *et al.*, 2003) apontam que as deficiências de processamento de informações visuo-espaciais do hemicampo direito não são necessariamente mais brandas em relação às do hemicampo esquerdo, em pacientes com lesões parietais direitas. Duncan et al. (Duncan, Bundensen *et al.*, 1999) demonstraram reduzida capacidade de processamento visual equivalente em severidade para os hemicampos esquerdo e direito, em indivíduos com graus variados de negligência e lesões no lóbulo parietal inferior direito. Battelli et al. (Battelli, Cavanagh *et al.*, 2003) demonstraram que a detecção de estímulos apresentados brevemente estava comprometida em ambos os hemicampos visuais, ainda que pior à esquerda.

Tomando-se o modelo proposto por Heilman e Van Den Abell (Heilman e Van Den Abell, 1980), em testes de atenção que utilizassem tempos de reação manual (TRM) em resposta a estímulos apresentados em diversas posições do espaço para avaliar o direcionamento da atenção no espaço, esperar-se-ia que indivíduos portadores de lesão parietal exibissem TRMs gradativamente mais lentos aos estímulos apresentados à direita e à esquerda proporcionalmente à severidade do dano. Bartolomeo e Chokron (Bartolomeo e Chokron, 1999) aplicaram uma tarefa que envolvia medida de TRM em resposta a estímulos visuais lateralizados em 24 pacientes portadores de síndrome de negligência à esquerda, os quais foram

discriminados em distintos graus de severidade baseados em testes visuo-espaciais. Seus resultados mostraram que, proporcionalmente à severidade da negligência, os TRMs aos alvos apresentados à esquerda e à direita aumentaram, em relação aos controles saudáveis testados.

1.3.2. Modelo do processador oposto

Kinsbourne (Kinsbourne, 1970; 1977) [1970, também citado por Husain e Nachev (Husain e Nachev, 2007) e por Bartolomeo e Chokron (Bartolomeo e Chokron, 1999)] propôs o modelo do processador oposto para a negligência. Segundo o autor, cada hemisfério promoveria orientação contralateral da atenção (ou seja, desviaria os recursos de processamento atencionais em direção ao hemiespaço contralateral) e o desequilíbrio seria impedido por inibição inter-hemisférica recíproca (também conhecida como inibição do hemisfério oposto), de modo que, nos cérebros normais, haveria uma tendência à orientação atencional à direita promovida pelo hemisfério esquerdo e vice-versa. Kinsbourne (Kinsbourne, 1977) propôs a existência de um gradiente vetorial de distribuição da atenção visual que favoreceria o hemisfério esquerdo sobre o hemisfério direito, ou seja, haveria um predomínio de orientação atencional promovido pelo hemisfério esquerdo, o qual seria dominante sobre o hemisfério direito, de modo que sua desinibição por lesão hemisférica direita acarretaria maior viés direcional para a direita em comparação com lesão equivalente em hemisfério esquerdo. Essa seria a razão pela qual a negligência contralateral esquerda decorrente de lesão hemisférica direita é mais severa: lesão parietal direita determinaria a negligência esquerda devido ao direcionamento atencional promovido pelo hemisfério esquerdo para o hemiespaço direito, sem a oposição do hemisfério direito; lesões parietais esquerdas raramente provocariam negligência direita porque liberariam o vetor atencional dirigido pelo hemisfério direito, bem menos poderoso. De acordo com a proposta de Kinsbourne (Kinsbourne, 1977; 1982), portanto, a negligência esquerda não reflete uma deficiência atencional, mas um viés atencional que consistiria em uma “hiperatenção” ao hemiespaço direito (Campos, Santos *et al.*, 1997). Tal suposição assemelha-se aos resultados obtidos por Posner (Posner, Walker *et al.*, 1984), em

que os tempos de reação de seis pacientes com lesão parietal direita para alvos precedidos por pistas centrais e periféricas inválidas foram consideravelmente maiores em relação a sete pacientes com lesão parietal esquerda. Para Posner (Posner, Walker *et al.*, 1984), isso dever-se-ia à deficiência do desengajamento da atenção de locais previamente atendidos no hemiespaço ipsilateral. No entanto, dois aspectos devem ser ressaltados nesse estudo: primeiro, os pacientes não apresentavam negligência ou, dentre os que a apresentavam, foram caracterizadas como negligência leve; e, segundo, considerando-se seus achados como um déficit de desengajamento à direita a ponto de produzir negligência esquerda, previamente a atenção teria sido engajada à direita, o que levantaria a questão sobre se isso dever-se-ia à hiper-atenção direcionada ao hemiespaço direito.

Tomando-se o modelo proposto por Kinsbourne (Kinsbourne, 1970; 1977), em testes de atenção que utilizassem TRM em resposta a estímulos apresentados em diversas posições do espaço, esperar-se-ia que indivíduos com negligência proporcionalmente mais severa apresentem TRM mais rápidos aos estímulos apresentados à direita (em consequência à “hiper-atenção” direcionada à direita).

1.4. Modularidade do sistema nervoso

Não apenas a base fisiológica para a especialização hemisférica direita no direcionamento atencional é mal compreendida, mas o próprio conceito de especialização do córtex cerebral atualmente tem sido questionado.

Há cem anos, Broadmann (Zilles e Amunts, 2010) propôs a divisão do neocórtex em várias áreas citoarquiteticamente distintas, cada uma com uma função neural própria (Foster, Drago *et al.*, 2008). Luria (1980, citado por Foster (Foster, Drago *et al.*, 2008)) propôs que qualquer função cerebral seria o produto resultante de um sistema funcional direcionado para o desempenho de uma tarefa específica. O sistema funcional seria composto por um grupo de elementos especializado que atuaria como um sistema complexo e dinâmico na realização de uma tarefa adaptativa, de modo que cada região ou sub-região cerebral deveria interagir com outra(s) para a execução bem sucedida de determinado comportamento (Foster, Drago *et al.*, 2008). Para Xavier (Xavier, 1993), o sistema

nervoso está organizado de forma modular e atua de modo integrado, sendo cada módulo interconectado de tal forma que nenhuma região estaria vinculada exclusivamente a uma única função (Foster, Drago *et al.*, 2008). Segundo Xavier (1993, p. 107-108) “cada módulo mantém conexões diferentes com os outros e o nível de independência no funcionamento desses módulos parece variar” (Xavier, 1993). A função cerebral seria resultante de um sistema cuja interação entre seus elementos seria direcionada para o desempenho de uma tarefa específica, e a conexão entre áreas relacionadas seria realizada por fibras de conexão, entre elas o corpo caloso, por meio de influências excitatórias ou inibitórias. De acordo com Gazzaniga (2006, pg. 419) (Gazzaniga, Ivry *et al.*, 2006b)

[...] a organização do córtex cerebral sugere que a duplicação, ao invés da especialização, é a regra. Os dois hemisférios são muito parecidos entre si em termos funcionais do que se possa imaginar (...). As especializações podem ter evoluído por haver uma vantagem em possuir certo processo. Por exemplo, uma hipótese é que a produção da fala tornou-se fortemente lateralizada pela necessidade de se comunicar de forma rápida. O processamento e a integração transcorticais podem reduzir a velocidade de gesticulação complicada (...). Outros estudiosos argumentam que as especializações hemisféricas evoluíram pelas vantagens inerentes ao fato de possuir formas de representação não-idênticas. Áreas visuais homólogas desempenham operações relacionadas, mas diferentes o bastante, de modo que essas representações não-idênticas estão imbuídas, com vantagens especiais, no desempenho de certas tarefas. Isso não significa que essas tarefas sejam estritamente localizadas – que as funções de linguagem estejam restritas ao hemisfério esquerdo ou que o comportamento espacial provém do hemisfério direito. O desempenho normal dessas tarefas não apenas requer operações distribuídas que devem abranger os dois hemisférios, como também ambos hemisférios contém normalmente o maquinário essencial para o desempenho da tarefa.

Consistentemente com o conceito de sistema funcional, Kinsbourne (Kinsbourne, 1982) propôs que, durante a atividade mental, existiria uma distribuição de ativação cerebral envolvendo todas as regiões cerebrais correspondentes àquela função. O cérebro seria formado por redes neurais difusas compostas por redes neurais locais altamente interconectadas, especializadas em diferentes funções. Dada a interconectividade entre regiões distintas e separadas, a ativação em uma região espalhar-se-ia por quase todo o córtex cerebral, porém, a natureza precisa pela qual a ativação em uma região poderia influenciar o funcionamento em outra área seria variável e ocorreria ao longo de dois eixos anatômicos: longitudinal-transversal (anterior versus posterior) e lateral (esquerdo versus direito) (Tucker, 1981; Foster, Drago *et al.*, 2008).

Em relação ao eixo lateral esquerdo-direito, Tucker (Tucker, 1981) propôs que entre ambos os hemisférios cerebrais existiria um equilíbrio recíproco, no qual cada hemisfério opor-se-ia e/ou complementaria o outro. Essa relação inibitória seria mediada pelo corpo caloso, que estaria envolvido em fenômenos de excitação e inibição inter-hemisférica. O corpo caloso consiste em 200 a 800 milhões de fibras axonais cuja função primária seria promover a conexão entre áreas corticais homólogas, exercendo papel significativo no desenvolvimento de assimetria hemisférica (Bloom e Hynd, 2005). Ativação em uma região de um hemisfério poderia gerar desativação da região homóloga no hemisfério contralateral. Como exemplo, movimentos de mão geram ativação no córtex sensório-motor contralateral à mão que se move e desativação no córtex sensório-motor ipsilateral (Allison, Meador *et al.*, 2000).

Apesar de atualmente nada se questionar quanto à função de transferência inter-hemisférica de informação pertinente ao corpo caloso, a natureza de como isso ocorreria ainda é tema controverso. Para Cook (Cook, 1984) e Kinsbourne (Kinsbourne, 1982), o corpo caloso conecta áreas homólogas dos hemisférios cerebrais de forma inibitória: atividade em um hemisfério reduz atividade em área homóloga do outro. Ambos os hemisférios mantêm relações constantes e mutuamente inibitórias um com o outro. Tal proposta correlaciona-se com outra teoria de processamento inter-hemisférico denominado de metacontrole (Banich e Belger, 1990). Baseada em estudos com pacientes calosotomizados, a teoria do metacontrole propõe que a informação apresentada a ambos os hemisférios é submetida ao controle de um hemisfério dominante. Em linguagem, por exemplo, o hemisfério esquerdo dominante exerceria influência inibitória sobre o hemisfério direito não-dominante, controlando seu processamento.

Consistentemente com tais conceitos de relação recíproca existente entre os hemisférios cerebrais, o modelo do processador oposto de Kinsbourne (Kinsbourne, 1970; 1977) é um modelo de equilíbrio inter-hemisférico (Nyffeler, Cazzoli *et al.*, 2009), em que cada hemisfério opor-se-ia ao outro no que se refere ao controle da atenção espacial. Para Kinsbourne (Kinsbourne, 1970; 1977), existiria um equilíbrio dinâmico entre circuitos neurais atencionais em ambos os hemisférios e que a ativação de um hemisfério interromperia tal equilíbrio e subsequentemente conduziria a um desvio atencional contralateral.

A despeito de haver estudos de indivíduos com negligência esquerda devido a lesão parietal direita, não há estudos que testaram a hipótese de hiperexcitabilidade do hemisfério esquerdo em indivíduos com lesão parietal direita (Koch, Oliveri *et al.*, 2008). Dois estudos com estimulação magnética transcraniana (EMT) (Koch, Oliveri *et al.*, 2008; Nyffeler, Cazzoli *et al.*, 2009) corroboraram o modelo de desequilíbrio inter-hemisférico do controle atencional como possível causa da negligência. Nyffeler *et al.* (Nyffeler, Cazzoli *et al.*, 2009) aplicaram repetidamente EMT sobre a região parietal do hemisfério íntegro de 11 pacientes com síndrome de negligência atribuída a acidente vascular encefálico isquêmico (AVEI) em hemisfério direito, melhorando desempenho no tempo de reação em tarefa com apresentação de alvos à esquerda. A EMT atenuaria a hiperatividade anormal do córtex parietal posterior não-lesionado. Dados de um estudo (Corbetta, Kincade *et al.*, 2005) com ifRNM mostraram que pacientes com negligência atribuída a lesões hemisféricas direitas apresentam hiperatividade no córtex parietal posterior não afetado.

1.5. Avaliação neuropsicológica da negligência

Testes neuropsicológicos auxiliam a discriminar comportamentos negligentes em seus componentes sensório-representacionais, motores-exploratórios e límbicos-motivacionais (Mesulam, 2000). Nenhum teste é específico para avaliar um aspecto isolado da negligência (Lopes, Ferreira *et al.*, 2007), porém, cada teste descrito abaixo enfatiza um desses três aspectos dos componentes comportamentais mais do que os outros dois (Mesulam, 2000).

1.5.1. Componente perceptual da negligência

Pacientes com negligência unilateral comportar-se-iam como se eventos sensoriais dentro do hemiespaço extrapessoal esquerdo houvessem perdido seu impacto em atrair a atenção, especialmente se houver eventos presentes no lado

direito, fenômeno conhecido como extinção. Entre as múltiplas deficiências que constituem a síndrome, a extinção é considerada sinal precípua de deficiência atencional (Vuilleumier e Rafal, 2000). Esse aspecto da negligência poderia ser examinado pelos modos seguintes (Castiello e Paine, 2002; Koch, Oliveri *et al.*, 2008):

I) Comparação de respostas a estimulação bilateral simultânea em relação à estimulação unilateral individual: o paciente responde acuradamente a ambos os lados quando da estimulação unilateral individual e ignora estimulação esquerda quando da estimulação bilateral simultânea (Riddoch, Rappaport *et al.*, 2009; Geeraerts, Lafosse *et al.*, 2010).

Alguns estudos (Di Pellegrino e De Renzi, 1995; Smania, Martini *et al.*, 1996) demonstram que as características físicas do estímulo contralesional (por exemplo, brilho aumentado, duração de exposição ou tamanho) não influenciam sua detecção. No entanto, a extinção pode ser influenciada pela probabilidade de ocorrência do estímulo baseada em contingência de ocorrências dos estímulos precedentes (ou seja, gerando-se experimentalmente esquema preditivo de associação de ocorrência entre pistas e alvos, permitindo que o indivíduo testado crie expectativas de ocorrências), pelas demandas da tarefa ou pelas similaridades dos estímulos bilaterais apresentados (Kaplan, Verfaellie *et al.*, 1990; Smania, Martini *et al.*, 1996).

II) Bissecação de linhas: é um dos mais versáteis métodos de avaliação de negligência unilateral. Solicita-se aos sujeitos que assinalem o ponto médio de linhas horizontais dispostas em uma folha de papel. Indivíduos com negligência esquerda tendem a assinalar à direita do centro. A magnitude do desvio à direita é relacionada com o comprimento da linha, implicando que a informação sensorial de toda a linha é apreendida e que a negligência é um fenômeno pós-sensorial, direcionado para uma representação interna. Pacientes com hemianopsia esquerda sem negligência tendem a assinalar a linha à esquerda do centro, provavelmente devido a uma estratégia compensatória, demonstrando que o desvio à direita não se deve à ausência de entradas sensoriais provenientes do lado esquerdo do espaço. O desvio à direita sugere que o lado esquerdo da linha está sendo subestimado pelo paciente. Seria como se a saliência de representação do lado esquerdo fosse reduzida, sendo necessário comprimento de linha muito extenso à esquerda para contrabalançar a saliência de um segmento mais curto à direita. Sob circunstâncias normais, supõe-se que cada segmento do espaço extrapessoal tem o mesmo impacto sobre sua

respectiva representação mental e que existem mecanismos sinápticos que aumentariam a saliência de representação de locais no espaço que contivessem eventos significativos (Mesulam, 2000); por exemplo, quando dirigimos um carro, a porção do espaço situada atrás do corpo adquire relevância para o comportamento, ao contrário do que ocorre em outras atividades cotidianas, tornando-se continuamente atualizado por meio de informações obtidas pelo espelho retrovisor (Mesulam, 2000). Em pacientes com negligência esquerda, supõe-se que a representação interna torna-se permanentemente enviesada em direção ao hemiespaço direito. Testes de extinção e de bissecção de linhas permitem detectar manifestações desse fenômeno.

1.5.2. Teste de Posner

Um dos protocolos de investigação de orientação de atenção mais utilizados é o paradigma de orientação de atenção desenvolvido por Posner (Posner, Snyder *et al.*, 1980). Michael I. Posner (1980) propôs um arranjo experimental para avaliar a orientação encoberta da atenção no qual um voluntário sentado diante de um monitor deve manter o olhar fixo num quadrado central ($0,5^\circ \times 0,5^\circ$) e reagir a estímulos-alvo (figuras fortemente iluminadas) apresentados em quadrados similares situados 8° à direita ou à esquerda no mesmo plano horizontal. Uma pista sinalizadora (uma pequena variação da luminância num dos quadrados laterais) precede os estímulos-alvo por intervalos de tempo variáveis, e pode informar correta ou incorretamente o provável local de aparecimento do alvo, possibilitando o direcionamento da atenção. A variação do tempo entre o aparecimento da pista e do alvo ("*stimulus onset asynchrony*", em inglês, ou SOA) de forma semi-aleatória permite avaliar aspectos temporais envolvidos no direcionamento da atenção e, ao mesmo tempo, restringe que o voluntário saiba antecipadamente o momento exato de aparecimento do alvo e responda apenas com base em expectativas temporais. Em 80% das tentativas a pista indica corretamente o local de aparecimento do alvo (pistas válidas), enquanto em 20% das tentativas a pista indica incorretamente o local de aparecimento do alvo (pistas inválidas); a seqüência de apresentação de pistas válidas e inválidas é aleatória. A tarefa do voluntário consiste em responder o

mais rapidamente possível quando o alvo aparece. Para se controlar a contribuição da preparação motora, a resposta requerida em todas as tentativas é a pressão de um único botão, independente da validade da pista e de onde o estímulo ocorre.

O tempo decorrido entre o aparecimento do alvo e a resposta do voluntário é denominado tempo de reação (TR). O tempo de apresentação da pista e do alvo, o intervalo de tempo entre ambos e a porcentagem de ocorrência de cada tipo de tentativa (válida ou inválida) podem ser manipulados de acordo com o interesse do pesquisador. Usualmente, o TR para alvos precedidos por pistas válidas é menor do que o TR para alvos precedidos por pistas inválidas; essa diferença nos tempos de reação, denominada “efeito de validade”, é atribuída à atenção (Posner, Snyder *et al.*, 1980; Posner, 1988). O teste de orientação encoberta da atenção, proposto por Posner (1980), tem sido utilizado em estudos sobre o controle neurobiológico da atenção visuo-espacial em humanos (Nahas e Xavier, 2004a). Sua utilização em pacientes com danos neurológicos vem permitindo identificar os circuitos neurais envolvidos em processos atencionais. Esses estudos revelaram o envolvimento de pelo menos três áreas encefálicas no controle do direcionamento da atenção para estímulos visuais em primatas: o córtex parietal posterior, os colículos superiores mesencefálicos e o núcleo pulvinar do tálamo. Tais áreas seriam integrantes de um sistema denominado sistema atencional posterior (Posner e Rothbart, 1994). Lesões nessas regiões nervosas levam a alterações na habilidade de direcionar ou redirecionar a atenção visual encoberta.

De acordo com Posner *et al.* (Posner, Walker *et al.*, 1984; Posner e Raichle, 1994; Nahas e Xavier, 2004a) o direcionamento da atenção para um alvo envolveria (1) o desengajamento da atenção do foco corrente, (2) o movimento da atenção para o novo local e (3) a focalização atencional no alvo propriamente dito. A apresentação de uma pista válida permitiria ao voluntário orientar sua atenção previamente para o local onde o alvo aparecerá; portanto, a única operação requerida quando do efetivo aparecimento do alvo seria a resposta de focalização da atenção no mesmo, influenciando seu processamento sensorial e perceptivo – representações de estímulos a locais atendidos são aumentadas em relação a estímulos a locais não-atendidos (Gazzaniga, Ivry *et al.*, 2006a). Diferentemente, a apresentação de uma pista inválida implica na execução das três operações, o que demandaria mais tempo. Assim, os tempos de reação mensurados nas tentativas sinalizadas com pistas válidas e inválidas expressariam a diferença na quantidade de operações

envolvidas em cada condição; isto é, quanto maior o número de operações, maior o TR. O efeito de validade - definido como o TR nas tentativas inválidas menos o TR nas tentativas válidas - expressaria a soma do custo temporal imposto pelo direcionamento da atenção para um local inválido e do ganho temporal promovido pelo direcionamento prévio da atenção para um local válido.

O teste de orientação encoberta da atenção pode ser planejado de maneira a se favorecer o uso de orientação endógena ou exógena (Aston-Jones, Desimore *et al.*, 1999). Para favorecer o uso de orientação exógena da atenção, utilizam-se pistas periféricas, que atraem a atenção do voluntário de forma automática, por exemplo, a variação de luminância de um dos quadrados periféricos como pista válida ou inválida. Por outro lado, para favorecer o uso de orientação endógena da atenção utilizam-se pistas simbólicas (ou “centrais”), por exemplo, a apresentação, próximo ao ponto de fixação, de uma seta ou outro símbolo indicando o local para onde a atenção deve ser direcionada (Posner e Raichle, 1994). Também a distribuição da probabilidade de ocorrência de tentativas válidas e inválidas pode ser manipulada para privilegiar a adoção de um ou outro tipo de orientação da atenção. Por exemplo, se a porcentagem de ocorrência de pistas periféricas for igual (50% válidas e 50% inválidas) gerando um esquema não-preditivo, supõe-se que o voluntário não criará expectativas (componente endógeno) sobre o provável local de aparecimento do alvo; assim, restará apenas o efeito exógeno da atenção. Por outro lado, se a porcentagem de ocorrência de pistas simbólicas for 80% válidas e 20% inválidas, gera-se um esquema preditivo e, assim, a oportunidade de criar expectativas, permitindo investigar a orientação endógena da atenção.

Assim, pistas periféricas ou simbólicas podem ser apresentadas de forma preditiva ou não-preditiva. Os resultados usualmente obtidos em testes de atenção em seres humanos com as combinações possíveis desses tipos de pistas, variando-se o SOA, são ilustrados na Figura 1 (Luck e Vecera, 2002). (1) Pistas simbólicas não-preditivas não levariam à orientação espacial da atenção (não haveria qualquer motivação para que o indivíduo oriente sua atenção para o local indicado). (2) Pistas simbólicas preditivas produzem um efeito atencional que se inicia cerca de 100 milissegundos (ms) depois da sua apresentação, atingindo o máximo cerca de 250 ms depois e mantendo-se por pelo menos 500 ms. Supõe-se que o lento curso temporal e o aparecimento desse efeito atencional sejam decorrentes da necessidade de decodificação e interpretação da pista e da mobilização da atenção

(voluntariamente) para o local indicado. (3) Pistas periféricas preditivas geram um efeito atencional que se inicia imediatamente após sua apresentação, atinge o máximo cerca de 100 ms depois, mantendo-se por pelo menos 500 ms. Supõe-se que a atenção seja prontamente (“automaticamente”) captada pela pista periférica já que não haveria necessidade de decodificar a mesma, o que explicaria seu rápido curso temporal. Ademais, a previsibilidade da situação facultava também mobilizar a atenção voluntariamente para o local indicado; porém, o curso temporal deste último processo seria mais lento. A curva observada resultaria da integração de ambos os efeitos. (4) Pistas periféricas não-preditivas geram um efeito atencional que se inicia imediatamente após sua apresentação, atinge o máximo cerca de 100 ms depois, e então decai resultando em tempos de reação maiores para alvos que aparecerem no mesmo local entre 200 e 500 ms, com pico entre 300 e 400 ms, depois da apresentação da pista. Este último efeito é conhecido por “inibição de retorno”, pois haveria uma inibição do direcionamento da atenção para um local recentemente atendido no qual não houve apresentação de estímulos.

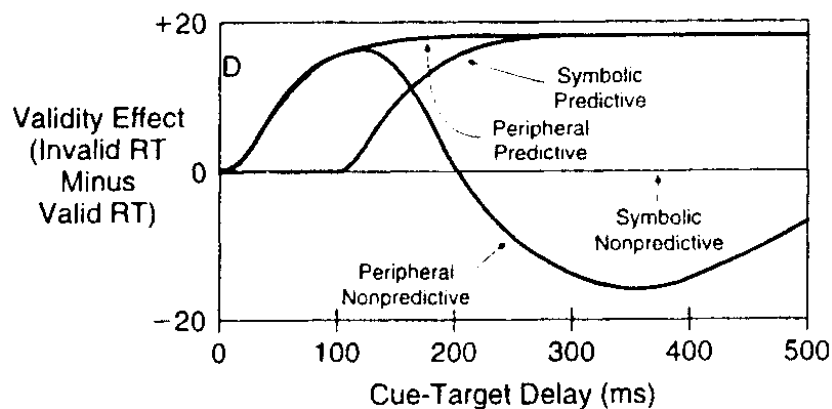


Figura 1 - Efeito de validade (diferença entre o tempo de reação nas tentativas inválidas e o tempo de reação nas tentativas válidas) observado em função do intervalo de tempo entre apresentação da pista e do alvo, e do tipo de pista empregada (Luck e Vecera, 2002).

Esse tipo de resultado tem levado à hipótese que a orientação da atenção pode ser de natureza (1) exógena, isto é, mobilizada prontamente pelo estímulo, como no caso da pista periférica não-preditiva e fase inicial com pista periférica preditiva, (2) endógena, isto é, por ação voluntária do indivíduo, como no caso da pista simbólica preditiva e da pista periférica preditiva, em ambos os casos a partir de 100 ms, mas com pico próximo de 200-300 ms, e (3) mista, isto é, envolvendo uma interação entre esses dois tipos de orientação, como no caso das pistas

periféricas preditivas, em que a orientação endógena da atenção facultada sobrepuja o efeito de inibição de retorno que surgiria pela apresentação de uma pista periférica (Aston-Jones, Desimore *et al.*, 1999).

O conceito de atenção endógena é usualmente associado à consciência, volição e intenção (Posner, Snyder *et al.*, 1980; McCormick, 1997). Entretanto, tem havido descrições envolvendo seres humanos, testados com pistas periféricas preditivas, que seriam operacionalmente classificáveis como envolvendo “atenção endógena”, cujos voluntários **não** tomam conhecimento consciente da previsibilidade facultada pela pista, mas revelam o fenômeno gerado pela previsibilidade, em curso temporal compatível com um direcionamento atencional endógeno (e.g., (Bartolomeo, Decaix *et al.*, 2007)). Assim, o conhecimento consciente da previsibilidade facultada pela pista não parece crucial para o surgimento do efeito de validade, sugerindo o envolvimento de processos implícitos nesse fenômeno.

Por outro lado, descrições envolvendo seres humanos testados com pistas “simbólicas direcionais”, porém, não-preditivas (por exemplo, uma face esquematizada cujo olhar está direcionado para um dos lados ou uma seta apontando numa dada direção do campo visual), portanto, que não fornecem qualquer indicação real, mesmo se apresentados no centro da tela do computador, sobre o provável local de aparecimento do alvo, geram marcado efeito de validade (por exemplo (Ristic, Friesen *et al.*, 2002; Ristic e Kingstone, 2006)). Esses resultados sugerem que a experiência progressiva dos voluntários com esses estímulos simbólicos direcionais, aos quais seres humanos são usualmente expostos desde muito jovens, influenciam o direcionamento da atenção de forma aparentemente reflexa, ainda que as pistas não sejam preditivas. Mais impressionante em relação a esses resultados é que esses efeitos estão marcadamente presentes mesmo quando o SOA é relativamente pequeno, por exemplo 105 ms (Ristic, Friesen *et al.*, 2002), como se o processo exógeno de orientação da atenção estivesse envolvido, incluindo seu curso temporal mais rápido.

Indivíduos saudáveis não exibem diferenças na magnitude do aumento do tempo de reação gerado pela pista inválida apresentada à direita ou à esquerda, pacientes com negligência à esquerda apresentam tempos de reação mais longos quando devem responder a alvos situados à esquerda. Em outras palavras, o efeito da pista inválida torna-se desproporcionalmente prolongado quando a atenção é

(invalidamente) orientada para a direita e há necessidade de reorientá-la para o alvo à esquerda, sugerindo que haveria uma dificuldade excessiva no desengajamento da atenção do hemiespaço direito quando a tarefa exige um desvio subsequente à esquerda (Posner, Walker *et al.*, 1984).

1.5.3. Componentes motor e exploratório da negligência

Na vida cotidiana, a distribuição efetiva da atenção quase sempre requer orientação ativa, esquadrinhamento e pesquisa do ambiente (Mesulam, 2000). Embora déficits atencionais encontrados em pacientes com lesão parietal relacionam-se com deficiências perceptuais de estímulos situados no campo visual contralateral, eles podem apresentar iniciação de movimento de membro ipsilateral à lesão em direção ao espaço contralateral “alentejada” – condição que é nomeada por alguns autores como hipocinesia direcional (Heilman, Bowers *et al.*, 1985). Embora possa refletir deficiências atencionais/perceptuais, alguns autores sugerem que tal condição reflete prejuízo de planejamento motor não relacionado à percepção ou à atenção (Heilman, Bowers *et al.*, 1985). A relutância dos pacientes com negligência em perscrutar e explorar o hemiespaço esquerdo mesmo na ausência de paresia no movimento ocular conjugado ou nos membros (Mesulam, 2000) demonstraria um viés para a direita no ajuste dos sistemas motores envolvidos na exploração. O prejuízo de comportamento exploratório seria eliciado por tarefas que requerem a marcação de alvos selecionados em uma folha de papel, como os testes de cancelamento.

l) Teste de Cancelamento: Há diversas variações dos testes de cancelamento, sendo o formato básico composto por linhas de letras, números ou formas apresentadas aleatoriamente, intercalados com um estímulo-alvo. O examinando é instruído a marcar as letras, os números ou as formas-alvo. O desempenho pode ser computado em termos de números de acertos/erros e tempo para resolução, ou pode haver um limite de tempo, sendo computados somente o número de acertos/erros; usualmente são analisados dois tipos de erros: erros de omissão (estímulo-alvo não é assinalado) e erros de comissão (estímulo não-alvo é assinalado) (Montiel e Capovilla, 2007). Pacientes com lesões no hemisfério

esquerdo tendem a apresentar poucos erros além dos controles, porém, despendem maior tempo; pacientes com lesões no hemisfério direito tendem a apresentar mais erros, omitem muito mais alvos à esquerda, necessitam de mais tempo para localizar os alvos à esquerda, utilizam estratégia desorganizada de exploração (Mesulam, 2000). Falhas na detecção de alvos situados à esquerda refletiriam tendência reduzida à exploração do lado esquerdo e também atração excessiva exercida por estímulos à direita (Lezak, Howieson *et al.*, 2004). O teste desenvolvido por Montiel e Capovilla (Montiel e Capovilla, 2007) contém três matrizes impressas com diferentes tipos de estímulos. O indivíduo testado deve marcar todos os estímulos iguais ao estímulo-alvo determinado previamente. Na primeira parte do teste, o objetivo é avaliar a atenção seletiva (capacidade em atentar a um determinado estímulo dentre diferentes estímulos disponíveis). Utiliza-se uma prova de cancelamento de figuras, com uma matriz impressa com seis diferentes tipos de estímulos (círculo, quadrado, triângulo, cruz, estrela, traço), de cor preta em fundo branco. Há no total 18 linhas com 20 figuras cada, em que cada estímulo aparece 60 vezes de forma aleatória, num total de 360 figuras. O estímulo-alvo ocorre 15 vezes em cada quadrante da folha de resposta. Ele deve ser assinalado sempre que ocorrer e encontra-se impresso na parte superior da folha, de forma a ficar sempre visível ao sujeito durante a realização da tarefa. O tempo máximo para a execução da tarefa é de um minuto.

No entanto, deve-se considerar se testes padrões de negligência como os de cancelamento e os de bissecção são capazes de distinguir entre os componentes motores e perceptuais dos distúrbios atencionais, pois demandam uma resposta motora (Sapir, Kaplan *et al.*, 2007). Autores que investigaram a dissociação do componente motor em indivíduos com negligência (Heilman, Bowers *et al.*, 1985; Chiba, Yamaguchi *et al.*, 2005) concluíram que a hipocinesia direcional relacionava-se com negligência secundária a lesão frontal (Vallar, 2001). Entretanto, tal condição poderia fazer parte de uma síndrome disexecutiva, em que os indivíduos apresentam dificuldades de direcionar comportamentos a determinados objetivos bem como avaliar a eficiência e a adequação desses comportamentos, relacionada a comprometimento de circuitos pré-frontais (Malloy-Diniz, Paula *et al.*, 2010). Mattingley *et al.* (Mattingley, Husain *et al.*, 1998) testou três pacientes com lesão em lóbulo frontal inferior e três com lesões em lóbulo parietal inferior utilizando uma tarefa que tentava dissociar os componentes motores e perceptuais da negligência e

encontrou déficit perceptual nos pacientes parietais e hipocinesia nos pacientes frontais. Em seu teste de alcance, os alvos poderiam aparecer tanto à direita quanto à esquerda de um ponto de fixação e os sujeitos deveriam alcançar o alvo com seu braço direito, não levando em conta características como lateralidade (se o indivíduo era destro ou canhoto) e o chamado efeito Simon, descrito por Simon e Rudel (Simon e Rudell, 1967), de que tempos de reação são mais rápidos a alvos que surgem em locais do espaço compatíveis com a mão usada para resposta em relação a alvos que surgem em local oposto. Sapir et al. (Sapir, Kaplan *et al.*, 2007) estudaram 52 pacientes com negligência utilizando uma variação do teste de alcance de Mattingley et al (Mattingley, Husain *et al.*, 1998). Todos os pacientes haviam tido AVEI acometendo o hemisfério direito – apresentando, portanto, lesão cortical e subcortical que não se restringia ao lobo parietal. Os pacientes que apresentavam hipocinesia direcional apresentavam lesão que envolvia o putamen, o claustrum e a substância branca adjacente ao lobo frontal. No entanto, os testes utilizados na maioria dos estudos que apontavam o lobo frontal como mais provável sítio de lesão resultante em negligência motora utilizavam condições incompatíveis para dissociar os componentes motores e perceptuais da negligência; de modo que a associação entre prejuízo de componente motor da negligência e lesão frontal, na realidade, pode se dever à dificuldade dos pacientes frontais com condições incompatíveis (Husain, Mattingley *et al.*, 2000).

Portanto, a utilização de um teste de detecção clássico como o teste de Posner – experimentalmente adaptado para revelar se o componente motor da negligência está ou não afetado por lesão parietal, como o que pretendemos nesse trabalho – poderia trazer informações relevantes acerca de distúrbios atencionais em indivíduos com lesão parietal.

1.5.4. Componente motivacional da negligência

Um dos papéis importantes de um sistema atencional seria o de desviar o holofote atencional em direção a eventos motivacionais e emocionalmente significativos, de modo que o segmento relevante do espaço torna-se saliente a ponto de estímulos aparentemente insignificantes, porém com importante significado

motivacional ou emocional, atraírem a atenção (Mesulam, 2000). Pacientes com negligência esquerda desvalorizam o lado esquerdo do ambiente e comportam-se tanto como se nada de fato ocorresse quanto como se nada de significativo pudesse vir a ocorrer ali. Mesulan (Mesulam, 2000) cita como exemplo a melhora significativa de desempenho de um paciente em teste de cancelamento de letras quando a ele foi prometida recompensa para cada detecção acurada de determinada letra à esquerda.

1.6. Componente vertical da orientação da atenção

O processamento de informações por parte do sistema visual humano varia sensivelmente em relação aos campos visuais (Fuller, Rodriguez *et al.*, 2008). Entre outros aspectos, pode-se citar que há acentuada redução de acuidade visual referente a localizações periféricas do campo visual decorrente de propriedades fisiológicas específicas em muitos níveis do sistema visual – e.g., redução progressiva da densidade de fotorreceptores (Bear, Connors *et al.*, 2008b), aumento do campo receptivo e maior convergência de fotorreceptores para uma única célula ganglionar em regiões periféricas da retina (Carrasco, Evert *et al.*, 1995). Por conseguinte, o desempenho em tarefas visuais pode não ser homogêneo (Levine e Mcanany, 2005). No entanto, o desempenho de voluntários submetidos a tarefas atencionais de detecção ou localização de estímulos tem sido avaliado independentemente da disposição dos alvos no campo visual (Talgar e Carrasco, 2002). Refletindo a heterogeneidade do sistema visual, há melhor sensibilidade ao contraste e acuidade visual para detecção de estímulos visuais situados em localizações espaciais isocêntricas no meridiano horizontal (Fuller, Rodriguez *et al.*, 2008) – o que é denominado Anisotropia Horizontal/Vertical (AHV) (Carrasco, Talgar *et al.*, 2001) (Fuller, Rodriguez *et al.*, 2008); o mesmo ocorre na região inferior (ou sul) do meridiano vertical, situada abaixo do ponto de fixação visual, em relação à região superior (ou norte) do meridiano vertical – sendo denominada Assimetria de Meridiano Vertical (AMV) (Talgar e Carrasco, 2002; Fuller, Rodriguez *et al.*, 2008). A assimetria de detecção de estímulos relacionados ao meridiano vertical foi evidenciada em diversos estudos (Carrasco, Talgar *et al.*, 2001; Cameron, Tai *et al.*,

2002; Talgar e Carrasco, 2002): (1) em tarefas de detecção simples e discriminação de estímulos, o desempenho é menor (em relação ao tempo de reação e em relação à porcentagem de discriminação correta das características do estímulo) para alvos situados ao longo da metade superior em relação à inferior do meridiano vertical e não exibe particularidades entre as regiões superiores e inferiores fora do meridiano; (2) quando se avalia sensibilidade ao contraste, acuidade visual e resolução espacial (Cameron, Tai *et al.*, 2002; Talgar e Carrasco, 2002). Rubin *et al.* relataram dois experimentos em que os indivíduos testados exibiram maior tendência à percepção de contornos ilusórios quando o estímulo indutor surgia no campo visual inferior (Rubin, Nakayama *et al.*, 1996).

Dentre as possíveis explicações para a AMV, pode-se citar: (1) maior densidade de células ganglionares presentes na porção superior da retina, responsável pelo processamento de informações visuais advindas do hemisfério visual inferior (Curcio e Allen, 1990; Levine e Mcanany, 2005); (2) contribuições de áreas de processamentos superiores responsáveis pelo direcionamento de recursos atencionais para o hemisfério visual inferior (Levine e Mcanany, 2005).

Tarefas visuais de discriminação de estímulos evidenciam a assimetria de desempenho à medida que os estímulos tornam-se mais complexos, os quais demandariam mais recursos atencionais, sugerindo preponderância de recursos neurais voltados para o direcionamento da atenção para hemisfério visual inferior sobre as características visuais do estímulo (Levine e Mcanany, 2005). O processamento das informações visuais limitado pela capacidade de processamento da retina e dos neurônios do córtex visual seria aumentado pelo direcionamento da atenção (He, Cavanagh *et al.*, 1996). O estudo de He *et al.* (He, Cavanagh *et al.*, 1996), envolvendo tarefas de busca visual, atribui a AMV à maior resolução atencional obtida pelo direcionamento atencional preferencial ao campo visual inferior.

Porém, para Carrasco *et al.* (Carrasco, Talgar *et al.*, 2001) os limites impostos por restrições visuais, relacionadas a características específicas dos estímulos visuais (e.g., frequência espacial, excentricidade, orientação espacial), não devem ser subestimados. Estudos desses autores relatam que em tarefas de acuidade visual, busca visual e discriminação visual (e.g., descrição correta da forma dos estímulos conforme aparecem em locais específicos do campo visual) não há diferenças de desempenho em condições controles e nas quais há engajamento

atencional (Carrasco, Evert *et al.*, 1995; Yeshurun e Carrasco, 1998). Para avaliar a influência da atenção encoberta sobre o desempenho em tarefas de discriminação, detecção e localização de alvos, Carrasco *et al.* (Carrasco, Talgar *et al.*, 2001) manipularam diversos fatores visuais do estímulo tais como frequência espacial, orientação espacial, excentricidade e número de distratores. A atenção foi manipulada por uma pista periférica apresentada adjacente ao local relevante, sendo comparado o desempenho em relação aos efeitos secundários à pista neutra. Considerando-se que tanto a AHV quanto a AMV são exacerbados com aumento da frequência espacial do estímulo e o aumento da excentricidade, os autores concluíram que a manipulação da atenção não influenciou o desempenho em relação à manipulação dos fatores visuais dos estímulos.

Juola *et al.* (Juola, Bouwhius *et al.*, 1991) sugerem que os recursos atencionais podem ser distribuídos sobre áreas concêntricas do campo visual com distâncias variáveis a partir do ponto de fixação, dentro das quais seleção posterior dos itens pode ocorrer. Para Rossini e Galera (Rossini e Galera, 2010), o ajuste do foco atencional às áreas anelares do campo visual sugere: (1) a possibilidade de maior flexibilidade na distribuição do foco atencional quanto à sua forma de distribuição pelo campo visual; (2) a possibilidade de distribuição assimétrica de recursos atencionais ao longo dos meridianos do campo visual. Segundo Sanders e Brück (Sanders e Brück, 1991), os recursos atencionais podem estar mais concentrados ao longo do meridiano horizontal, no quadrante leste, e ao longo do meridiano vertical, no quadrante norte, do campo visual. Rossini e Galera (Rossini e Galera, 2010) investigaram a distribuição dos recursos atencionais disponibilizados dentro e fora do foco atencional, tanto no meridiano vertical quanto horizontal do campo visual. Adotaram em seu experimento um paradigma de letras flanqueadoras, compatíveis e incompatíveis com a letra alvo, de modo que o participante deveria discriminar uma letra alvo flanqueada por letras compatíveis ou incompatíveis. Seus resultados mostraram que a seleção da letra alvo foi mais eficiente nas condições em que o arranjo de letras era apresentado no meridiano vertical do que no horizontal, em oposição à proposta de AHV. Segundo os autores, os resultados “mostram um aspecto importante do processo de seleção da informação e da disponibilidade dos recursos atencionais no campo visual, sobretudo em tarefas que envolvam a discriminação de letras. Os resultados sugerem que é mais fácil descartar a informação irrelevante apresentada em um arranjo vertical do que em

um arranjo horizontal. Talvez esta assimetria na eficiência no processo de inibição da informação irrelevante durante a seleção da informação esteja relacionada diretamente ao processo de leitura, no qual a capacidade de inibir a informação irrelevante apresentada acima e abaixo da linha focalizada desempenhe um papel fundamental para a proficiência neste tipo de tarefa” (Rossini e Galera, 2010).

Estudando os efeitos da orientação endógena e exógena da atenção sobre a resolução espacial em testes de acuidade visual, busca visual e segmentação de textura, Carrasco e Yeshurun (Carrasco e Yeshurun, 2009) concluíram que ambas as formas de atenção aumentam a resolução - ou seja, o direcionamento atencional para um dado local do espaço permite determinar os detalhes mais sutis da cena visual naquela região – às custas de redução de resolução quanto aos locais não atendidos. O mesmo ocorre em relação à sensibilidade ao contraste (Carrasco, 2006). Em conjunto, os estudos permitem concluir que a orientação encoberta da atenção intensifica a impressão sensorial de um estímulo, elevando sua saliência (Carrasco, Ling *et al.*, 2004).

Para Talgar e Carrasco (Talgar e Carrasco, 2002) há mais informação visual no hemisfério visual inferior em relação ao hemisfério superior, de modo que os estímulos relacionados à porção inferior são processados mais eficientemente. Estudos fisiológicos com primatas não-humanos identificaram diferenças nas representações neurais ao longo das vias visuais relacionadas aos campos visuais superior e inferior (Connolly e Van Essen, 1984; Perry e Cowey, 1985; Tootell, Switkes *et al.*, 1988): (i) a densidade de células ganglionares e de cones na retina relacionada ao campo visual inferior é maior; (ii) há mais tecido neural voltado para o processamento de informações visuais provenientes do campo visual inferior no núcleo geniculado lateral do tálamo e na área cortical visual primária (V1). Tais diferenças, entretanto, referem-se aos hemisférios visuais, e não são especificadas para o meridiano vertical. Liu *et al.* (Liu, Heeger *et al.*, 2006) demonstraram que o desempenho relacionado ao campo inferior é melhor apenas para estímulos de alta frequência espacial; os autores não encontraram assimetrias quanto ao meridiano horizontal nem entre os campos superior e inferior para localizações diagonais (consideradas todas as outras regiões fora dos meridianos).

Enquanto os estudos sobre negligência unilateral são abundantes, a negligência ou mesmo distúrbios atencionais no plano vertical não tem sido explorados adequadamente (Nys, Santens *et al.*, ; Shelton, Bowers *et al.*, 1990; Nys,

Santens *et al.*, 2010). Drain *et al.* (Drain e Reuter-Lorenz, 1996) referem que a base neurocognitiva da orientação vertical da atenção tem sido objeto de poucos estudos. Halligan e Marshall (Halligan e Marshall, 1989) mostraram que pacientes com negligência secundária a AVEI não detectam estímulos situados na metade inferior dos dispositivos em que os testes de cancelamento são realizados. Ladavas *et al.* (Ladavas, Carletti *et al.*, 1994) evidenciaram deficiência de orientação da atenção para o campo visual inferior em teste de atenção utilizando pistas periféricas em pacientes com negligência. Os estudos mencionados sugerem que dano em região parietal posterior em indivíduos com negligência tende a produzir negligência do campo visual inferior (Pitzalis, Spinelli *et al.*, 1997; Nys, Santens *et al.*, 2010). Deve-se ressaltar que os testes de cancelamento e outros testes para avaliar a negligência são realizados comumente tomando-se como referência apenas o meridiano horizontal (Nys, Santens *et al.*, 2010).

Angelelli *et al.* (Angelelli, De Luca *et al.*, 1998) estudaram a sensibilidade ao contraste dos campos visuais de 30 indivíduos por meio de apresentação de grades sinusoidais horizontais. Todos os voluntários eram portadores de lesão cerebral, dentre os quais 10 apresentavam síndrome de negligência devido a lesão hemisférica direita. Verificaram uma redução de sensibilidade ao contraste no hemicampo visual contralesional nos indivíduos com negligência. Para os autores, a sensibilidade visual contralesional deve ser considerada no planejamento de experimentos para avaliação de comprometimento atencional, dado que o desempenho do indivíduo pode ser limitado pela visibilidade dos estímulos – que dependeriam das suas próprias características físicas e da sensibilidade ao contraste dos pacientes. Seus resultados sugerem que a redução de sensibilidade ao contraste decorreria de modificações da modulação atencional “de cima para baixo” secundárias do dano no lobo parietal ou temporo-parietal sobre os córtices visuais (Felleman e Van Essen, 1991; Angelelli, De Luca *et al.*, 1998). Bonnef *et al.* (Bonnef, Sagi *et al.*, 2008) estudaram cinco pacientes portadores de lesão no hemisfério cerebral direito e síndrome de negligência, secundários a acidente vascular encefálico. Identificaram redução de sensibilidade ao contraste no hemicampo contralesional. Para os autores, a redução de sensibilidade ao contraste encontrada em pacientes com dano hemisférico direito deve-se à elevação do limiar dos mecanismos atencionais impedindo que os eventos sensoriais atinjam a consciência. Outros autores (Mennemeier, Wertman *et al.*, 1992; Drain e Reuter-

Lorenz, 1996) sugerem que existe uma ligação entre a orientação vertical da atenção e as vias de processamento visual ventral – envolvida na orientação para cima – e dorsal – associada com o direcionamento da atenção no plano vertical para baixo. Drain et al. (Drain e Reuter-Lorenz, 1996) demonstraram viés direcional para cima em cinco indivíduos neurologicamente intactos e com maior preponderância para o hemisfério direito. Os autores estendem os princípios subjacentes ao modelo de Kinsbourne (Kinsbourne, 1970; 1982) para explicar as diferenças na orientação atencional vertical, segundo os quais haveria inibição mútua entre as vias ventral e dorsal intra e inter-hemisférica, e o dano parietal favoreceria a orientação da atenção para o hemisfério visual superior pela desativação da via dorsal, com subsequente negligência vertical inferior pela desinibição da via ventral. A assimetria hemisférica na orientação vertical encontra respaldo no fato de que a negligência do hemisfério inferior é mais frequente, após dano à direita em relação ao dano em hemisfério esquerdo (Halligan e Marshall, 1989).

Do exposto, podemos concluir que a lesão ao córtex parietal promove prejuízo de orientação espacial não somente em relação ao eixo horizontal, o que sugere que essa região também desempenha função importante na orientação da atenção ao longo das outras dimensões do espaço (Macaluso e Patria, 2007).

1.7. Deficiências atencionais sem negligência

O déficit de desengajamento parece ser mais pronunciado após dano parietal direito comparado ao dano parietal esquerdo e relaciona-se com o fenômeno de negligências, mesmo quando sinais clínicos de negligência não estão mais presentes (Losier e Klein, 2001). Dos 13 pacientes avaliados por Posner et al. (Posner, Walker *et al.*, 1984), cinco não apresentavam a síndrome de negligência e dois apresentavam mínimos sinais de negligência. Deouell et al. (Deouell, Sacher *et al.*, 2005) estudaram 32 pacientes com dano hemisférico direito e 16 pacientes com dano hemisférico esquerdo, secundários a AVEI, e os compararam com 9 controles saudáveis, utilizando um teste comportamental desenhado para avaliar a distribuição da atenção no espaço. Verificaram que os pacientes que apresentavam lesão à direita demonstravam tempos de reação mais prolongados em relação a todos os

demais, e especialmente em relação ao espaço contralesional, mesmo em indivíduos que apresentavam índices normais de testes padrões para negligência. Tais estudos permitem concluir que dano parietal pode relacionar-se com deficiências atencionais em pacientes que não apresentam evidências clínicas de síndrome de negligência.

1.8. Funções não-espaciais do córtex parietal posterior

Indivíduos com síndrome de negligência apresentam danos cerebrais que se estendem por regiões variáveis dos córtices parietais superior e inferior, do sulco intraparietal e da substância branca subjacente. Dado o que se conhece até o momento sobre as funções dessas regiões parietais, esperar-se-ia que tais lesões implicassem em combinação de deficiências espaciais e não-espaciais nos pacientes portadores da síndrome de negligência.

Outros investigadores revelaram que danos parietais podem causar prejuízo em tarefas não-espaciais mesmo quando os estímulos são apresentados em apenas um local do espaço. Os indivíduos portadores da síndrome de negligência devido a lesão parietal direita estudados por Buxbaum et al. (Buxbaum, Ferraro *et al.*, 2004) tinham dificuldades de manter atenção vigilante em tarefas não-espaciais, independente de o estímulo apresentado ser visual ou auditivo. Seu trabalho articula-se com os achados de Rueckert e Grafman (Rueckert e Grafman, 1998), segundo os quais os pacientes que haviam sido submetidos à ressecção cirúrgica do lobo parietal inferior direito tinham dificuldades em manter a atenção visual por intervalos prolongados de tempo. Malhotra, Coulthard e Husain (Malhotra, Coulthard *et al.*, 2009) demonstraram que pacientes portadores de negligência apresentavam decréscimo de vigilância com o tempo quando eram solicitados a manter a atenção sobre locais do espaço. Tais aspectos relacionados às funções do córtex parietal posterior necessitam ainda ser incorporados nos modelos clínicos da síndrome de negligência.

2. PSICOFÍSICA

2.1. Conceitos básicos

A detecção de estímulos pelos sistemas sensoriais ocorre pela ativação de receptores especializados por diferentes tipos de energia (luminosa, mecânica, térmica, química) (Gardner e Martin, 2000). Apesar de a recepção sensorial diferir para cada um dos sentidos, algumas etapas são comuns a todos eles: presença de um estímulo físico, a transdução desse estímulo físico em mensagem de impulsos nervosos e uma resposta à mensagem na forma de percepção ou de representações internas da sensação (Gardner e Martin, 2000). A relação entre as características físicas de um estímulo e os atributos de sua percepção são estudados pela psicofísica (Gescheider, Thorpe *et al.*, 1997; Costa, 2010).

A psicofísica foi inaugurada no século 19 com os trabalhos pioneiros de Ernst Weber e Gustav Theodor Fechner (Gardner e Martin, 2000; Costa, 2010). Em 1860, Fechner publicou “Elemente der Psychophysik”, no qual descrevia pesquisas que relacionavam estímulos físicos com sua percepção (Costa, 2010). Esses autores descobriram que, apesar da diversidade de sensações que somos capazes de experimentar, todos os sistemas sensoriais carregam quatro tipos básicos de informações quando estimulados: (a) modalidade; (b) localização; (c) tempo de estimulação; (d) intensidade (Gardner e Martin, 2000). A intensidade do estímulo é sinalizada pela amplitude de resposta do receptor por ele estimulado, o que reflete a quantidade total de energia do estímulo recebida pelo receptor (Gardner e Martin, 2000). Os primeiros psicofísicos (Weber, Fechner, Helmholtz) desenvolveram paradigmas experimentais simples para comparar e distinguir dois estímulos de diferentes amplitudes, quantificando a intensidade da percepção na forma de leis matemáticas que permitiam prever a relação entre a magnitude do estímulo e a discriminação sensorial (Gardner e Martin, 2000). Métodos psicofísicos são utilizados para a determinação de limiares (Costa, 2009; Costa, 2010), ou seja, pode-se inferir a detecção de um determinado estímulo por um indivíduo estabelecendo uma regra de correspondência entre o estímulo e a resposta a ele. **Limiar** é o valor que corresponde à identificação de 50% dos estímulos apresentados (Gescheider,

Thorpe *et al.*, 1997; Gardner e Martin, 2000; Costa, 2010). Distinguem-se dois tipos de limiares (Gescheider, Thorpe *et al.*, 1997): (a) absoluto: quantidade mínima de energia de estimulação necessária para que seja perceptível em 50% das estimulações; (b) diferencial: quantidade que permite distinguir uma diferença na intensidade da sensação (“just noticeable difference”, jnd ou diferença perceptível) correspondente a dois estímulos separados no tempo e no espaço. O valor do limiar é obtido pelo estabelecimento de uma relação, denominada função psicométrica, entre a apresentação de estímulos de amplitudes aleatórias e a porcentagem de respostas relatadas de detecção do estímulo (Gardner e Martin, 2000; Costa, 2010). Por convenção, limiar é o valor da amplitude do estímulo que corresponde ao acerto ou à identificação de 50% dos estímulos apresentados (Gardner e Martin, 2000; Costa, 2009; Costa, 2010). As tarefas utilizadas para medir limiares são: tarefa de detecção, discriminação e reconhecimento (Treutwein, 1995). Na tarefa de detecção, solicita-se ao indivíduo que a realiza se vê ou não alguma coisa; a tarefa poderá ser utilizada para se obter um limiar absoluto na detecção de um estímulo. A tarefa de discriminação mede o limiar para detectar a diferença entre um estímulo-teste e outro de referência. A tarefa de reconhecimento consiste na identificação de estímulo já visível. As medições psicofísicas da função visual envolvem a apresentação de estímulo e sua detecção pela variação do parâmetro a ser avaliado, como intensidade, comprimento de onda, tempo de exposição e localização (Treutwein, 1995). Em uma tarefa de medição ideal, todas as dimensões do estímulo, exceto uma, permanecem fixas, e essa dimensão varia de acordo com um padrão que é inerente ao procedimento psicofísico que será usado (Norton e Corliss, 2002).

Inicialmente, acreditava-se que para qualquer propriedade de um estímulo haveria um valor específico no qual não seria possível sua detecção e acima do qual sempre seria detectado; no entanto, sabe-se que os limiares podem variar em várias sessões de um mesmo teste ou em vários testes psicofísicos distintos. As principais razões para a variabilidade nas medições dos valores do limiar de um estímulo específico são (Ciaramitaro, Cameron *et al.*, 2001; Norton e Corliss, 2002): (a) ocorrências de flutuações aleatórias no estímulo; (b) oscilações no nível de atividade neuronal em toda a via neural relacionada à informação visual; (c) oscilações dos níveis atencionais do indivíduo testado (que podem declinar em testes repetitivos ou nos quais há um longo intervalo entre a apresentação dos estímulos); (d) viés

psicológico ou viés de resposta. Gustav Fechner e Wilhelm Wundt criaram métodos que tentavam obter limiares de forma acurada: os métodos dos estímulos constantes, dos ajustes e dos limites (Costa, 2009; Costa, 2010). Os métodos medem a probabilidade de detecção de estímulos (ou de alterações do estímulo) em vários níveis para determinar um único valor, aquele que descreve o limiar em um grupo de condições específico, podendo-se então medir limiares de modo preciso (Treutwein, 1995). Permitiria, portanto, padronizar as condições de estimulação dos voluntários em um teste baseado naquele estímulo, considerando-se os limiares específicos de cada indivíduo testado.

2.2. Métodos para detecção de limiares

O **método dos estímulos constantes** (MEC) consiste na apresentação de estímulos com intensidades variáveis em um número constante de vezes ao indivíduo testado (Costa, 2009). Um conjunto de valores de intensidades do estímulo na qual se situa o limiar a ser aferido é delimitado, abrangendo o valor mínimo do estímulo abaixo do limiar e o valor máximo situado ligeiramente acima do limiar. Cada estímulo é apresentado diversas vezes aleatoriamente, e o indivíduo deve indicar se o detectou ou não (Costa, 2010). A apresentação das várias intensidades de forma aleatória evita mecanismos de antecipação, minimizando o viés psicológico. O limiar é determinado a partir da proporção de respostas afirmativas dadas para cada nível de intensidade. A relação gráfica da probabilidade de detecção com a intensidade do estímulo é uma curva sinusoidal nomeada “frequency of seeing curve”. Dessa forma, para a medida do limiar absoluto, é usual definir seu valor como a intensidade física para a qual o estímulo é detectado em 50% dos testes. Considerando-se uma característica física com intensidade (I) variável ($I_1, I_2, I_3 \dots I_x$), sendo que cada intensidade foi apresentada um número N de vezes, calcula-se a proporção de respostas afirmativas para cada nível de intensidade variando de um mínimo de 0 ($N = 0$) ao valor máximo de 1 ($N = 1$). Os valores são dispostos em um gráfico conhecido como “frequency of seeing curve”: na abscissa encontra-se a intensidade do estímulo e na ordenada a frequência de respostas “sim” em cada intensidade. Identifica-se na ordenada o ponto

correspondente a 50% das respostas corretas. Então, faz-se uma projeção desse ponto da sigmóide na abscissa, identificando-se assim a intensidade que produz aquela percentagem de respostas representada na ordenada (Neto, 2007).

O **método dos ajustes** (MA) baseia-se na apresentação de séries ascendentes ou descendentes de intensidades de um estímulo ao indivíduo, sendo controlada por ele. Solicita-se ao indivíduo que aumente a intensidade do estímulo até que seja suficiente para detectá-lo (Costa, 2009), no caso de a intensidade inicial ser imperceptível, ou que a diminua até que o estímulo torne-se imperceptível, nas séries descendentes.

O **método dos limites** (ML) consiste na apresentação de estímulos muito acima ou abaixo do limiar (Costa, 2010), ocorrendo então diminuição ou aumento em pequenos passos até o ponto em que é incapaz de detectar o estímulo (Costa, 2009). O limiar é considerado como a média dos pontos de limiares ascendentes e descendentes medidos. Distinguem-se algumas variações desse método: (a) **método de escada (ME)**: o pesquisador apresenta uma seqüência de intensidades de estímulos, ascendente ou descendente, e, assim que o indivíduo testado modifica sua resposta (por exemplo, de “*não detecto o estímulo*” para “*detecto o estímulo*”), o investigador registra esse valor e inverte a ordem da seqüência a partir desse mesmo valor (se a série era ascendente, o pesquisador começa a diminuir sucessivamente a intensidade – passando, pois, para uma série descendente, até o ponto em que ocorre novamente a mudança de resposta –, e vice-versa). O limiar é a média dos pontos de reversão (Costa, 2009); b) **método sim-não**: o voluntário julga se está ou não detectando o estímulo. O limiar é encontrado no valor de 50% de resposta (Costa, 2009); segundo Kaernbach (Kaernbach, 2001), os inconvenientes desse método são as flutuações dos critérios de resposta dos voluntários, conduzindo flutuações nas estimativas dos limiares; uma forma de contornar o problema é utilizar o (c) **método da escolha forçada** (MEF): o indivíduo testado é forçado a escolher entre no mínimo duas alternativas, onde apenas uma contém o estímulo. Como há 50% de chance do indivíduo responder corretamente, o limiar é considerado como 75% das respostas corretas (Costa, 2009). O MEF mais comum é o de escolha forçada com dupla alternativa (2AFC, do inglês “two-alternative forced choice”) (Leek, 2001) ou com n – alternativas (Kaernbach, 2001). São métodos adaptativos, ou seja, a seleção de estímulos é determinada durante o curso do experimento, pelos ensaios ou testes ocorridos anteriormente (Leek, 2001).

Kaernbach (Kaernbach, 2001) propõe uma variação do método de escada, o **método adaptativo de escolha não-forçada** (MAENF) ponderado para cima e para baixo. “Ponderado para cima e para baixo” porque a intensidade do sinal é reduzida em um grau após cada resposta correta e elevada em três graus após cada resposta incorreta; e “escolha não-forçada” porque introduz a resposta alternativa “não sei” como forma de minimizar flutuações de critérios de resposta em tarefas de escolha forçada para estímulos de baixa intensidade de sinal, em que os participantes encontram maiores inseguranças sobre a resposta a ser dada (pois se sentem obrigados a responder sem saber como). Tal implementação aumentaria a eficiência do procedimento e reduziria o desconforto, tornando-o adequado para uso em cenários clínicos, segundo o autor. Os métodos de escolha forçada e “sim-não” têm como inconveniências maiores possibilidades de flutuações de critérios de resposta, ocasionando maiores flutuações na estimativa dos limiares (Kaernbach, 2001). Por essas razões, este método parece ser mais indicado para a determinação dos limiares.

3. PROPOSTA DE PESQUISA

O modo de avaliação dos distúrbios atencionais em pacientes com lesão no lobo parietal deveriam considerar em sua metodologia: (1) as características do estímulo físico a serem apresentados; (2) a heterogeneidade dos sistemas visuais no processamento de informações provenientes de hemicampos distintos, tanto no eixo horizontal quanto no eixo vertical; (3) a organização funcional modular do cérebro. Apesar da constatação de que o córtex parietal posterior encontra-se privilegiadamente posicionado para mediar o tipo de integração sensório-motora e cognitiva necessária à atenção espacial, as bases fisiológicas de sua suposta especialização hemisférica direita no direcionamento atencional permanecem ainda mal compreendidas. A metodologia dos testes tradicionais não considera que o desempenho em tarefas atencionais pode ser limitado pela visibilidade dos estímulos (que dependeriam das suas próprias características físicas), não havendo padronização nesse sentido das condições de estimulação dos voluntários.

Considerando esses aspectos, a presente proposta tem os seguintes objetivos:

(I) Avaliar as deficiências de orientação de atenção endógena e exógena nos planos horizontal, vertical e diagonal, em pacientes portadores de dano no lobo parietal esquerdo e direito, secundário a neoplasia, e compará-las entre si e com controles saudáveis.

(II) Padronizar as condições de estimulação dos voluntários no teste de Posner, identificando-se os limiares específicos de cada voluntário testado. Por essa razão, pretendemos identificar, previamente à realização do teste de Posner, o limiar para detecção dos voluntários aos diferentes estímulos alvos a serem apresentados na tela (80% de detecção), sem direcionamento prévio da atenção para qualquer local particular da tela, pelo método de escolha não-forçada ponderado para cima e para baixo, conforme proposto por Kaernbach (Kaernbach, 2001).

Além da contribuição teórico-conceitual para o conhecimento sobre as bases neurais da atenção e sobre orientação da atenção, neste momento em que os paradigmas dominantes sobre os mecanismos da atenção estão sendo revistos (Luck e Vecera, 2002; Ristic, Friesen *et al.*, 2002; Ristic e Kingstone, 2006) o conhecimento das deficiências atencionais apresentadas pelos pacientes com lesão parietal possibilitaria o desenvolvimento de estratégias de reabilitação cognitiva (Katz, Hartman-Maeir *et al.*, 1999). Reabilitação cognitiva refere-se a um conjunto de intervenções que objetivam melhorar o desempenho do indivíduo em testes cognitivos pela reciclagem de habilidades previamente aprendidas e aprendizado de novas estratégias compensatórias (Tsaousides e Gordon, 2009). Entretanto, requer o conhecimento específico da deficiência funcional apresentada (Butler, Copeland *et al.*, 2008; Butler, Sahler *et al.*, 2008). Há evidências suficientes em relação à eficácia da reabilitação cognitiva, proporcionando melhoras funcionais e psicossociais aos pacientes com danos cerebrais (Tsaousides e Gordon, 2009). O auxílio no estabelecimento das bases teóricas da atenção e a melhor definição dos prejuízos atencionais dos pacientes portadores de tumor cerebral no lobo parietal, a fim de guiar processos de reabilitação cognitiva, auxiliando o desenvolvimento de programas individualizados, teriam impactos significativos na recuperação psicossocial desses pacientes, considerando-se que a estimulação inespecífica de processos cognitivos (“pseudoreabilitação”) tem-se mostrado ineficaz em cumprir essa função (Rios-Lago, Munoz-Cespedes *et al.*, 2007).

4. Casuística e métodos

4.1. Participantes

Trata-se de uma proposta prospectiva a ser desenvolvida ambulatorialmente nos Departamentos de Neurocirurgia Oncológica e Radiologia do Hospital de Câncer de Barretos.

Idealmente, estima-se que o grupo a ser testado será composto por 40 pacientes com tumor no lobo parietal direito ou esquerdo.

Após a primeira consulta, aos pacientes que aceitarem participar do estudo, um termo de consentimento livre e esclarecido será apresentado e explicado pelo pesquisador (anexo B). Após o seu preenchimento e sua assinatura, os pacientes serão submetidos a:

- exame físico neurológico para avaliação de funções motoras, sensoriais, oftalmológicas, cerebelares e de nervos cranianos (anexo C)
- avaliação neuropsicológica

A avaliação neuropsicológica, de acordo com Mäder-Joaquim (Mäder-Joaquim, 2010), consiste no “método de investigar as funções cognitivas e o comportamento”; será realizada por psicóloga especializada do Departamento de Psicologia do Hospital de Câncer de Barretos. A avaliação neuropsicológica pode indicar se os pacientes possuem déficits cognitivos relacionados a outros fatores além do dano parietal (e.g., idade, escolaridade, outras comorbidades clínicas) e capazes de prejudicar o desempenho em tarefas atencionais.

4.1.1. Critérios de elegibilidade

Todos os pacientes incluídos no estudo obedecerão aos seguintes critérios de elegibilidade:

I) pacientes admitidos no Hospital de Câncer de Barretos pelo Departamento de Neurocirurgia;

II) idade superior a 18 anos;

III) portadores de neoplasia cerebral única, localizada em região parietal posterior esquerda ou direita e não submetidos previamente a cirurgia neurológica, quimioterapia e radioterapia craniana.

A localização anatômica da lesão será definida por meio de exame de Ressonância Nuclear Magnética, cuja análise será efetuada por neurorradiologistas do Departamento de Radiologia da Fundação Pio XII - Hospital de Câncer de Barretos (anexo B).

Serão excluídos do estudo pacientes que apresentem condições causadoras de prejuízos atencionais e/ou que prejudiquem seu desempenho em testes atencionais, tais como:

I) alterações do nível e de conteúdo de consciência;

II) alterações de comportamento;

III) deficiências visuais secundárias à hipertensão intracraniana, catarata, glaucoma, diabetes e/ou hipertensão arterial não controlada;

IV) alterações de motricidade ocular extrínseca e/ou presença de movimentos oculares anormais;

V) antecedentes de trauma crânio-encefálico moderado ou grave;

VI) antecedentes de outras doenças neurológicas como doença de Alzheimer, doença de Parkinson, esclerose múltipla, acidente vascular encefálico;

VII) uso de medicações psiquiátricas ou portadores de transtornos psiquiátricos maiores; e

VIII) histórico de alcoolismo ou uso de drogas.

O grupo controle será constituído por 40 voluntários sadios que serão escolhidos entre os acompanhantes dos doentes atendidos no ambulatório. Serão convidados de acordo com a epidemiologia do grupo de pacientes com dano cerebral a ser testado, mantendo-se pareamento de faixa etária, nível de escolaridade e nível sócio-econômico. Deverão assinar o termo de consentimento livre e esclarecido e serão submetidos aos mesmos critérios de exclusão. O grupo controle não será submetido à avaliação neuropsicológica ou a exames de ressonância magnética.

4.2. Experimentos

Após as avaliações clínicas, os pacientes incluídos no estudo e os indivíduos que constituirão o grupo controle realizarão três experimentos: a) um experimento para identificação do limiar para detecção de estímulos visuais; b) dois experimentos para avaliação da atenção pelo teste de Posner.

Todos os procedimentos serão realizados em uma sala ventilada e com iluminação indireta controlada. Os voluntários serão testados sentados, com a cabeça posicionada em um suporte de mento e testa, de modo que os olhos fiquem distantes 57 cm de uma tela de LEDs (Light Emitting Diodes) na qual os estímulos visuais de 0,1 ou de 0,3 graus de ângulo visual (ver adiante) serão apresentados. Seus braços estarão apoiados sobre uma mesa, com a mão a ser utilizada para as respostas motoras apoiada sobre um dispositivo (com três chaves para resposta para o primeiro experimento e com uma chave para resposta para os testes de Posner). Os indivíduos receberão instruções orais acerca dos procedimentos. Iniciarão a sessão diretamente, sem tentativas prévias não-registradas, dado que o próprio teste inclui uma fase de tentativas de treino. Poderemos identificar precisamente a sequência de tentativas realizadas e analisar as fases iniciais do teste, avaliando a aquisição de cada voluntário.

4.3. Identificação do limiar para detecção de estímulos visuais

O primeiro experimento será realizado com a finalidade de identificar o limiar para detecção dos voluntários aos diferentes estímulos alvos a serem apresentados na tela (80% de detecção), sem direcionamento prévio da atenção para setores específicos, pelo método de escolha não-forçada ponderado para cima e para baixo, conforme proposto por Kaernbach (Kaernbach, 2001). Dessa forma, dadas as prováveis deficiências atencionais dos pacientes, tem-se a garantia de que todos os indivíduos testados conseguirão detectar 80% dos estímulos apresentados, considerando seus limiares específicos de percepção visual, o que deverá padronizar as condições de estimulação dos voluntários. O indivíduo será orientado

a manter os olhos sobre um ponto de fixação (cruz branca) no centro da tela sobre um fundo negro. A tarefa do voluntário consistirá em responder o mais rapidamente possível quando o ponto de fixação desaparecer. São três as respostas possíveis: SIM, quando o estímulo for percebido; NÃO, quando não for percebido; NÃO SEI, em caso de dúvida de percepção ou não do estímulo. Após a resposta, haverá um intervalo entre as tentativas (cerca de 500 ms) até que o ponto de fixação apareça novamente. O tempo de duração dos estímulos varia a cada tentativa, conforme proposto por Kaernbach (Kaernbach, 2001): os valores iniciais escolhidos serão supra-limiare (dezenas de milissegundos), para garantir que todos os voluntários serão capazes de detectar o estímulo; se houver detecção, o valor é reduzido e, se não houver, ele é aumentado até encontrar-se o limiar. A sessão será realizada até que se tenha 80% de respostas corretas à apresentação dos estímulos.

4.4. Avaliação da atenção pelo teste de Posner

Obtidos os limiars para detecção visual específicos para cada estímulo e para cada voluntário, o segundo experimento será a avaliação da atenção pelo paradigma de Posner. Os grupos de pacientes serão divididos aleatoriamente em quatro subgrupos compostos por 10 pacientes, e cada grupo será submetido a "trials" ou tentativas em condições específicas do arranjo experimental de Posner. Manipularemos a natureza da pista (central *versus* periférica), como forma de avaliar o engajamento voluntário e automático da atenção, respectivamente; e também sua previsibilidade (preditiva ou 80% válidas e 20% inválidas *versus* não-preditiva ou 50% válidas e inválidas), como forma de avaliar, respectivamente, a orientação endógena e exógena da atenção. Haverá variação do tempo entre o aparecimento da pista e do alvo (SOA).

A tela de LED terá a seguinte configuração: um conjunto de LEDs incluirá um octógono com um LED central (o ponto de fixação), rodeado por 8 LEDs (cada qual será utilizado como pistas centrais). A distância entre cada um destes 8 LEDs e o LED central é 0,5 grau e o ângulo visual de cada um deles será de 0,1 grau. A tela inteira inclui um conjunto central de LEDs (onde se encontram o ponto de fixação e as pistas centrais) "rodeado", em posições que formam um hexágono, por

8 conjuntos de LEDs, estes últimos situados a 7 graus de distância do conjunto central. Devido a essa distância, esses conjuntos de LEDs serão chamados de periféricos; o LED central de cada conjunto periférico será um alvo e medirá 0,3 graus de ângulo visual; e os 8 LEDs de cada conjunto periférico, cada qual medindo 0,1 grau de ângulo visual, permitirão inserir pistas periféricas (figura 2). A pista periférica corresponderá à variação da luminância das bordas do hexágono periférico dentro do qual o alvo poderá ou não parecer, caso seja ou não válida. As pistas centrais serão estímulos “acesos” próximos ao ponto de fixação, indicando o local de aparecimento do alvo diretamente (e.g., no caso de pistas válidas, pista central à esquerda, indicando alvo à esquerda, pista diagonal à direita-acima indicando alvo à direita-acima e assim sucessivamente).



Figura 2 - Arranjo octogonal de distribuição de LEDs

Optamos pela separação em quatro subgrupos para não confundir os voluntários com excessos de pistas distintas. Também optamos por não testar os mesmos voluntários em diferentes condições para garantir a condição de previsibilidade (ou seja, na condição válida, o paciente deve acreditar que é válido direcionar a atenção segundo a pista apresentada), dado que o teste prévio em uma condição de previsibilidade interfere no desempenho em sessão posterior em outra condição de previsibilidade (Rodrigues, Corrêa e Xavier, em preparação).

a) **Grupo 1.** Subgrupo cujo arranjo experimental consistirá na apresentação de pistas centrais não-preditivas (50% pistas válidas e 50% pistas inválidas): corresponde ao controle geral do experimento, pois não se espera qualquer melhora de desempenho na condição válida em relação à inválida, dado que as pistas não são preditivas, independentemente da variação do tempo entre o aparecimento da pista e do alvo (serão utilizados SOAs de 100, 300 e 700 ms). Este grupo permitirá identificar a existência de qualquer lateralidade nas respostas dos pacientes, nos diferentes SOAs. Será possível avaliar não apenas o tempo de reação (TR) – medida direta obtida no experimento – mas também o efeito de validade (tempo de reação na tentativa inválida menos o tempo de reação na tentativa válida), sendo esta última considerada uma medida da orientação da atenção.

b) **Grupo 2.** Subgrupo cujo arranjo experimental consistirá na apresentação de pistas centrais preditivas (80% pistas válidas e 20% pistas inválidas): este grupo possibilitará investigação da orientação endógena da atenção, pois o esquema preditivo permitirá surgimento de expectativas quanto ao provável local de aparecimento do alvo. A orientação da atenção endógena deverá refletir-se em aumento do efeito de validade. Como usualmente o curso temporal da atenção endógena é relativamente lento, esse efeito de validade deverá aparecer nos SOAs maiores, mas não no SOA menor. Será possível comparar o efeito de validade para cada um dos lados, levando-se em consideração o lado da lesão.

c) **Grupo 3.** Subgrupo cujo arranjo experimental consistirá na apresentação de pistas periféricas não-preditivas (50% pistas válidas e 50% pistas inválidas): este grupo permitirá análise do efeito exógeno da atenção, dado que o esquema não-preditivo não permitirá ao voluntário criar expectativas sobre o local de aparecimento do alvo. A orientação da atenção exógena dever-se-á refletir em aumento do efeito de validade, independentemente do SOA (isto é, deverá aparecer o efeito mesmo no SOA mais curto). Por outro lado, espera-se a ocorrência de “inibição de retorno”, ou seja, o efeito de validade deverá ser negativo quando o SOA for da ordem de 300 a 400 milissegundos.

d) **Grupo 4.** Subgrupo cujo arranjo experimental consistirá na apresentação de pistas periféricas preditivas (80% pistas válidas e 20% pistas inválidas): este grupo permitirá avaliar o efeito exógeno (que se manifesta nos SOAs curtos) acompanhado do efeito endógeno (que se manifesta eliminando o efeito de inibição de retorno e intensificação do efeito de validade no SOA mais longo) da atenção.

Pistas neutras – por exemplo, o brilho de dois hexágonos simultâneos no mesmo eixo -, ocorrerão na mesma frequência das pistas inválidas para assegurar que, caso exista diferença nos tempos de reação entre ambas, os resultados devem-se à informação que a pista oferece e não à sua frequência (efeito de frequência: independentemente da validade das tentativas, condições mais frequentes usualmente geram tempos de reação menores).

A resposta motora requerida será realizada com a mão de uso preferencial dos participantes e serão registrados seus tempos de resposta manuais. As condições de realização serão as mesmas descritas para o primeiro experimento. Cada “tentativa” envolve a apresentação de um ponto de fixação no centro da tela, seguida por uma pista – com duração duas vezes maior que a duração do limiar para 80% de detecções, e um alvo (cuja duração é o tempo de limiar para detecção a 80%, conforme verificado no primeiro experimento). A assincronia entre o estímulo e o alvo (SOA) irá abranger entre 100, 300 ou 700 ms. O voluntário deve responder ao alvo o mais rapidamente possível, pressionando a chave de resposta. O voluntário terá um limite mínimo (cerca de 100 ms depois da apresentação do alvo) e um limite máximo (entre 500 e 1000 ms depois da apresentação do alvo) para a resposta. Os erros de antecipação (ou seja, respostas ocorridas antes de 100 ms) ou de omissão (respostas ocorridas após o limite máximo) serão desconsiderados na análise. Depois da resposta, correta ou errada, haverá um intervalo entre as tentativas que poderá variar entre 500 e 1000ms, para então iniciar-se outra tentativa.

5. Resultados esperados

As pistas inválidas deverão lentificar a detecção dos alvos e, ao mesmo tempo, aumentar a quantidade de erros de omissão, e pistas válidas deverão acelerar a detecção de alvos em ambos os grupos (pacientes e controles). Serão analisadas as respostas manuais e também os tempos de reação para ambos os lados (com avaliação de “efeito de validade” – diferença entre o tempo de reação nas tentativas inválidas menos o tempo de reação nas tentativas válidas) nos hemisférios direito e esquerdo horizontais, nos quadrantes verticais e diagonais.

Espera-se que nos pacientes com tumor no lobo parietal direito, as assimetrias sejam verificadas:

(a) **no eixo horizontal:** TRM mais lento, com maior efeito de validade em relação aos controles, com resultados mais acentuados no hemisfério esquerdo em relação ao direito, confirmando o modelo proposto por Heilman e Van Den Abell (Heilman e Van Den Abell, 1980); ou TRM mais rápido, com menor efeito de validade em relação aos controles, com resultados mais acentuados no hemisfério direito, devido à hiperatenção ocasionada por desinibição do hemisfério direito, confirmando o modelo proposto por Kinsbourne (Kinsbourne, 1970; 1977); resultados dos pacientes portadores de lesão parietal esquerda semelhantes aos controles.

(b) **no eixo vertical:** TRM mais lento, com maior efeito de validade em relação aos controles nos quadrantes inferiores, considerando-se que há mais rede neural direcionada para os campos inferiores, e tais redes são controladas pelo lobo parietal direito, dominante, de modo semelhante ao que foi proposto para o hemisfério direito por Heilman e Van Den Abell (Heilman e Van Den Abell, 1980); ou TRM mais rápido em relação aos controles, devido ao viés atencional (“hiperatenção”) para cima; o dano parietal direito favoreceria a orientação da atenção para o hemisfério visual superior pela inibição da via dorsal e hiperativação da via ventral, semelhante ao que foi proposto por Kinsbourne (Kinsbourne, 1970; 1977) para os hemisférios horizontais.

Referências bibliográficas

Allison, J. D., K. J. Meador, *et al.* Functional MRI cerebral activation and deactivation during finger movement. Neurology, v.54, n.1, Jan 11, p.135-42. 2000.

Anatomia systemica - Central nervous system. In: F.-F. C. O. A. Terminology (Ed.). Terminologia anatomica - International anatomical terminology. Stuttgart, Germany: Thieme Medical Publishers, 2000. Anatomia systemica - Central nervous system, p.302

Angelelli, P., M. De Luca, *et al.* Contrast sensitivity loss in the neglected hemifield. Cortex, v.34, n.1, Feb, p.139-45. 1998.

Aston-Jones, G. S., R. Desimone, *et al.* Attention. In: M. Zigmond, F. E. Bloom, *et al.* (Ed.). Fundamental Neuroscience: Academic Press, 1999. Attention, p.1385-1409

Banich, M. T. e A. Belger. Interhemispheric interaction: how do the hemispheres divide and conquer a task? Cortex, v.26, n.1, Mar, p.77-94. 1990.

Bartolomeo, P. e S. Chokron. Left unilateral neglect or right hyperattention? Neurology, v.53, n.9, p.2023-2027. 1999.

_____. Orienting of attention in left unilateral neglect. Neurosci Biobehav Rev, v.26, n.2, Mar, p.217-34. 2002.

Bartolomeo, P., C. Decaix, *et al.* The phenomenology of endogenous orienting. Conscious Cogn, v.16, n.1, Mar, p.144-61. 2007.

Bartolomeo, P., M. Thiebaut De Schotten, *et al.* Left unilateral neglect as a disconnection syndrome. Cereb Cortex, v.17, n.11, Nov, p.2479-90. 2007.

Battelli, L., P. Cavanagh, *et al.* Bilateral deficits of transient visual attention in right parietal patients. Brain, v.126, p.2164-2174. 2003.

Bear, M. F., B. W. Connors, *et al.* Atenção. Porto Alegre, RS: Artmed. 2008a. 643 - 659 p. (Neurociências - Desvendando o Sistema Nervoso)

_____. O Olho. In: M. F. Bear, B. W. Connors, *et al.* (Ed.). Neurociências - Desvendando o Sistema Nervoso. Porto Alegre, RS: Artmed, 2008b. O Olho, p.277 - 308

Bloom, J. S. e G. W. Hynd. The role of the corpus callosum in interhemispheric transfer of information: excitation or inhibition? Neuropsychol Rev, v.15, n.2, Jun, p.59-71. 2005.

Bonneh, Y. S., D. Sagi, *et al.* When they see, they see it almost right: normal subjective experience of detected stimuli in spatial neglect. Neurosci Lett, v.446, n.1, Nov 28, p.51-5. 2008.

- Butler, R. W., D. R. Copeland, *et al.* A multicenter, randomized clinical trial of a cognitive remediation program for childhood survivors of a pediatric malignancy. J Consult Clin Psychol, v.76, n.3, Jun, p.367-78. 2008.
- Butler, R. W., O. J. Sahler, *et al.* Interventions to improve neuropsychological functioning in childhood cancer survivors. Dev Disabil Res Rev, v.14, n.3, p.251-8. 2008.
- Buxbaum, L. J., M. K. Ferraro, *et al.* Hemispatial neglect: Subtypes, neuroanatomy, and disability. Neurology, v.62, n.5, Mar 9, p.749-56. 2004.
- Cameron, E. L., J. C. Tai, *et al.* Covert attention affects the psychometric function of contrast sensitivity. Vision Res, v.42, n.8, Apr, p.949-67. 2002.
- Campos, A. D., A. M. G. D. Santos, *et al.* A consciência como fruto da evolução e do funcionamento do sistema nervoso. Psicologia USP, v.8, n.2, p.181-226. 1997.
- Carrasco, M. Covert attention increases contrast sensitivity: Psychophysical, neurophysiological and neuroimaging studies. Prog Brain Res, v.154, p.33-70. 2006.
- Carrasco, M., D. L. Evert, *et al.* The eccentricity effect: target eccentricity affects performance on conjunction searches. Percept Psychophys, v.57, n.8, Nov, p.1241-61. 1995.
- Carrasco, M., S. Ling, *et al.* Attention alters appearance. Nat Neurosci, v.7, n.3, Mar, p.308-13. 2004.
- Carrasco, M., C. P. Talgar, *et al.* Characterizing visual performance fields: effects of transient covert attention, spatial frequency, eccentricity, task and set size. Spat Vis, v.15, n.1, p.61-75. 2001.
- Carrasco, M. e Y. Yeshurun. Covert attention effects on spatial resolution. Prog Brain Res, v.176, p.65-86. 2009.
- Castiello, U. e M. Paine. Effects of left parietal injury on covert orienting of attention. J Neurol Neurosurg Psychiatry, v.72, n.1, Jan, p.73-6. 2002.
- Chiba, Y., A. Yamaguchi, *et al.* A simple method to dissociate sensory-attentional and motor-intentional biases in unilateral visual neglect. Brain Cogn, v.58, n.3, Aug, p.269-73. 2005.
- Ciaramitaro, V. M., E. L. Cameron, *et al.* Stimulus probability directs spatial attention: an enhancement of sensitivity in humans and monkeys. Vision Res, v.41, n.1, Jan, p.57-75. 2001.
- Connolly, M. e D. Van Essen. The representation of the visual field in parvocellular and magnocellular layers of the lateral geniculate nucleus in the macaque monkey. J Comp Neurol, v.226, n.4, Jul 10, p.544-64. 1984.
- Cook, N. D. Homotopic callosal inhibition. Brain Lang, v.23, n.1, Sep, p.116-25. 1984.

Corbetta, M., M. J. Kincade, *et al.* Neural basis and recovery of spatial attention deficits in spatial neglect. Nat Neurosci, v.8, n.11, Nov, p.1603-10. 2005.

Corbetta, M. e G. L. Shulman. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. Nature Review Neuroscience, v.3, p.215-229. 2002.

Costa, M. F. Psicofísica clínica: ciência básica e sua aplicação na saúde. Revista Psicologia e Saúde, v.2, n.1, p.50-55. 2010.

Costa, M. F. D. Avaliação visual de sujeitos com prejuízo na leitura: contribuições da psicofísica visual. Neurociências, v.5, n.2, p.103-108. 2009.

Coull, J. T. Neural correlates of attention and arousal: insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology. Prog Neurobiol, v.55, n.4, Jul, p.343-61. 1998.

Culham, J. C. e K. F. Valyear. Human parietal cortex in action. Curr Opin Neurobiol, v.16, n.2, Apr, p.205-12. 2006.

Curcio, C. A. e K. A. Allen. Topography of ganglion cells in human retina. J Comp Neurol, v.300, n.1, Oct 1, p.5-25. 1990.

Deouell, L. Y., Y. Sacher, *et al.* Assessment of spatial attention after brain damage with a dynamic reaction time test. J Int Neuropsychol Soc, v.11, n.6, Oct, p.697-707. 2005.

Di Pellegrino, G. e E. De Renzi. An experimental investigation on the nature of extinction. Neuropsychologia, v.33, n.2, Feb, p.153-70. 1995.

Drain, M. e P. A. Reuter-Lorenz. Vertical orienting control: evidence for attentional bias and "neglect" in the intact brain. J Exp Psychol Gen, v.125, n.2, Jun, p.139-58. 1996.

Duncan, J., C. Bundesen, *et al.* Systematic analysis of deficits in visual attention. Journal of Experimental Psychol Gen., v.128, n.4, p.450-478. 1999.

Felleman, D. J. e D. C. Van Essen. Distributed hierarchical processing in the primate cerebral cortex. Cereb Cortex, v.1, n.1, Jan-Feb, p.1-47. 1991.

Foster, P. S., V. Drago, *et al.* Emotional influences on spatial attention. Neuropsychology, v.22, n.1, Jan, p.127-35. 2008.

Fuller, S., R. Z. Rodriguez, *et al.* Apparent contrast differs across the vertical meridian: visual and attentional factors. J Vis, v.8, n.1, p.16 1-16. 2008.

Gainotti, G. Lateralization of brain mechanisms underlying automatic and controlled forms of spatial orienting of attention. Neurosci Biobehav Rev, v.20, n.4, Winter, p.617-22. 1996.

Gainotti, G., P. D'Erme, *et al.* Early orientation of attention toward the half space ipsilateral to the lesion in patients with unilateral brain damage. J Neurol Neurosurg Psychiatry, v.54, n.12, Dec, p.1082-9. 1991.

Gardner, E. P. e J. H. Martin. Coding of sensory information. In: E. R. Kandel, J. H. Schwartz, *et al* (Ed.). Principles of Neural Science: McGraw-Hill, 2000. Coding of sensory information, p.411-429

Gazzaniga, M. S., R. B. Ivry, *et al.* Atenção seletiva e orientação. In: M. S. Gazzaniga, R. B. Ivry, *et al* (Ed.). Neurociência Cognitiva - A Biologia da Mente. Porto Alegre, RS: Artmed, 2006a. Atenção seletiva e orientação, p.262-318

_____. Lateralização e Especialização Cerebral. In: M. S. Gazzaniga, R. B. Ivry, *et al* (Ed.). Neurociência Cognitiva - A biologia da mente. São Paulo, SP: Artmed, 2006b. Lateralização e Especialização Cerebral, p.418-462

Geeraerts, S., C. Lafosse, *et al.* Asynchronous stimulus presentation in visual extinction: A psychophysical study. J Neuropsychol, v.4, n.Pt 2, Sep, p.167-79. 2010.

Gescheider, G. A., J. M. Thorpe, *et al.* The effects of skin temperature on the detection and discrimination of tactile stimulation. Somatosens Mot Res, v.14, n.3, p.181-8. 1997.

Goodale, M. A., D. A. Westwood, *et al.* Two distinct modes of control for object-directed action. Prog Brain Res, v.144, p.131-144. 2004.

Halligan, P. W. e J. C. Marshall. Is neglect (only) lateral? A quadrant analysis of line cancellation. J Clin Exp Neuropsychol, v.11, n.6, Dec, p.793-8. 1989.

He, S., P. Cavanagh, *et al.* Attentional resolution and the locus of visual awareness. Nature, v.383, n.6598, Sep 26, p.334-7. 1996.

Heilman, K. M., D. Bowers, *et al.* Directional hypokinesia: prolonged reaction times for leftward movements in patients with right hemisphere lesions and neglect. Neurology, v.35, n.6, Jun, p.855-9. 1985.

Heilman, K. M. e T. Van Den Abell. Right hemisphere dominance for attention: the mechanism underlying hemispheric asymmetries of inattention (neglect). Neurology, v.30, n.3, p.327-330. 1980.

Helene, A. F. e G. F. Xavier. [Building attention from memory]. Rev Bras Psiquiatr, v.25 Suppl 2, Dec, p.12-20. 2003.

Husain, M., J. B. Mattingley, *et al.* Distinguishing sensory and motor biases in parietal and frontal neglect. Brain, v.123 (Pt 8), Aug, p.1643-59. 2000.

Husain, M. e P. Nachev. Space and the parietal cortex. Trends Cogn Sci, v.11, n.1, Jan, p.30-6. 2007.

Husain, M. e C. Rorden. Non-spatially lateralized mechanism in hemispatial neglect. Nature Reviews Neuroscience, v.4, p.26-36. 2003.

Juola, J. F., D. G. Bouwhuis, *et al.* Control of attention around the fovea. J Exp Psychol Hum Percept Perform, v.17, n.1, Feb, p.125-41. 1991.

Kaernbach, C. Adaptive threshold estimation with unforced-choice tasks. Percept Psychophys, v.63, n.8, Nov, p.1377-88. 2001.

Kaplan, R. F., M. Verfaellie, *et al.* Effects of changes in stimulus contingency on visual extinction. Neurology, v.40, n.8, Aug, p.1299-301. 1990.

Katz, N., A. Hartman-Maeir, *et al.* Functional disability and rehabilitation outcome in right hemisphere damaged patients with and without unilateral spatial neglect. Arch Phys Med Rehabil, v.80, n.4, Apr, p.379-84. 1999.

Kerkhoff, G. Spatial hemineglect in humans. Prog Neurobiol, v.63, n.1, Jan, p.1-27. 2001.

Kinsbourne, M. A model for the mechanism of unilateral neglect of space. Trans Am Neurol Assoc, v.95, p.143-6. 1970.

_____. Hemi-neglect and hemisphere rivalry. Adv Neurol, v.18, p.41-9. 1977.

_____. Hemispheric specialization and the growth of human understanding. Am Psychol, v.37, n.4, Apr, p.411-20. 1982.

Koch, G., M. Oliveri, *et al.* Hyperexcitability of parietal-motor functional connections in the intact left-hemisphere of patients with neglect. Brain, v.131, n.Pt 12, Dec, p.3147-55. 2008.

Ladavas, E., M. Carletti, *et al.* Automatic and voluntary orienting of attention in patients with visual neglect: horizontal and vertical dimensions. Neuropsychologia, v.32, n.10, Oct, p.1195-208. 1994.

Leek, M. R. Adaptive procedures in psychophysical research. Percept Psychophys, v.63, n.8, Nov, p.1279-92. 2001.

Levine, M. W. e J. J. Mcanany. The relative capabilities of the upper and lower visual hemifields. Vision Res, v.45, n.21, Oct, p.2820-30. 2005.

Lezak, M. D., D. B. Howieson, *et al.* A Compendium of Tests and Assesment Techniques: Perception. In: M. D. Lezak, D. B. Howieson, *et al.* (Ed.). Neuropsychological Assesment. New York: Oxford University Press, 2004. A Compendium of Tests and Assesment Techniques: Perception, p.375-402

Liu, T., D. J. Heeger, *et al.* Neural correlates of the visual vertical meridian asymmetry. J Vis, v.6, n.11, p.1294-306. 2006.

Lopes, M. A., H. P. Ferreira, *et al.* Screening tests are not enough to detect hemineglect. Arq Neuropsiquiatr, v.65, n.4B, Dec, p.1192-5. 2007.

Losier, B. J. e R. M. Klein. A review of the evidence for a disengage deficit following parietal lobe damage. Neurosci Biobehav Rev, v.25, n.1, Jan, p.1-13. 2001.

Luck, S. J. e S. P. Vecera. Attention. In: (Ed.). Steven's Handbook of Experimental Psychology. New York: New York: Wiley, v.1, 2002. Attention, p.235-286

Macaluso, E. e F. Patria. Spatial re-orienting of visual attention along the horizontal or the vertical axis. Exp Brain Res, v.180, n.1, Jun, p.23-34. 2007.

Mäder-Joaquim, M. J. O neuropsicólogo e seu paciente: introdução aos princípios de avaliação neuropsicológica. In: L. F. Malloy-Diniz, D. Fuentes, *et al* (Ed.). Avaliação Neuropsicológica. Porto Alegre, RS: Artmed, 2010. O neuropsicólogo e seu paciente: introdução aos princípios de avaliação neuropsicológica, p.46 - 57

Malhotra, P., E. J. Coulthard, *et al.* Role of right posterior parietal cortex in maintaining attention to spatial locations over time. Brain, v.132, p.645-660. 2009.

Malloy-Diniz, L. F., J. J. D. Paula, *et al.* Exame das Funções Executivas. In: L. F. Malloy-Diniz, D. Fuentes, *et al* (Ed.). Avaliação Neuropsicológica: Artmed Editora, 2010. Exame das Funções Executivas, p.94-113

Mattingley, J. B., M. Husain, *et al.* Motor role of human inferior parietal lobe revealed in unilateral neglect patients. Nature, v.392, n.6672, Mar 12, p.179-82. 1998.

Mccormick, P. A. Orienting attention without awareness. J Exp Psychol Hum Percept Perform, v.23, n.1, Feb, p.168-80. 1997.

Mennemeier, M., E. Wertman, *et al.* Neglect of near peripersonal space. Evidence for multidirectional attentional systems in humans. Brain, v.115 Pt 1, Feb, p.37-50. 1992.

Mesulam, M.-M. Attentional Networks, Confusional States, and Neglect Syndromes. In: M.-M. Mesulam (Ed.). Principles of Behavioral and Cognitive Neurology. New York: Oxford University Press, 2000. Attentional Networks, Confusional States, and Neglect Syndromes, p.174-256

Mishkin, M., L. G. Ungerleider, *et al.* Object vision and spatial vision: two cortical pathway. Trends in Neurosciences, v.6, p.414-417. 1983.

Montiel, J. M. e A. G. S. Capovilla. Avaliação da Atenção: Teste de Atenção por Cancelamento. In: A. G. S. Capovilla e F. C. Capovilla (Ed.). Teoria e Pesquisa em Avaliação Neuropsicológica: Memnon Edições Científicas 2007. Avaliação da Atenção: Teste de Atenção por Cancelamento, p.114-124

Nahas, T. R. e G. F. Xavier. Atenção. In: V. M. Andrade, F. H. D. Santos, *et al* (Ed.). Neuropsicologia Hoje. São Paulo: Artes Médicas, 2004a. Atenção

_____. Neurobiologia da atenção visual. In: V. M. Andrade, F. H. Santos, *et al* (Ed.). Neuropsicologia hoje. São Paulo: Editora Artes Médicas, 2004b. Neurobiologia da atenção visual

_____. Atenção: Mecanismos e Desenvolvimento. In: C. B. D. Mello, M. C. Miranda, *et al* (Ed.). Neuropsicologia do Desenvolvimento: Conceitos e Abordagens. São Paulo: Memnon, 2005. Atenção: Mecanismos e Desenvolvimento, p.46-73

Neto, E. Implementação de testes de avaliação visual. Instituto Biomédico de Investigação de Luz e Imagem. Coimbra, p.1-87. 2007

Norton, T. T. e D. A. Corliss. Principles of psychophysical measurement. In: T. T. Norton, J. E. Bailey, *et al* (Ed.). Psychophysical Measurement of Visual Function [S.I.]: Elsevier Science 2002. Principles of psychophysical measurement, p.1-34

Nyffeler, T., D. Cazzoli, *et al*. One session of repeated parietal theta burst stimulation trains induces long-lasting improvement of visual neglect. Stroke, v.40, n.8, Aug, p.2791-6. 2009.

Nys, G. M., P. Santens, *et al*. Horizontal and vertical attentional orienting in Parkinson's disease. Brain Cogn, Aug 27.

Nys, G. M. S., P. Santens, *et al*. Horizontal and vertical attentional orienting in Parkinson's disease. Brain and Cognition, v.74, n.3, Dec, p.179-85. 2010.

Perry, V. H. e A. Cowey. The ganglion cell and cone distributions in the monkey's retina: implications for central magnification factors. Vision Res, v.25, n.12, p.1795-810. 1985.

Pitzalis, S., D. Spinelli, *et al*. Vertical neglect: behavioral and electrophysiological data. Cortex, v.33, n.4, Dec, p.679-88. 1997.

Posner, M. I. Orienting of attention. Q J Exp Psychol, v.32, n.1, Feb, p.3-25. 1980.

_____. Structures and functions of selective attention. In: M. Dennis, T. J. Boll, *et al* (Ed.). Clinical Neuropsychology and Brain Function: research, Measurement and Practice. Washington D.C.: American Psychological Association, 1988. Structures and functions of selective attention, p.171-202

Posner, M. I. e M. E. Raichle. Images of Mind. New York: Scientific American Library. 1994. 154-179 p.

Posner, M. I. e M. K. Rothbart. Attentional Regulation: from mechanism to culture. In: P. Bertelson, P. Eelan, *et al* (Ed.). International Perspectives on Psychology Science: leading themes. United Kingdom: Psychology Press Ltd, v.1, 1994. Attentional Regulation: from mechanism to culture, p.41-55

Posner, M. I., C. R. Snyder, *et al*. Attention and the detection of signals. J Exp Psychol, v.109, n.2, Jun, p.160-74. 1980.

Posner, M. I., J. A. Walker, *et al.* Effects of parietal injury on covert orienting of attention. J Neurosci, v.4, n.7, Jul, p.1863-74. 1984.

Rhoton, A. L. Compartimento intracraniano supratentorial: anatomia microcirúrgica e acessos cirúrgicos: Cérebro. In: (Ed.). Crânio: Anatomia e Acessos Cirúrgicos. Rio de Janeiro, RJ: DiLivros Editora, 2009. Compartimento intracraniano supratentorial: anatomia microcirúrgica e acessos cirúrgicos: Cérebro, p.35-87

Riddoch, M. J., S. J. Rappaport, *et al.* Extinction: a window into attentional competition. Prog Brain Res, v.176, p.149-59. 2009.

Rios-Lago, M., J. M. Munoz-Cespedes, *et al.* [Attentional impairment after traumatic brain injury: assessment and rehabilitation]. Rev Neurol, v.44, n.5, Mar 1-15, p.291-7. 2007.

Ristic, J., C. K. Friesen, *et al.* Are eyes special? It depends on how you look at it. Psychon Bull Rev, v.9, n.3, Sep, p.507-13. 2002.

Ristic, J. e A. Kingstone. Attention to arrows: pointing to a new direction. Q J Exp Psychol (Colchester), v.59, n.11, Nov, p.1921-30. 2006.

Rizzolatti, G. e M. Matelli. Two different streams form the dorsal visual system: anatomy and functions. Experimental Brain Research, v.153, p.146-157. 2003.

Rossini, J. C. e C. A. Galera. Focalização da atenção visual. Psicol. Reflex. Crit., v.23, n.1, p.153 - 160. 2010.

Rubin, N., K. Nakayama, *et al.* Enhanced perception of illusory contours in the lower versus upper visual hemifields. Science, v.271, n.5249, Feb 2, p.651-3. 1996.

Rueckert, L. e J. Grafman. Sustained attention deficits in patients with lesions of posterior cortex. Neuropsychologia, v.36, p.653-660. 1998.

Sanders, A. F. e R. Brück. The effect of presentation time on the size of the visual lobe. Bulletin of Psychonomic Society, v.29, n.3, p.206 - 208. 1991.

Sapir, A., J. B. Kaplan, *et al.* Anatomical correlates of directional hypokinesia in patients with hemispatial neglect. J Neurosci, v.27, n.15, Apr 11, p.4045-51. 2007.

Shelton, P. A., D. Bowers, *et al.* Peripersonal and vertical neglect. Brain, v.113 (Pt 1), Feb, p.191-205. 1990.

Simon, J. R. e A. P. Rudell. Auditory S-R compatibility: the effect of an irrelevant cue on information processing. J Appl Psychol, v.51, n.3, Jun, p.300-4. 1967.

Smania, N., M. C. Martini, *et al.* The spatial distribution of visual attention in hemineglect and extinction patients. Brain, v.121 (Pt 9), Sep, p.1759-70. 1998.

_____. Input and response determinants of visual extinction: a case study. Cortex, v.32, n.4, Dec, p.567-91. 1996.

Talgar, C. P. e M. Carrasco. Vertical meridian asymmetry in spatial resolution: visual and attentional factors. Psychon Bull Rev, v.9, n.4, Dec, p.714-22. 2002.

Tootell, R. B., E. Switkes, *et al.* Functional anatomy of macaque striate cortex. II. Retinotopic organization. J Neurosci, v.8, n.5, May, p.1531-68. 1988.

Treutwein, B. Adaptive psychophysical procedures. Vision Res, v.35, n.17, Sep, p.2503-22. 1995.

Tsaousides, T. e W. A. Gordon. Cognitive rehabilitation following traumatic brain injury: assessment to treatment. Mt Sinai J Med, v.76, n.2, Apr, p.173-81. 2009.

Tucker, D. M. Lateral brain function, emotion, and conceptualization. Psychol Bull, v.89, n.1, Jan, p.19-46. 1981.

Vallar, G. Extrapersonal visual unilateral spatial neglect and its neuroanatomy. Neuroimage, v.14, n.1 Pt 2, Jul, p.S52-8. 2001.

Verdon, V., S. Schwartz, *et al.* Neuroanatomy of hemispatial neglect and its functional components: a study using voxel-based lesion-symptom mapping. Brain, v.133, n.Pt 3, Mar, p.880-94. 2010.

Vuilleumier, P. O. e R. D. Rafal. A systematic study of visual extinction. Between- and within-field deficits of attention in hemispatial neglect. Brain, v.123 (Pt 6), Jun, p.1263-79. 2000.

Xavier, G. F. A modularidade da memória e o sistema nervoso. Psicologia USP, v.4, p.61-115. 1993.

Yeshurun, Y. e M. Carrasco. Attention improves or impairs visual performance by enhancing spatial resolution. Nature, v.396, n.6706, Nov 5, p.72-5. 1998.

Zilles, K. e K. Amunts. Centenary of Brodmann's map--conception and fate. Nat Rev Neurosci, v.11, n.2, Feb, p.139-45. 2010.

Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa intitulado “Orientação da atenção em pacientes portadores de tumor do lobo parietal”. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de grande importância para nós, mas se desistir a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você.

Eu, _____,
residente e domiciliado na _____,
na cidade de _____, Estado _____, portador da cédula
de identidade/RG número _____ e inscrito no CPF/MF sob o
número _____, nascido em ____/____/_____,
abaixo-assinado, concordo de livre e espontânea vontade em participar como
voluntário(a) do projeto de pesquisa intitulado **“Orientação da Atenção em
Pacientes Portadores de Tumor do Lobo Parietal”**. Estou ciente que:

(I) O projeto se faz necessário para que se possa estudar quais os distúrbios de orientação de atenção estão presentes em indivíduos com tumor localizado no lobo parietal do cérebro.

(II) Serão feitos 02 experimentos com duração prevista em média de 01 a 01:30 hora. Os testes consistem em: você irá permanecer sentado à frente de uma mesa, sobre a qual apoiará os braços, com o queixo e a testa apoiados sobre um “descanso” na mesa, diante de uma tela de monitor de vídeo; sua tarefa consistirá em manter sempre o olhar numa pequena cruz no primeiro experimento, e em um quadrado no centro da tela, no outro experimento, e pressionar o mais rápido possível uma tecla de um dispositivo para respostas quando aparecer um “estímulo” visual (um ponto luminoso) na tela, sem mover os olhos da tela. Para evitar qualquer cansaço físico, entre os testes poderá haver um pequeno intervalo.

(III) Não correrei nenhum risco ou desconforto durante a realização dos experimentos.

(IV) Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a minha participação neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação.

(V) A desistência não causará nenhum prejuízo ao meu tratamento ou ao meu acompanhamento ambulatorial neste hospital.

(VI) Os resultados obtidos durante este projeto de pesquisa serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

(VII) Caso eu desejar, poderei pessoalmente ter acesso aos resultados e às conclusões do presente estudo (assinale com um X abaixo):

Desejo conhecer os resultados da pesquisa

Não desejo conhecer os resultados da pesquisa

Declaro que li e entendi integralmente todas as informações contidas neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido acerca da referida pesquisa. Declaro que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas. Declaro que recebi uma cópia integral deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Barretos, de de 20____

Voluntário: _____

Telefone para contato: () _____

Testemunha 1: _____

(Nome/RG/Telefone)

Testemunha 2: _____

(Nome/RG/Telefone)

Pesquisador responsável pelo projeto: _____

Dr. Carlos Roberto de Almeida Jr.

CRM 108524

Email: cralmeidajr@uol.com.br

Telefone de contato: (17) 33216600

Hospital de Câncer de Barretos

Comitê de Ética em Pesquisa - Hospital de Câncer de Barretos (Dr. Renato José
Affonso Junior – Tel. 17 33216600 – ramal: 6894)

Apêndice B – Ficha de avaliação clínica e radiológica**Ficha de Avaliação Clínica e Radiológica**

ETIQUETA de Identificação do paciente
--

I) Identificação

Nome completo: _____

Sexo: M () F ()

Registro hospitalar: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Profissão: _____

Naturalidade: _____

Procedência: _____

Grau de instrução: _____

Data de primeira consulta: ____/____/____

II) Antecedentes pessoais:

- | | | |
|------|---|---|
| i. | Hipertensão arterial? | S (<input type="checkbox"/>) N (<input type="checkbox"/>) |
| | a. Se sim: controlada? | S (<input type="checkbox"/>) N (<input type="checkbox"/>) |
| ii. | Diabetes? | S (<input type="checkbox"/>) N (<input type="checkbox"/>) |
| | a. Se sim: controlado? | S (<input type="checkbox"/>) N (<input type="checkbox"/>) |
| iii. | Tem história de trauma moderado ou grave? | S (<input type="checkbox"/>) N (<input type="checkbox"/>) |
| iv. | Antecedentes de doença neurológica? | S (<input type="checkbox"/>) N (<input type="checkbox"/>) |
| | a. Se sim: usa medicação específica? | S (<input type="checkbox"/>) N (<input type="checkbox"/>) |
| v. | Antecedentes de doenças oftalmológicas? | S (<input type="checkbox"/>) N (<input type="checkbox"/>) |
| vi. | Antecedentes de doença psiquiátrica? | S (<input type="checkbox"/>) N (<input type="checkbox"/>) |
| | a. Se sim: usa medicação específica? | S (<input type="checkbox"/>) N (<input type="checkbox"/>) |

- vii. Usa medicamento antidepressivo? S () N ()
- viii. Usa medicamento ansiolítico? S () N ()
- ix. Etilismo? S () N ()
- a. Se sim: tipo/freqüência/quantidade: _____
- x. Uso de drogas ilícitas? S () N ()
- xi. Fez algum tratamento de quimioterapia? S () N ()
- xii. Fez algum tratamento de radioterapia craniana? S () N ()
- xiii. Fez alguma cirurgia no cérebro? S () N ()
- xiv. Fez alguma cirurgia no olho? S () N ()

III) Dados de exame físico neurológico:

- a) Alterações do nível de consciência? S () N ()
- b) Alterações do conteúdo de consciência? S () N ()
- c) Alteração de comportamento? S () N ()
- d) Déficit motor? S () N ()
- e) Déficit sensitivo? S () N ()
- f) Distúrbio de movimento? S () N ()
- g) Alterações de linguagem? S () N ()
- h) Negligência? S () N ()
- i) Alteração de nervos cranianos? S () N ()
- j) Distúrbios de coordenação axial/apendicular? S () N ()
- k) Alterações de motricidade ocular? S () N ()
- l) Alterações à prova de confrontação visual? S () N ()
- m) Alterações cognitivas? S () N ()

IV) Exame complementar de imagem: Ressonância Magnética Nucleara) Tamanho da lesão:

Menor que 2 cm ()

Entre 2 - 4 cm ()

Entre 4 - 6 cm ()

Maior que 6 cm ()

b) Limites:

Precisos ()

Imprecisos ()

c) Delimitação anatômica:

Lóbulo parietal superior ()

Lóbulo parietal inferior ()

Junção têmporo-parietal ()

Junção parieto-occipital ()

Giro pós-central ()

d) Hidrocefalia:

Sim ()

Não ()

e) Outras anormalidades: _____

Anexo – Aprovação do Comitê de Ética do Hospital de Câncer de Barretos

