ANAIS



Curso em Neurociência da Visão:

Fundamentos
Desenvolvimento
Estimulação e
Reabilitação Visual

volume III

2023/2024

USP 90 ANOS 1934 2024

Hospital Universitário HU USP

PRCEU pró-reitoria de cultura e extensão universitária



Curso em Neurociência da Visão:

Fundamentos, Desenvolvimento Estimulação e Reabilitação Visual

2023/2024

Coordenação

Marcelo Fernandes Costa

USP 90 ANOS 1934 2024

Hospital Universitário USP

PRCEU pró-reitoria de cultura e extensão universitária

Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e a autoria mediante expressa autorização dos autores e/ou organizadores. Os autores são exclusivamente responsáveis pelas ideias, conceitos, citações e imagens apresentadas neste livro.

Coordenação
Marcelo Fernandes Costa

Revisão
Marcelo Fernandes Costa
Leonardo Dutra Henriques

Assessoria administrativa e acadêmica e Organização Editoral
Elaine Cristina Clemens Torres

Normatização e Representação Temática
Lenise Clemens Torres - CRB 8/10652

C838

Costa, Marcelo Fernandes. Henriques, Leonardo Dutra. -
Anais do curso Neurociências da Visão: fundamentos, desenvolvimento, estimulação e reabilitação visual, v.3 / vários autores; coord. Marcelo Fernandes Costa. Leonardo Henriques Dutra – 1. Ed. – São Paulo, SP, 2022.

Recurso digital: il..
Modo de acesso: World Wide Web.
ISBN 978-65-01-67771-2

1. Neurociências – Estudo e ensino 2. Visão – Estudo e ensino. 3. Reabilitação Visual. 4. Desenvolvimento Perceptual.
I. Costa, Marcelo Fernandes, coord. II. Dutra, Leonardo Henriques. III. Universidade de São Paulo IV. Título
CDD 612.84

Declaração Dos Autores

Os autores desta obra:

1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado;
2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.;
3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos;
4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas;
5. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
Revisão sistemática sobre Movimentos oculares e tratamento para Síndrome de Neve Visual (Vision SnowSyndrome, VSS) Daniela Yoshida, Maria Marlene Alves Araújo, Jailzo Maciel	12
Amplitudes Vergenciais: sua Influência na Leitura Paula Cristina dos Santos Barluda	26
Acuidade Estereoscópica na Senilidade Andrea Pulchinelli Ferrari, Linda Alves Costa Araújo	30
Alucinações Visuais na Baixa Visão: Revisão Integrativa da Síndrome de Charles Bonnet Sheila Prates	34
Estratégias para Reabilitação dos Déficits Adquiridos de Campo visual após AVC Bernardo Amarante de Lara	42
Implicações do Processamento Visual na Linguagem – Revisão Sistemática Alexandre de Paula Sampaio, Elaine Silva Bezerra, Maria Aparecida Cormedi, Paula Mello Pereira Passos	50
Identificação dos riscos da Deficiência Visual Cortical nas crianças com paralisia cerebral Elem Pereira Gomes, Livia Cristina Xavier Soares Avellar	60
Os efeitos da neuroplasticidade no tratamento tardio da ambliopia: uma revisão sistemática Tarciana de Souza Soares	70

SUMÁRIO

Successful Orthoptic Therapy for a Case of Accommodation Disorder and Convergence Spasm Nélide Catach, Mariza Polati	81
Revisão Sistemática sobre Análise da Visão Funcional em Individuos com Transtorno do Espectro autista Márcia Baêta da Silva, Stéphanie Bruno Paroni	93
Influência do Comprimento Axial do Olho na Resposta ao Tratamento Cirúrgico de Esotropias Ana Luiza Baldissera Casagrande Medeiros, Micheli Pofahl de Araújo Bomfim	114
Aspectos subjacentes ao crowding visual em que implica esse fenômeno Maria Amélia Marques Franco	125
Tratamento Dicóptico para Ambliopia: Uma Revisão Sistemática Iracema Moreira dos Santos, Rita Helena Vallinoto Araújo	138
Relação da Dislexia e Processamento visual em crianças: Revisão Narrativa Angélica Tambosi , Camilla Freitas, Cíntia Bezerra, Jamile Dórea	148
Impactos do uso de máscaras no reconhecimento facial e de expressões durante a pandemia por COVID-19. Revisão Sistemática Luana da Silva Leal	155
Métodos de Reabilitação na Dislexia de Desenvolvimento que Incluem Percepção Visual: uma Revisão Sistemática Ediluce Oliveira Fernandes, Sandra Cayres Naufal	169
Prematuridade e Visão Alessandra Bezerra de Souza	180

SUMÁRIO

Avaliação da visão funcional em indivíduos com deficiência visual uma revisão bibliográfica Graciela Souza Silva	185
Eficácia da Suplementação da Melatonina na Regulação do Ritmo Circadiano em Indivíduos Cegos Daniela Pantaleão Ferreira, Flávia Ligia Silva	194
REVISÕES ANATÔMICAS	210
Visão de Profundidade e Distância: Revisão Narrativa Julio Cesar Brogno	212
Percepção de Faces Paula Emy Kobayashi	218
Vias Visuais Superiores Paula Emy Kobayashi	229
Percepção de Cenas Paula Emy Kobayashi	245
Córtex Visual Primário ou V1 Cícero Lopes	253
Cortex Visual V2 - Revisão Sistemática Antônia Joselita Soares Soriano	257



APRESENTAÇÃO

Marcelo Fernandes Costa

Apresentação

Neste terceiro volume, os trabalhos foram concentrados em artigos de revisão na área da reabilitação visual. Os temas dos artigos continuam diversos e mostram quanto intrigante e profícua é nossa área de neurociências visuais.

A produção de conhecimento disseminada de forma gratuita contribui para manter o nosso compromisso de compartilhamento de conhecimento científico buscando o aprimoramento clínico da reabilitação visual baseado em evidências científicas. Nossa expectativa é de que essa terceira coletânea continue a ser estímulo ao estudo frequente e atualizado pelas práticas profissionais baseadas em evidências científicas e à constante especialização, que são os valores fundamentais de nossa formação.

A pluralidade dos temas abordados da terceira turma ainda reflete a grande variedade de objetos de estudo, assim como a multidisciplinaridade intrínseca a reabilitação e estimulação visual, com temas que passam pelas alterações oftalmológicas e vão até as alterações neurológicas e distúrbios ligados ao desenvolvimento. Infelizmente, as lacunas de conhecimento científico e de práticas baseadas em evidências ainda continuam escassas para estas diversas populações, o que justifica e nos motiva não só na realização de pesquisas, mas também inspira a existência deste curso. A contínua participação de profissionais das mais diversas áreas da saúde e da educação mantém a importância já sinalizada nas primeiras versões.

Continuamos firmes e certos da decisão de tornar estes anais públicos, distribuídos gratuitamente pela página de nosso curso, garantindo que este conhecimento elaborado durante nosso curso continue a ser disseminado socialmente, cumprindo nosso papel de transferir conhecimento básico, aplicado e comunitariamente relevante. Nossos pacientes são os maiores beneficiados.

Estamos muito orgulhosos com esta publicação. Boa Leitura!

Marcelo Fernandes Costa. Ortoptista. Mestre e Doutor em Neurociências e Comportamento pela USP. Pós-Doutor em Neurociências pela Universidade de Coimbra, Portugal. Livre- Docente em Psicologia Sensorial e da Percepção. Coordenador do Laboratório da Visão do Setor de Psicofisíca e Eletrofisiologia Visual Clínica do Instituto de Psicologia da USP.

Leonardo Dutra Henriques. Biólogo. Mestre e Doutor em Neurociências e Comportamento pela USP. Pós-Doutor em Neurociências pela USP. Especialista em Funções Visuais de Primatas e Desenvolvimento de Medidas Visuais Adaptativas no Laboratório da Visão do Setor de Psicofísica e Eletrofisiologia Visual Clínica do Instituto de Psicologia da USP.



Curso em Neurociência da Visão:

Fundamentos, Desenvolvimento Estimulação e Reabilitação Visual

2023/2024

USP 90 ANOS 1934 2024

Hospital Universitário HU USP

PRCEU pró-reitoria de cultura e extensão universitária

Revisão sistemática sobre Movimentos oculares e tratamento para Síndrome de Neve Visual (Vision Snow Syndrome, VSS)

Daniela Yoshida
Maria Marlene Alves Araújo
Jailzo Maciel

Revisão sistemática sobre Movimentos oculares e tratamento para Síndrome de Neve Visual (Vision Snow Syndrome, VSS)

Daniela Yoshida[1], Maria Marlene Alves Araújo[2], Jailzo Maciel[3]

[1] Optometrista, Professora de Optometria na Faculdade RATIO, Fortaleza (CE). Brasil. Email: daniyosh@gmail.com

[2] Optometrista, Professora de Optometria na Faculdade RATIO, Fortaleza (CE). Brasil. Email:marlenealvesopto@gmail.com

[3] Optometrista, Professor de Optometria na Faculdade RATIO, Fortaleza (CE). Brasil. Email: jailzomaciel@gmail.com

Resumo:

Este estudo é uma revisão sistemática sobre a Síndrome de Neve Visual (também conhecida como Visão Granulada ou Visual Snow Síndrome - VSS), com o objetivo de descrever os temas dos principais artigos que relacionam esta patologia com os mais recentes achados. A VSS é uma condição neurológica complexa e rara, descrita como um distúrbio visual persistente de estática em ambos os olhos, que aparece em todo o campo visual, com pontos trêmulos, semelhantes ao ruído de uma televisão analógica. Esta síndrome apresenta disfunções sensoriais, motoras, perceptivas, sintomas visuais e não visuais relacionados com essa condição não detectada a partir de exames oftalmológicos e neurológicos. Estudos apontam a existência de um número restrito de revisões sistemáticas e a necessidade de novos estudos futuros sobre o tema abordado.

Palavras-Chave: Neve Visual, Visão Granulada, Síndrome de Neve Visual, VSS

Introdução

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), no Brasil existem pelo menos 13 milhões de portadores de doenças raras, dentre as mais de 5 mil síndromes raras catalogadas. Uma síndrome rara pouco conhecida é a "*Visual Snow Syndrome*" (VSS) ou Síndrome de Neve Visual, que afeta até 2% da população -estimada em um total de até 4,3 milhões de brasileiros que podem apresentar essa Síndrome - sendo mais comum o aparecimento entre 20 a 50 anos de idade. A VSS é uma condição neurológica sem uma fisiopatologia definida. As mudanças fundamentais na neurofisiologia e na sua estrutura permanecem desconhecidas, apesar dos grandes esforços em pesquisas nos últimos tempos. O termo apareceu na literatura pela primeira vez em 1995 como "*Persistent Positive Visual Phenomena*". (Liu et al., 1995, Schankin et al, 2014; White et al., 2022).

Apenas dez casos haviam sido documentados na literatura até 2014, sendo que aproximadamente 200 casos foram identificados naquele mesmo ano, e a partir de então, um esforço contínuo e conjunto em pesquisas vêm buscando compreender melhor esta condição. (Schankin et al, 2014a; White, 2022). Neste artigo serão apresentados os principais achados sobre essa condição neurológica que está sendo mais pesquisada, principalmente com aparecimento de sintomas e relatos de caso após COVID-19. (Braceros, Asahi & Gallemore, 2021).

A VSS apresenta como principal sintoma a visualização de pontos brancos, pretos, transparentes ou coloridos piscando persistentemente em todo o campo visual como ilustrado na Figura 1, mostrando a visão normal

à esquerda e a visão com Síndrome de Neve Visual à direita (Dodick, 2016; Bou Ghannam & Pelak, 2017).

Outros sintomas da VSS são palinopsia, fenômenos entópticos acentuados, fotopsia, nictalopia (visão noturna prejudicada), insônia, migrânea com aura (dor de cabeça), e os sintomas mais comuns sendo fotofobia e zumbido bilateral contínuo. Este último sintoma é altamente prevalente nesta síndrome, o que sugere uma fisiopatologia comum. (Schankin, 2012; Puledda, 2020; Han, 2023; Brooks et al., 2022).

A enxaqueca aparece como sintoma agravante do fenótipo clínico da síndrome da "neve visual", aumentando a ocorrência de sintomas visuais como: palinopsia, fotopsia, fotofobia, nictalopia e o zumbido. A "neve visual" é um distúrbio visual distinto da aura da enxaqueca, que pode ser incapacitante para os pacientes. A enxaqueca é uma combinação comum com a VSS, embora os tratamentos padrão para enxaqueca sejam frequentemente inúteis.

Lauschke, Plant & Fraser (2016) sugerem que a VSS ocorre devido a um desequilíbrio entre a interação das vias Konio e parvo/ magnocelular que está subjacente à disritmia tálamo-cortical e hiperexcitabilidade cerebral. Isto explica as características associadas de zumbido, enxaqueca e tremor, todos os quais foram considerados como representando disritmias tálamo-corticais. Os mecanismos subjacentes que causam a síndrome da neve visual, embora não totalmente compreendidos, podem estar ligados ao processamento sensorial disfuncional e à excitabilidade alterada do córtex occipital.

Nos últimos três anos, foram conduzidos estudos clínicos e laboratoriais que revelaram uma frequência incomumente alta de déficits oculomotores no VSS. Esses estudos clínicos identificaram que até 60% dos pacientes apresentaram diagnósticos oculomotores comuns, como insuficiência de convergência, insuficiência acomodativa e disfunção oculomotora geral (por exemplo, dismetria sacádica). Felizmente esses problemas oculomotores podem ser tratados com sucesso com terapia visual convencional (Barry et al., 2024).

Metodologia

Este estudo é uma revisão sistemática feita a partir de levantamento bibliográfico, com o objetivo de descrever os mais recentes achados e pesquisas sobre esta patologia. Para as pesquisas sobre o tema escolhido foram utilizadoss BVS, Web of Science, PubMed e Rayyan.

Os descritores (termos livres) utilizados e pesquisados, no período de entre agosto de 2023 e fevereiro de 2024, para a localização das referências foram: "Síndrome de Neve Visual (VSS)"; "Visual Snow" e "treatment" e "eye Movement"; "Visual Snow Syndrome" e "treatment" e "eye Movement"; "Síndrome da neve visual" e "tratamentos" e "movimentos oculares"; "Visão granulada "tratamentos" e "movimentos oculares"; "Neve visual "tratamentos" e "movimentos oculares".

Abaixo são descritos os critérios de inclusão e os critérios de exclusão. Os critérios de inclusão para análise foram:

1. Tipo de publicação: artigos em periódicos.
2. Em qualquer idioma, porém com abstract em inglês, português, espanhol ou francês.
3. Ano de publicação dos artigos: período de 2000 a 2023.
4. Artigos com abstract.

Os critérios de exclusão foram:

1. Artigos sem abstract ou com abstract em outro idioma que não fosse inglês, português, espanhol ou francês.
2. Artigos que estavam duplicados foram excluídos.
3. Artigos que não abordavam diretamente o tema a Síndrome de neve visual da revisão sistemática.

No total, foram encontrados um total de 142 artigos no Rayyan, sendo: 57 artigos no BVS, 49 artigos no Web of Science e 23 artigos no PubMed, como mostrados na tabela 1 a seguir.

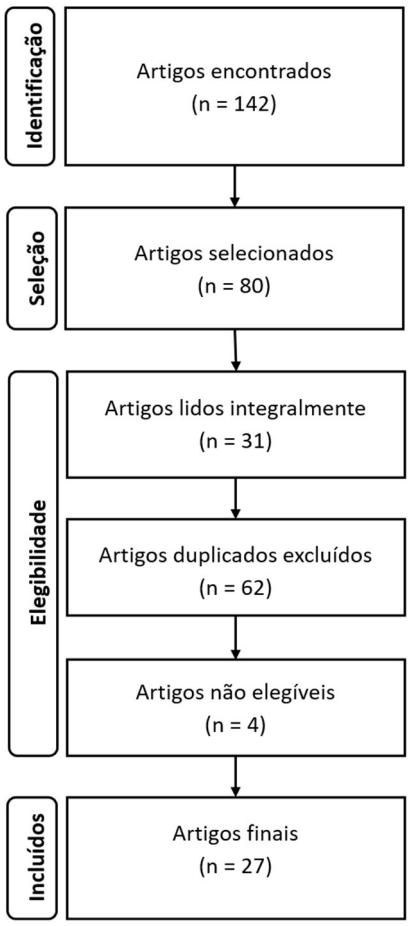
Tabela 1
Seleção inicial de artigos encontrados
Fonte: Os Autores (2024)

BVS	Web of Science	PubMed	Rayyan
57	49	23	142

A seleção dos 142 artigos encontrados foi baseada nos critérios de inclusão e exclusão, sendo que 62 artigos estavam duplicados e, portanto, foram excluídos, restando 80 artigos dos quais foram selecionados 31 artigos lidos integralmente para serem excluídos 4 artigos não elegíveis, segundo os critérios já mencionados. No final, 27 artigos finais foram selecionados neste estudo, como demonstrado no fluxograma a seguir.

A seleção final dos artigos foi realizada concomitante e os conflitos foram resolvidos em consenso pelos três autores deste trabalho, a fim de evitar vieses de pesquisa. Todos os artigos foram lidos pelo menos por 2 autores para chegar à seleção final dos artigos.

Figura 2
Seleção de artigos com os critérios de inclusão e exclusão
Fonte: Os Autores (2024)



Resultados

Os artigos encontrados na literatura foram os seguintes: 5 artigos de revisão sistemática; 1 artigo citando com alterações oculomotoras em VSS; 7 artigos citando migrânea com aura ou migrânea com VSS, 2 artigos citando zumbido e VSS; 1 artigo relacionado com medicação e VSS; 8 artigos sobre fisiopatologia da VSS; 2 artigos citando hiperexcitabilidade cerebral e disritmia talamocortical; e 1 artigo com estudo de caso sobre VSS, como mostrado na figura 2. A neve visual é um fenômeno de origem no sistema nervoso central caracterizado pela percepção de uma imagem com estática visual contínua, sendo um distúrbio visual descrito como "estático", com diagnóstico difícil que requer a exclusão de distúrbios neurológicos e oftalmológicos concorrentes.

A síndrome da neve visual em relação ao zumbido mostra sintomas com a estática é acompanhada por sintomas visuais proeminentes, que muitas vezes ocorrem simultaneamente com enxaqueca, aura e zumbido, o qual foi encontrado em 63% dos pacientes que relatam zumbido bilateral contínuo (Renze, 2017)

Um estudo sobre alterações oculomotoras e VSS mostrou a importância da avaliação de alterações oculomotoras em pacientes com VSS,

uma vez que o total de 77% dos pacientes falhou em pelo menos um entre três testes de oculomotricidade realizados. (Barry et al., 2024).

A fisiopatologia da VSS permanece obscura, com a hipótese de um limiar mais baixo para a percepção de imagens alteradas que não pode explicar inteiramente os sintomas relatados pelos pacientes que apresentam esta síndrome. Vários sinais foram associados ao fenómeno da neve visual: palinopsia (50%), fenômeno entóptico de campo azul constante (40%), fotofobia (30%), enxaqueca (30%); em 20% dos casos foi detectada uma ingestão tóxica inicial (20%). Portanto, oftalmologistas e neurologistas devem ser capazes de diagnosticar VSS, pois um diagnóstico rápido e adequado permite aos pacientes evitar o stress e encurtar o caminho do diagnóstico (Sampatakakis et al, 2022; Zambrowski et al., 2014).

Existe a hipótese de que o mecanismo relacionado ao VSS e a sua fisiopatologia envolve a excitabilidade excessiva dos neurônios no giro lingual direito e no lobo anterior esquerdo do cerebelo, gerando uma disritmia talamocortical a qual pode envolver uma falha na ação inibitória do núcleo reticular talâmico (TRN), e consequentemente a incapacidade de suprimir a informação sensorial excitatória. (Bou Ghannam & Pelak, 2017; Dodick, 2016). O sintoma de tremor não tem sido relatado com frequência na literatura sobre VSS, mas foi observado em 22% da nossa população de pacientes. (Raschke et al.,2016).

A cefaleia foi o sintoma mais frequente encontrado entre os pacientes com VSS, sendo associada ao início ou agravamento do distúrbio visual (36%), enquanto a aura de enxaqueca (sete pacientes) e o consumo de drogas ilícitas (cinco, sem alucinógenos) foram raros. Enxaqueca (59%), enxaqueca com aura (27%), ansiedade e depressão foram comorbidades comuns ao longo do tempo. A suposição de um limiar reduzido para a percepção de imagens entópticas não consegue explicar completamente os sintomas descritos. Diversos sintomas foram associados ao fenômeno da neve visual em diferentes proporções: palinopsia (50%), fenômeno entóptico de campo azul constante (40%), fotofobia (30%), enxaqueca (30%). Em 20% dos casos, foi identificada uma ingestão inicial de substâncias tóxicas. Zambrowski (2014)

Uma opção terapêutica útil no tratamento da neuralgia do trigêmeo refratário foi bem tolerada e eficaz no acompanhamento mesmo após 6 meses depois do tratamento em pacientes com VSS que utilizaram topiramato. Um estudo mostrou que entre os pacientes com VSS, 92% não tiveram resposta à medicação para migraine com aura, sendo que o abuso de substâncias esteve presente em 40% dos pacientes avaliados, com uso de LSD em 5% dos casos estudados (Schankin, 2012).

Estudos controlados maiores, incluindo ensaios comparativos contra agentes estabelecidos como a carbamazepina, são indicados. (Bou Ghannam & Pelak, 2017). um estudo mostrou que entre os pacientes com VSS, 92% não tiveram resposta à medicação. O abuso de substâncias esteve presente em 40% dos pacientes (LSD em 5%). Na ausência de uma indicação farmacêutica secundária, alguns medicamentos não necessariamente resultam em benefícios, e as evidências para seu uso são limitadas (Dodick, 2016; White, 2018). Um estudo de caso mostrou que após o tratamento com lamotrigina, o paciente com VSS não apresentou mais queixas de neve visual, conseguiu dormir e a frequência de enxaqueca diminuiu para 2 crises/mês, melhorando a hiperexcitabilidade cortical, em ressonância magnética (Unal-Cevik & Yildiz, 2015).

Discussão

A Síndrome de Neve visual é um distúrbio com alterações visuais que afetam a capacidade de enxergar de forma clara e nítida, necessitando de um maior número de estudos sistemáticos para descrever suas características clínicas, fisiopatologia e respostas efetivas ao tratamento da patologia, precisam ser iniciados para começar a compreender, principalmente, os

tratamentos relacionado a relacionados a exercícios visuais que utilizam os com movimentos oculares ou tratamentos com medicamentos, uma vez que não foram encontrados estudos conclusivos que possam gerar um tratamento efetivo de cura para a Síndrome de Neve Visual. Neste trabalho foi encontrado apenas um artigo relacionado a movimentos oculares e VSS, e apenas um artigo relacionado a medicamentos e VSS. (Haan J, Sluis P, Sluis LH, Ferrari MD 2000; Schankin et al, 2014; Barry et al., 2024).

A dificuldade de pesquisa entre as doenças raras, principalmente doenças oculares, ocorre pela falta do diagnóstico em pacientes com a síndrome rara, uma vez que essas doenças são descritas com ocorrência de até 65 em cada grupo de 100 mil pessoas, ou seja, 1,3 indivíduos para cada 2 mil pessoas, além do fato de exames neurológicos e oftalmológicos não mostrarem alterações clínicas em pacientes com VSS. (White, 2018; Silva & Puledda, 2023; OMS, 2024).

Estudos mostram que tratamentos optométricos para VSS, incluindo exercícios com movimentos oculares, merecem uma investigação mais aprofundada, uma vez que sugerem o benefício do uso de com filtros coloridos para uso diário, como opção não farmacológica de tratamento para estes pacientes, demonstrando uma melhora na qualidade de vida após 6 e 12 semanas de tratamento NORT (terapia de Reabilitação visual Neuro-Optométrica), melhorando dificuldades de leitura, visão de contrastes, e capacidade de desempenho de tarefas no trabalho em relação aos sintomas antes do tratamento. (Eren & Schankin, 2020, Tsang, 2022; Ciuffreda et al., 2023).

Em relação a medicamentos e VSS, a melhor evidência farmacológica foi a lamotrigina, off-label, existindo relatos de terem sido efetivos medicamentos pelo menos uma vez: Valproato, propranolol, verapamil baclofen, naproxeno e sertralina. Segundo Unal-Cevik & Yildiz (2015), às características da neve visual são acompanhadas de enxaqueca, sendo que a ressonância magnética cerebral revelou flexão occipital esquerda e no estudo PVE (Potencial Visual Evocado), houve resposta de potenciação. Após o tratamento com lamotrigina, o paciente não apresentou mais queixas de neve visual, conseguiu dormir e a frequência de enxaqueca diminuiu para 2 crises/mês, sendo que eletrofisiologicamente, a hiperexcitabilidade cortical melhorou, levando o estudo a concluir que a neve visual e a perda da capacidade de habituação na enxaqueca podem ser melhoradas com o tratamento com lamotrigina.

Como o tratamento farmacológico da síndrome da neve visual é em grande parte ineficaz, o manejo do paciente deve se concentrar na garantia, no diagnóstico diferencial apropriado, na busca de possíveis causas secundárias em casos atípicos e no tratamento ideal das comorbidades associadas, por isso, sintomas visuais e não visuais são apresentados como fatores relevantes para estudos futuros. (Lauschke, Plant & Fraser, 2016).

Um estudo a partir de imagens cerebrais funcionais com ressonância magnética sugere que a Síndrome de Neve Visual é um distúrbio cerebral, onde ocorre um transtorno do processamento visual central e causa a percepção alterada da visão binocular, gerando a percepção das imagens como se fossem pixels em todo o espectro visual. A condição geralmente está constantemente presente, inclusive em sonhos e quando o paciente está de olhos fechados. Não tendo ainda uma cura conhecida, pois tratamentos viáveis ainda estão sendo pesquisados (Schankin, 2015).

O primeiro estudo de caso de sintomas visuais semelhantes a Síndrome de neve visual em um paciente após infecção pela doença coronavírus foi relatado em 2019 (COVID-19). Descobriu-se que ele apresentava uma reação inflamatória leve e sutil transitória no vítreo e edema do nervo óptico que se resolveu, mas a VSS persistiu. A COVID-19 pode precipitar uma resposta autoimune transitória em alguns pacientes com inflamação ocular, bem como sintomas de VSS a longo prazo, trazendo implicações para estudos futuros sobre o tratamento de complicações relacionadas à

COVID-19 e VSS (Braceros, Asahi & Gallemore, 2021).

Segundo Metzler & Robertson (2018), além das terapias farmacológicas, pode haver um papel potencial para óculos de prescrição coloridos individualizados no tratamento da neve visual, porém são necessários mais estudos para comprovar que lentes com filtros realmente podem ajudar estes pacientes.

Entre os artigos encontrados, há um número restrito de estudos sobre VSS e, principalmente, poucas revisões sistemáticas sobre o tema. Quando existem pesquisas desse tipo, os estudos se baseiam em apenas poucas literaturas, apesar de um número crescente de artigos ter sido publicado após 2014.

Considerações Finais

Apesar de o termo Síndrome de Neve Visual ter aparecido pela primeira vez há quase 30 anos, ainda existe um número muito reduzido de literatura sobre VSS e, dentre os estudos encontrados, somente a metade destes trabalhos é baseada em pesquisa científica, nem sempre com uma metodologia adequada, por isso, a síndrome da neve visual ainda está longe de ser totalmente compreendida em relação à sua fisiopatologia, sendo provável um distúrbio do processamento visual.

A literatura mostrou poucos estudos sobre VSS, com número limitado de revisões sistemáticas, de estudos de caso, estudos com alterações oculomotoras; migrânea com aura/ migrânea; zumbido; uso de medicamentos como topiramato, hiperexcitabilidade cerebral/ou disritmia talamocortical e aspectos fisiopatológicos. (Bou Ghannam & Pelak, 2017)

O desafio das condições oculares raras reside na falta de conscientização e compreensão, tanto por parte dos profissionais de saúde quanto do público em geral. Não há ainda tratamento estabelecido para a VSS e os medicamentos usados para tentar tratar a condição incluem lamotrigina, acetazolamida ou verapamil. Embora essa condição rara ainda não tenha cura, as pesquisas e o desenvolvimento de terapias optométricas continuam avançando, oferecendo esperança para manter a qualidade de vida dos portadores e seus familiares. O estudo com 12 participantes com VSS utilizou lentes para ver se um filtro de cor específico melhorava seus sintomas, sendo que 10 desses pacientes sentiram que seus sintomas foram parcialmente aliviados com filtros no espectro amarelo - azul. (Ciuffreda et al., 2023; Metzler & Robertson, 2018).

A VSS é uma síndrome rara e ainda pouco estudada, por isso, muitos profissionais das áreas da saúde como fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, fonoaudiólogos, além de optometristas e oftalmologistas começam a estudar sobre o processamento visual, para entender como estimular ou melhorar a percepção visual de pacientes com condições neurológicas muitas vezes irreversíveis. (Schankin, 2015).

As pesquisas sobre VSS ainda são limitadas pelo seu alto custo, pela falta de financiamento, e pela dificuldade na identificação dos pacientes e diagnóstico dos casos, bem como do acesso restrito a número significativo de pacientes para pesquisas mais confiáveis, por isso há alguns artigos que relatam apenas estudos de casos clínicos. No entanto, avanços na genética e na medicina estão abrindo novas perspectivas para diagnóstico mais preciso e tratamentos direcionados.

Segundo Ciuffreda et al. (2023), instituições sem fins lucrativos voltadas para pesquisa multidisciplinar de VSS estão sendo criadas em diversos países com o objetivo de aumentar a conscientização pública e o acesso a cuidados farmacológicos, optométricos, oftalmológicos e neurológicos especializados que possam desempenhar um papel fundamental no avanço do entendimento e do tratamento dessas doenças oculares que não são comuns.

Em conclusão, a VSS recebeu atenção considerável na última década por médicos e pesquisadores, sendo que duas abordagens iniciais com reabilitação neuro-optométrica beneficiam de forma parcial, a maioria dos

pacientes com essa condição. Estudos mostram o uso de filtros coloridos e procedimentos de movimento ocular para reduzir a percepção da neve visual e alguns dos outros distúrbios visuais relacionados, como a sensibilidade à luz, mostrando melhora subjetiva da visão de contraste. Apesar dos esforços e avanços nas pesquisas ainda são necessários mais estudos no futuro, com alto rigor científico que possam corroborar estes fatos.

Agradecimentos

Agradecemos aos professores: Professor Doutor Marcelo Fernandes da Costa; Professor Leonardo Henriques, Elaine Cristina Clemens Torres e Lenise Clemens Torres no auxílio para elaboração deste estudo.

Declaração de Conflito

Não há interesses de conflito para esta revisão de artigo.

Referências

Barry Tannen, A., Sample, K. J., Ciuffreda, N. M. Tannen. (2024). Clinical reading-related oculomotor assessment in visual snow syndrome. *Journal of Optometry, 17*(2), 100500. Recuperado de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37918058/

Bou Ghannam, A., & Pelak, V. S. (2017). Visual snow: A potential cortical hyperexcitability syndrome. *Current Treatment Options in Neurology, 19*(3), 9. https://doi.org/10.1007/s11940-017-0448-3

Braceros, K. K., Asahi, M. G., & Gallemore, R. P. (2021). Visual Snow-Like Symptoms and Posterior Uveitis following COVID-19 Infection. *Case Reports in Ophthalmology Medicine, 2021*, 6668552. https://doi.org/10.1155/2021/6668552

Brooks, C. J., Chan, Y. M., Fielding, J., White, O. B., Badcock, D. R., & McKendrick, A. M. (2022). A percepção de contraste visual na síndrome da neve visual revela ganho neural anormal, mas não ruído neural. *Cérebro, 145*(4), 1486–1498. https://doi.org/10.1093/brain/awab383

Ciuffreda, K. J., Tannen, B., Rutner, D., & Han, M. E. (2023). Neuro-optometric treatment for visual snow syndrome: Recent advances. *Concussion, 8*(3), CNC110. https://doi.org/10.2217/cnc-2023-0006

De Ridder, D., Vanneste, S., Langguth, B., & Llinas, R. (2015). Thalamocortical dysrhythmia: A theoretical update in tinnitus. *Frontiers in Neurology, 6,* 124.

Dodick, David; Silberstein, Stephen D. (2016). *Migraine*. Oxford University Press. p. 53. ISBN 9780199793617.

Eren, O., & Schankin, C. J. (2020). Insights into pathophysiology and treatment of visual snow syndrome: A systematic review. *Progress in Brain Research, 255,* 311-326. https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2020.05.020

Haan J, Sluis P, Sluis LH, Ferrari MD (2000). Acetazolamide treatment for migraine aura status. Neurology. 55: 1588–1589. Doi:10.1212/wnl.55.10.1588

Han, M. H., et al. (2023). Historical, diagnostic, and chromatic treatment in visual snow syndrome: A retrospective analysis. *Optometry and Vision Science.* Recuperado de https://journals.lww.com/optvissci/Abstract/9900/Historical,_Diagnostic,_and_Chromatic_Treatment_in.109.aspx

Lauschke, J., Plant, G., & Fraser, C. (2016). Visual snow: A thalamocortical dysrhythmia of the visual pathway? *Journal of Clinical Neuroscience, 28*, 123-7.

Licht, J., Ireland, K., & Kay, M. (2017). Visual snow: Clinical correlations and workup: A case series. *ResearchGate*. Larkin Community Hospital.

Liu, G. T., Schatz, N. J., Galetta, S. L., Volpe, N. J., Skobieranda, F., & Kosmorsky, G. S. (1995). Persistent positive visual phenomena in migraine. *Neurology, 45*(4), 664-8. https://doi.org/10.1212/wnl.45.4.664

Metzler, A. I., & Robertson, C. E. (2018). Visual snow syndrome: Proposed criteria, clinical implications, and pathophysiology. *Current Neurology and Neuroscience Reports, 18*(8), 52. https://doi.org/10.1007/s11910-018-0854-2

Michels, L., & Traber, G. R. (2021). Widespread white matter alterations in patients with visual snow syndrome. *Frontiers in Neurology, 12,* 723805. https://doi.org/10.3389/fneur.2021.723805

OMS. Organização Mundial da Saúde. (2024). Diretrizes para a atenção integral às pessoas com doenças raras São Paulo, SP. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_integral_pessoa_doencas_raras_SUS.pdf

Podoll K, Dahlem M, Haas DC. Persistent migraine aura without infarction - a detailed description Arquivado em 27 de setembro de 2007, no Wayback Machine.

Podoll, K., Dahlem, M., & Greene, S. (2012). Persistent migraine aura symptoms aka visual snow. Recuperado de https://web.archive.org/web/20120208104140/http:/www.migraine-aura.org/content/e27891/e27265/e42285/index_en.html

Puledda, Francesca; Schankin, Christoph; Goadsby, Peter J. (2020). "Visual snow syndrome: A clinical and phenotypical description of 1,100 cases". Neurology. 94 (6): e564–e574. doi:10.1212/WNL.0000000000008909. ISSN 0028-3878. PMC 7136068. PMID 31941797.

Puledda, F., & Goadsby, P. J. (2021). Localized increase in regional cerebral perfusion in patients with visual snow syndrome: A pseudo-continuous arterial spin labeling study. *Migraine, 92*(9), 918–926. https://doi.org/10.1136/jnnp-2020-325881

Renze, M. (2017). Síndrome visual da neve e sua relação com o zumbido. *International Tinnitus Journal, 21*(1), 74-75. https://doi.org/10.5935/0946-5448.20170014

Rusztyn, P., Stańska, W., Torbus, A., & Maciejewicz, P. (2023). Visual snow: A review on pathophysiology and treatment. *Journal of Clinical Medicine, 12*(12), 3868. https://doi.org/10.3390/jcm12123868

Sampatakakis, S. N., Lymperopoulos, L., Mavridis, T., Karagiorgis, G., Papadopoulos, C., Deligianni, C. I., & Mitsikostas, D. D. (2022). Visual snow: A systematic review and a case series. *Cephalalgia, 42*(13), 1409-1419. https://doi.org/10.1177/03331024221118917

Schankin, C.; Maniyar, F.; Hoffmann, J.; Chou, D.; Goadsby, P. (2012). "Visual Snow: A New Disease Entity Distinct from Migraine Aura (S36.006)". Neurology. 78 (Meeting Abstracts 1): S36.006. doi:10.1212/WNL.78.1_MeetingAbstracts.S36.006.

Schankin, C. J., Maniyar, F. H., Digre, K. B., & Goadsby, P. J. (2014a). 'Visual snow' - A disorder distinct from persistent migraine aura. *Brain, 137*(5), 1419-28. https://doi.org/10.1093/brain/awu050

Schankin, CJ, Maniyar, FH, Sprenger, T, Chou, DE, Eller, M, Goadsby, PJ, (2014b), The Relation Between Migraine, Typical Migraine Aura and "Visual Snow", Headache, doi:10.1111/head.12378

Schankin, CJ; Goadsby, PJ (2015). "Visual snow--persistent positive visual phenomenon distinct from migraine aura". Current Pain and Headache Reports. 19 (6): 23. doi:10.1007/s11916-015-0497-9. PMID 26021756. S2CID 6770765.

Sedley, W., Friston, K., Gander, P., Kumar, S., & Griffiths, T. (2016). An integrative tinnitus model based on sensory precision. *Trends in Neurosciences, 39*(12), 799-812.

Silva, E. M., & Puledda, F. (2023). Visual snow syndrome and migraine: A review. *Eye (London), 37*(12), 2374-2378. https://doi.org/10.1038/s41433-023-02435-w

Traber, G. L., Piccirelli, M., & Michels, L. (2020). Visual snow syndrome: A review on diagnosis, pathophysiology, and treatment. *Current Opinion in Neurology, 33*(1), 74-78. https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000768

Tsang T, Shidlofsky C, Mora V. The efficacy of neuro-optometric visual rehabilitation therapy in patients with visual snow syndrome. Front Neurol. 2022 Dec 5;13:999336. doi: 10.3389/fneur.2022.999336. PMID: 36545398; PMCID: PMC9760742.

Unal-Cevik, I., & Yildiz, F. G. (2015). Neve visual na enxaqueca com aura: Caracterização adicional por imagens cerebrais, eletrofisiologia e tratamento – Relato de caso. *Dor de cabeça, 55*, 1436-1441. https://doi.org/10.1111/head.12628

White OB, Clough M, McKendrick AM, Fielding J. Visual Snow: Visual Misperception. J Neuroophthalmol. 2018 Dec;38(4):514-521. doi: 10.1097/WNO.0000000000000702. PMID: 30095537.

White, O. B., Fielding, J., Pelak, V. S., & Schankin, C. (2022). Visual snow: Old problem, new understanding. *Frontiers Media SA.* https://doi.org/10.3389/978-2-88976-107-4

Zambrowski, O., Ingster-Moati, I., Vignal-Clermont, C., & Robert, M. (2014). Le phénomène de neige visuelle. *Journal Français d'Ophtalmologie, 37*(9), 722-7. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0181551214002678

Apêndices:

Tabela 2

Síntese de artigo, autor e principal achados, com a distribuição das publicações (título, autor, ano, achados), entre os anos de 2000 a 2023, sobre pacientes com VSS

Fonte: Os Autores (2024)

Artigo	Autor (ano)	Achados
'Visual snow' - a disorder distinct from persistent migraine aura.	Schankin et al. (2014)	A cefaleia foi o sintoma mais frequente associado ao início ou agravamento do distúrbio visual (36%), enquanto a aura de enxaqueca (sete pacientes) e o consumo de drogas ilícitas (cinco, sem alucinógenos) foram raros. Enxaqueca (59%), enxaqueca com aura (27%), ansiedade e depressão foram comorbidades comuns ao longo do tempo.
Le phénomène de neige visuelle	Zambrowski et al. (2021)	Este estudo enfatiza os sintomas comuns relatados por pacientes que experimentam o fenômeno da neve visual, cuja fisiopatologia ainda continua indefinida. A suposição de um limiar reduzido para a percepção de imagens entópticas não consegue explicar completamente os sintomas descritos. Diversos sintomas foram associados ao fenômeno da neve visual em diferentes proporções: palinopsia (50%), fenômeno entóptico de campo azul constante (40%), fotofobia (30%), enxaqueca (30%). Em 20% dos casos, foi identificada uma ingestão inicial de substâncias tóxicas.
Clinical reading-related oculomotor assessment in visual snow syndrome, Journal of Optometry	Barry et al. (2024)	Um total de 77% dos pacientes com VSS apresentam alta prevalência de disfunções oculomotoras com base em testes clínicos, interferindo durante a leitura, tendo falhado em pelo menos um dos três testes de oculomotricidade realizados no estudo. Mais pesquisas são necessárias para descobrir os mecanismos neurológicos (por exemplo, hipersensibilidade) e substratos neurais (por exemplo, MT), juntamente com seus diagnósticos, ramificação, prognósticas e terapêuticas.
Visual snow: a potential cortical hyperexcitability syndrome". Current Treatment Options in Neurology	Bou Ghannam & Pelak (2017)	O topiramato é um anticonvulsivante aprovado nos Estados Unidos e, apesar de ter um mecanismo de ação desconhecido, foi bem tolerado e eficaz no acompanhamento 6 meses depois em pacientes com VSS e pode ser uma opção terapêutica útil no tratamento da neuralgia do trigêmeo. São recomendados estudos controlados maiores, incluindo ensaios comparativos contra agentes estabelecidos como a carbamazepina.

Artigo	Autor (ano)	Achados
A percepção de contraste visual na síndrome da neve visual revela ganho neural anormal, mas não ruído neural, Cérebro	Brooks et al. (2022)	Trabalhos neurofisiológicos indicam que as respostas são amplificadas no córtex visual primário. O primeiro estudo mostrou a percepção de contraste diminuído no VSS enquanto um segundo experimento encontrou que o ganho neural está aumentado no VSS, descobrindo especificamente que o ganho de contraste foi anormal e aumentado na via P (parvocelular) independentemente do estado de enxaqueca. Já o ganho de contraste para incrementos processados na via M (magnocelular) não foi afetado pelo VSS. O ganho de contraste na subdivisão off da via magnocelular foi diminuído, contrariando a proposta de hiperexcitabilidade cortical. Outra área para pesquisas futuras é a ligação entre VSS e zumbido. O questionário de desconforto visual forneceu uma avaliação mais abrangente da hipersensibilidade visual no VSS do que a Escala de Sensibilidade Visual de Leiden. O zumbido auditivo da neve visual é altamente prevalente na VSS, o que sugere uma fisiopatologia comum.
Neuro-optometric treatment for visual snow syndrome: recent advances.	Ciuffreda et al (2023)	Avanços terapêuticos neuro-optométricos são promissores a partir da reabilitação neuro-optométrica que beneficia a maioria dos pacientes, incluindo o uso de filtros coloridos e procedimentos de movimento ocular para reduzir a percepção da neve visual e alguns dos outros efeitos visuais relacionados aos sintomas da VSS, como sensibilidade à luz.
Thalamocortical Dysrhythmia: A Theoretical Update in Tinnitus.	De Ridder et al. (2015)	O zumbido é desencadeado a partir de alterações na transmissão do sinal tálamo cortical auditivo, causando uma arritmia tálamo cortical. A hiperpolarização do tálamo causa disritmia talamocortical, de modo que a desaferentação (interrupção da atividade aferente) reduz a atividade alfa para a atividade theta, o que significa menos entrada de informações externas. Os sintomas desta condição podem ser facilmente confundidos com moscas volantes regulares ou manchas pretas observadas em patologias do vítreo e da retina. Na ausência de tal patologia, uma história elaborada deve ser obtida e o sofrimento do paciente deve ser reconhecido. O paciente também deve ser tranquilizado de que esta não é uma condição que levará à cegueira.
Insights into pathophysiology and treatment of visual snow syndrome: A systematic review.	Eren & Schankin (2020)	A Síndrome da Neve Visual ainda não é totalmente compreendida. Quanto à sua fisiopatologia, é provável que haja um distúrbio no processamento visual. A lamotrigina é o medicamento com maior respaldo farmacológico para seu tratamento, podendo ser considerada para uso off-label. Como alternativa não medicamentosa, os pacientes podem se beneficiar do uso de óculos com lentes coloridas no dia a dia. A única droga que exacerbou os sintomas da Síndrome da Neve Visual foi a amitriptilina.
Historical, Diagnostic, and Chromatic Treatment in Visual Snow Syndrome: A Retrospective Analysis.	Han et al. (2023)	A neve visual era tipicamente constante e monocromática, estando presente em média 6,43 anos. Os sintomas primários e secundários mais comuns foram fotossensibilidade e zumbido, respectivamente. A etiologia mais comum foi traumatismo cranioencefálico leve. Superfícies claras e escuras foram as condições mais provocativas/exacerbadas/reveladoras, juntamente com a visualização de telas de computador. Houve alta frequência de ocorrência de déficits oculomotores, principalmente insuficiência acomodativa e de vergência (~40 a 50%). Oitenta por cento dos pacientes

Artigo	Autor (ano)	Achados
		receberam prescrição de tonalidade cromática com redução visual subjetiva da neve visual variando de 15 a 100% (média de 45%).
Visual snow: A thalamocortical dysrhythmia of the visual pathway	Lauschke, Plant & Fraser (2016)	A fisiopatologia da VSS é um desequilíbrio entre a interação das vias Konio e parvo/magnocelular subjacente à disritmia tálamo-cortical. Isto explica as características associadas de zumbido, enxaqueca e tremor. O tremor não tem sido relatado com frequência na literatura sobre VSS, mas foi observado em 22% dos pacientes deste estudo.
Visual Snow: Clinical Correlations and Workup A Case Series	Licht, Ireland, & Kay. (2017)	Os resultados desta série de casos confirmam o que foi observado em estudos anteriores: a neve visual é uma síndrome clínica singular, frequentemente associada a antecedentes pessoais ou familiares de enxaqueca; os sintomas visuais apresentam diferenças em relação à aura da enxaqueca; o início dos sintomas geralmente ocorre no início da idade adulta; o tratamento medicamentoso normalmente não proporciona alívio satisfatório; e não são identificados achados estruturais nos exames de imagem associados a esta condição.
Visual Snow Syndrome: Proposed Criteria, Clinical Implications, and Pathophysiology.	Metzler & Robertson (2018)	Além das terapias farmacológicas, pode haver um papel potencial para óculos coloridos individualizados no tratamento da neve visual. O estudo ofereceu a 12 participantes com neve visual várias lentes para ver se um filtro de cor específico melhorava seus sintomas, sendo que 10 desses pacientes sentiram que seus sintomas foram parcialmente aliviados com filtros no espectro amarelo - azul.
Widespread White Matter Alterations in Patients With Visual Snow Syndrome	Michels & Traber (2021)	Pacientes com VSS demonstram excitabilidade elevada de partes do córtex visual, bem como de outras regiões do cérebro. No entanto, mais pesquisas são necessárias. Alterações foram observadas no córtex pré-frontal, com extensão para o fascículo fronto-occipital inferior (IFOF), córtex temporal e occipital, fascículo longitudinal superior (SLF) e fascículo longitudinal médio, alterações no corpo caloso, mas não no estrato sagital, fascículo longitudinal médio e WM occipital.
Persistent migraine aura symptoms aka visual snow	Podoll, Dahlem & Greene (2012)	A síndrome da neve visual é causada por ansiedade, depressão ou ingestão de drogas ilícitas, como LSD.
Visual snow syndrome: A clinical and phenotypical description of 1,100 cases	Puledda (2020)	A idade média da população com VSS era de 29 anos e não havia predominância de sexo. Este distúrbio geralmente se inicia cedo na vida e aproximadamente 40% dos pacientes já apresentavam sintomas desde que podiam se lembrar. A forma mais comum de manifestação era a visualização estática em preto e branco. Em um número considerável de pacientes, a VSS podia iniciar de maneira abrupta e espontânea; contudo, isso não necessariamente estava associado a um maior número de sintomas da doença.

Artigo	Autor (ano)	Achados
Localized increase in regional cerebral perfusion in patients with visual snow syndrome: a pseudo-continuous arterial spin labeling study	Puledda & Goadsby et al. (2021)	Os resultados indicam que os pacientes com VSS têm diferenças significativas no processo cerebral de estímulos visuais, confirmando a base neurobiológica do conceito.
Síndrome visual da neve e sua relação com o zumbido.	Renze (2017)	A síndrome da neve visual é um conjunto de sintomas altamente prevalentes em pacientes que apresentam neve visual. Embora a maioria desses sintomas pareçam ser de natureza visual, aproximadamente 63% dos pacientes estudados também relatam zumbido bilateral contínuo.
Visual Snow: A Review on Pathophysiology and Treatment.	Rusztyn et al (2023)	Os dados para a Síndrome da Neve Visual são poucos e não suficientes para apoiar a Síndrome da Neve Visual como uma identidade médica. Mais investigações são necessárias.
Visual snow: A systematic review and a case series.	Sampatakakis et al (2022)	Oftalmologistas e neurologistas devem ser capazes de diagnosticar VSS, pois um diagnóstico rápido e adequado permite aos pacientes evitar o stress e encurtar o caminho do diagnóstico.
Visual snow--persistent positive visual phenomenon distinct from migraine aura	Schankin (2015)	Os sintomas visuais e não visuais são descritos detalhadamente e critérios são apresentados para estudos futuros.
Visual Snow: A New Disease Entity Distinct from Migraine Aura	Schankin (2012)	Dos pacientes com VSS, 92% não tiveram resposta à medicação. O abuso de substâncias esteve presente em 40% dos pacientes, sendo encontrado o uso de LSD em 5% dos casos estudados.
The Relation Between Migraine, Typical Migraine Aura and "Visual Snow", Headache	Schankin et al (2014)	A enxaqueca agrava o fenótipo clínico da síndrome da “neve visual”, agravando alguns dos sintomas visuais como palinopsia, fotopsia, fotofobia, nictalopia e o zumbido.
An Integrative Tinnitus Model Based on Sensory Precision	Sedley et al. (2016)	Embora atualmente não se saiba como a síndrome da neve visual está relacionada ao zumbido, a alta correlação de pacientes com síndrome da neve visual que apresentam zumbido sugere que eles podem compartilhar um mecanismo fisiopatológico subjacente comum.
Visual snow syndrome and migraine: a review	Silva & Puledda (2023)	O tratamento da neve visual tem sido desafiador, e os esforços se concentram em desvendar os mecanismos biológicos da síndrome. Pesquisas recentes sobre o tema envolvem estudos de neuroimagem, neurofisiológicos e neurocomportamentais.
Visual snow syndrome: a review on diagnosis, pathophysiology, and treatment.	Traber, Piccirelli & Michels (2020)	A neve visual é considerada um distúrbio do processamento visual central, resultando em uma percepção perturbada de oscilação ou pixelização constante bilateral do campo visual total.

Artigo	Autor (ano)	Achados
Neve Visual na Enxaqueca com Aura: Caracterização Adicional por Imagens Cerebrais, Eletrofisiologia e Tratamento – Relato de Caso	Unal-Cevik & Yildiz (2015)	A ressonância magnética cerebral revelou flexão occipital esquerda. No estudo PVE, houve resposta de potenciação. Após o tratamento com lamotrigina, o paciente não apresentou mais queixas de neve visual, conseguiu dormir e a frequência de enxaqueca diminuiu para 2 crises/mês, e foi demonstrado que eletrofisiologicamente, a hiperexcitabilidade cortical melhorou. A neve visual e a perda da capacidade de habituação na enxaqueca podem ser melhoradas com o tratamento com lamotrigina.
Visual Snow: Visual Misperception	White et al. (2018)	O estudo sugere fatores de origem da VSS como disfunção na rede subcortical e aumento da atividade cerebral. Apesar da sobreposição entre os sintomas das síndromes de VSS e enxaqueca, tanto a investigação neurofisiológica quanto a neuroimagem apresentam evidências consistentes de anomalias distintas no processamento, o que as apoia como condições separadas.

Tabela 3
Distribuição das publicações (Tema de Pesquisa com VSS, quantidade de artigos e autores) sobre VSS. Fonte: Elaborada pelos autores
Fonte: Os Autores (2024)

Tema de Pesquisa com VSS	Quantidade	Autores (Ano)
Revisão sistemática	5	Zambrowski, O., Ingster-Moati, I., Vignal-Clermont, C., & Robert, M. (2014)
		White, O. B. (2022)
		Sampatakakis, S. N., Lymperopoulos, L., Mavridis, T., Karagiorgis, G., Papadopoulos, C., Deligianni, C. I., & Mitsikostas, D. D. (2022)
		Silva, E. M., & Puledda, F. (2023)
		White, O. B., Clough, M., McKendrick, A. M., & Fielding, J. (2018)
Alterações oculomotoras	1	**Barry, T., Sample, A., Ciuffreda, K. J., & Tannen, N. M.** (2024)
Migrânea com aura/ migrânea	7	**Podoll, K., Dahlem, M., & Haas, D. C.** (2007)
		Podoll, K., Dahlem, M., & Greene, S. (2012)
		Schankin, C. J., Maniyar, F. H., Digre, K. B., & Goadsby, P. J. (2014a)
		Schankin, C. J., Maniyar, F. H., Sprenger, T., Chou, D. E., Eller, M., & Goadsby, P. J. (2014b)
		Schankin, C. J., Maniyar, F. H., Digre, K. B., & Goadsby, P. J. (2014a)
		Schankin, C. J., & Goadsby, P. J. (2015)
		Unal-Cevik, I., & Yildiz, F. G. (2015).
Zumbido	2	**Renze, M.** (2017)
		Sedley, W., Friston, K., Gander, P., Kumar, S., & Griffiths, T. (2016)
Medicamentos	1	**Haan, J., Sluis, P., Sluis, L. H., & Ferrari, M. D.** (2000)
Fisiopatologia	8	**Traber, G. L., Piccirelli, M., & Michels, L.** (2020)
		Eren, O., & Schankin, C. J. (2020)
		Metzler, A. I., & Robertson, C. E. (2018)
		Michels, L., & Traber, G. R. (2021)
		Puledda, F., Schankin, C., & Goadsby, P. J. (2020)
		Puledda, F., & Goadsby, P. (2021)
		Rusztyn, P., Stańska, W., Torbus, A., & Maciejewicz, P. (2023)
		Traber, G. L., Piccirelli, M., & Michels, L. (2020)
Hiperexcitabilidade cerebral e disritmia talamocortical	2	**Bou Ghannam, A., & Pelak, V. S.** (2017)
		Lauschke, J., Plant, G., & Fraser, C. (2016)
Estudo de caso	1	**Licht, J., Ireland, K., & Kay, M.** (2017)
TOTAL	**27 ARTIGOS**	



Amplitudes Vergenciais: sua Influência na Leitura

Paula Barluda

Amplitudes Vergenciais: sua Influência na Leitura

Paula Barluda[1]

[1]Rever Reabilitação, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Email: paulabarluda2010@hotmail.com

Resumo:

O seguinte trabalho tem como objetivo, através de uma pesquisa bibliográfica, fazer um breve relato sobre a amplitude de fusão e as medidas padrão mais atuais encontradas na literatura e a partir daí mostrar sua influência na leitura. Fazendo referência de como a leitura é fundamental para a rotina dos indivíduos e o impacto que esta dificuldade causa nos diferentes níveis acadêmicos. Alguns autores ainda demonstram como alguns exercícios/terapias podem ser eficazes na melhoria da amplitude fusional e consequentemente na aquisição de uma boa leitura.

Palavras-Chave: Amplitudes Vergenciais, Binocularidade, Ortóptica, Leitura.

Introdução

A leitura está envolvida em muitas atividades que são executadas diariamente pelos seres humanos, mas alguns indivíduos não são capazes de realizar tal tarefa com eficiência. Isso pode acontecer por um desiquilíbrio do sistema vergencial, causando o surgimento de sintomatologia, como: astenopia, fadiga ocular, entre outros (Gomes, 2023). A leitura é um processo cognitivo complexo durante o qual estão envolvidos vários mecanismos (percepção visual, movimentos oculares -sacadas e fixações-, habilidades semânticas e linguísticas); consequentemente, um déficit em um desses diferentes componentes poderia causar prejuízo na aquisição da leitura (Bucci, 2021). Esse trabalho vem abordar brevemente os valores considerados normativos encontrados em publicações mais atuais das amplitudes vergenciais e fazer referência sobre sua influência na leitura.

Amplitudes de vergência consideradas normais

Os movimentos vergenciais, ou vergências, são movimentos oculares binoculares, coordenados e disjuntivos dos olhos, na mesma direção e em sentidos opostos, que que buscam adaptar sua posição paralela relativa com a finalidade de permitir que as imagens situadas em diferentes distâncias do indivíduo estimulem binocularmente áreas retinianas correspondentes possibilitando a fusão sensorial da imagem (Ferrari & Costa, 2019). Os movimentos de vergência incluem: convergência, divergência, negativo e positivo, vergência vertical e ciclovergências (in/ex) (Kateřina, 2022). O que se observa em referências pesquisadas, é que ainda existe uma grande divergência em relação valores normativos na amplitude vergencial como é mostrado em Ferrari e Costa (2019), Fray (2017). A carência de pesquisas científicas atualizadas e a falta de clareza de quais métodos foram utilizados em determinadas publicações, como: variabilidade de testes, ordem do teste, distância em que foram executados, etc. são fatores que geram certa dificuldade para se determinar um valor padrão de amplitudes vergenciais. Porém, o que os trabalhos pesquisados demonstram como achado comum é que: a divergência é reduzida se avaliada posteriormente a convergência, em um indivíduo com visão binocular normal; a convergência é afetada pelo incentivo do

examinador; as medidas próximas apresentam resultados superiores às medidas para longe em divergência e convergência e que existe uma correlação entre idade e convergências (Ferrari & Costa, 2019) (Fray, 2019). Os valores normativos encontrados em pesquisas mais atuais são do estudo de Ferrari e Costa. E como o mesmo cita, são os que mais se aproximam das medidas utilizadas na maioria dos consultórios ortópticos no Brasil. Valores normativos do estudo supracitado:

Tabela 1

Fonte: Ferrari e Costa (2019)

Distância	Convergência	Divergência
Perto (0,33m)	45Δ/40Δ	14Δ/14Δ
Longe (5,0m)	25Δ/20Δ	8Δ/6Δ

A Leitura

A leitura tem um papel essencial na vida diária. É executada de maneira espontânea em muitas das atividades, sem que seja necessário pensar no processo. Além da leitura exigida na atividade escolar, existem outros tipos de leitura que são fundamentais para a rotina diária, como: o reconhecimento da informação contida na bula de um medicamento, a consulta de um livro, jornal ou página da internet ou a visualização e processamento de um filme legendado (Lança, 2014). Ao ler, nossos olhos fazem movimentos balísticos rápidos, ou seja, sacadas, para trazer uma nova região do texto para a visão foveal. Durante as fixações, os períodos entre as sacadas, os olhos permanecem relativamente imóveis por cerca de 250 ms, e o processamento visual pode ocorrer. Num certo nível, a leitura requer a coordenação oculomotora e perceptiva dos dois olhos (Nuthmann & Kliegl, 2009). Ambos os sistemas, acomodativo e vergencial, necessitam de estar equilibrados para que exista uma boa visão. Se algum destes falha, os indivíduos tendem a apresentar sintomas (Gomes, 2023).

Leitura x Amplitudes Vergenciais

Movimentos de vergência são usados para rastrear um alvo que se afasta ou se aproxima gradualmente ou para mudar rapidamente a fixação de um alvo a uma certa distância para outro alvo a uma distância diferente diante de seus olhos (Kateřina, 2022). Pessoas com disfunção de vergência fusional podem apresentar sintomas astenópicos, ocasionalmente visão turva, lacrimejamento, falta de concentração, especialmente nas últimas horas da noite (Kateřina, 2022). Sintomas astenópicos, relacionados à visão binocular, podem estar associados à uma redução da amplitude fusional, até mesmo antes do aparecimento de outros sinais clínicos como redução do ponto próximo de convergência ou heteroforias de controle difícil ou ainda heterotropias intermitentes (Ferrari & Costa, 2019). As vergências ou amplitudes de fusão apresentam como função o alinhamento dos olhos para assegurar a manutenção da fixação binocular e a visão binocular única. Quando a imagem retiniana que é captada em pontos correspondentes é desviada para elementos díspares da retina, os olhos movem-se para corrigir a sua posição relativa e levar as imagens para pontos retinianos correspondentes. Este ajuste automático evita a diplopia causada pela disparidade retiniana e assegura a fixação bifoveal (Lança, 2014).

Crianças que demonstram problemas de leitura, que têm déficit de atenção ou dislexia normalmente apresentam problemas na acomodação e vergências. Mesmo que estas não sejam a causa principal da baixa prestação acadêmica, contribuem para as dificuldades de aprendizagem da criança (Gomes, 2023).

Considerações Finais

A importância da avaliação da visão binocular nos indivíduos em fase escolar não pode ser subestimada. O desequilíbrio da visão binocular, incluindo heteroforias, distúrbios de vergência e acomodação se não tratada, pode levar a dificuldades na leitura e na escrita, que aumentarão a cada ano na escola, à medida que

as demandas educacionais aumentem (Dusek, Pierscionek, McClelland, 2010). Os sintomas astenópicos são mais frequentes na visão de perto, porque é nessa distância que o sistema visual necessita de utilizar mais os mecanismos sensório-motores. É também por essa razão que os estudantes e os trabalhadores, que utilizam diariamente a visão de perto, são o grupo mais afetado por sintomas deste tipo (Lança, 2014). As habilidades visuais incluem ponto próximo de convergência, amplitude acomodativa, facilidade acomodativa, movimento ocular, controle do movimento ocular de vergência binocular e reserva fusional convergente/divergente, que são essenciais em atividades de aprendizagem como eficiência de leitura, leitura compreensão e cópia do quadro (Mohd-Nor, 2012). O tratamento primário para a disfunção da vergência fusional é o treinamento visual. Foram conduzidas pesquisas sobre a eficácia do treinamento visual na disfunção da vergência fusional, onde foi encontrada uma relevante taxa de sucesso no treinamento visual com redução significativa das dificuldades subjetivas e restauração dos valores normais das funções binoculares. Pessoas com disfunção de vergência fusional foram observadas e se constatou que o treinamento visual restaurou os valores de facilidade de vergência (Kateřina, 2022). Senso comum entre os autores pesquisados é que alterações na amplitude vergencial exercem influência na leitura, contudo não foi determinado como essa influência se manifesta na performance da leitura: velocidade, precisão, fluência, erros, não-palavras, dentre outros (Dusek et. al. 2010).

Agradecimentos

Em primeiro lugar a Deus que me manteve firme nesta caminhada e a minha família por todo apoio de sempre.

Declaração de Conflito

Declaro não estar submetido a qualquer tipo de conflito de interesse junto aos participantes ou a qualquer outro colaborador, direto ou indireto, para o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso.

Referências

Bucci, M. P. (2021). O treinamento visual pode ser útil para melhorar as capacidades de leitura na dislexia. *Neuropsicologia Aplicada: Criança*, 10(3), 199–208. https://doi.org/10.1080/21622965.2019.1646649

Dusek, W., Pierscionek, B. K., & McClelland, J. F. (2010). Uma pesquisa sobre a função visual em uma população austríaca de crianças em idade escolar com dificuldades de leitura e escrita. *BMC Oftalmologia*, 10(16). https://doi.org/10.1186/1471-2415-10-16

Ferrari, A., & Costa, M. (2019). Estudo dos valores normativos das amplitudes fusionais de convergência e divergência oculares. *eOftalmo*, 5(4), 167–172. https://doi.org/10.17545/eOftalmo/2019.0028

Fray, K. J. (2017). Amplitudes fusionais: Desenvolvendo padrões de teste. *Estrabismo*. https://doi.org/10.1080/09273972.2017.1349814

Gomes, A. M. R. (2023). *A importância da sintomatologia no diagnóstico das disfunções da visão binocular* (Tese de doutorado).

Kateřina, H. (2022). *Porovnání metod pro vyšetření fúzních rezerv* (Tese de bacharelado, České vysoké učení technické v Praze. Vypočetní a informační centrum).

Lança, C. R. D. S. C. (2014). *Função visual e desempenho na leitura em crianças do 1º ciclo do ensino básico do concelho de Lisboa*.

Mohd-Nor, M., Buang, N., Adil, H., Abdul-Rani, N., Jaafar, M., Abdullah, S., Seo-Wei, L., & Ismail, S. (2012). Acuidade visual e habilidades visuais em crianças malaias com dificuldades de aprendizagem. *Oftalmologia Clínica*, 1527–1533. https://doi.org/10.2147/OPTH.S33270

Nuthmann, A., & Kliegl, R. (2009). An examination of binocular reading fixations based on sentence corpus data. *Journal of Vision*, 9(5), 31. https://doi.org/10.1167/9.5.31



Acuidade Estereoscópica na Senilidade

Andrea Pulchinelli Ferrari
Linda Alves Costa Araújo

Acuidade Estereoscópica na Senilidade

Andrea Pulchinelli Ferrari[1], Linda Alves Costa Araújo[2]

[1] Ortoptista pela Unifesp, São Paulo, São Paulo, Brasil. Email: pulchinelliandrea@gmail.com

[2] Ortoptista pela UFMG, Ipatinga, Minas Gerais, Brasil. Email: gl.araujo@uol.com.br

Resumo:

Foi realizado estudo retrospectivo de prontuários de pacientes, com dados colhidos há 3 anos, das acuidades estereoscópicas de 64 pacientes, sendo 40 do sexo masculino e 24 do sexo feminino, com idade média 60.5 anos (∑10.5), utilizando o método Estereofly Titmus, que avalia para perto a estereopsia. Como método de inclusão foram selecionados indivíduos acima de 42 anos, com acuidade visual igual ou melhor que J2 parcial em ambos os olhos na tabela para perto de Jaeger, sem desvio ocular permanente ou intermitente para perto e refração que variou de -8.00 até +4.25 no esférico e até -4.50 no cilindro, com adições que chegaram até +3.25. Acuidades visuais para longe utilizando projetor variaram de 20/20 até 20/30p. Concluímos que 49 (76.56%) atingiram 40”de arco, o limite máximo do teste, 5 (7.81%) chegaram em 50”de arco, 4 (6.25%) em 40”de arco após inveter a direção do teste, 4 (6.25%) em 60”de arco, 1 (1.56%) em 60”apenas após inverter a direção e 1 (1.56%) chegou apenas em 80” de arco.

Palavras-Chave: Estereopsia, Titmus, Estereopsia Senilidade, Acuidade Estereoscópica, Envelhecimento

Introdução

A visão binocular de seres humanos resulta da superposição quase completa dos campos visuais de cada olho, o que suscita discriminação perceptual de localizações espaciais de objetos relativamente ao observador (localização egocêntrica) bem mais fina (estereopsia), mas isso ocorre em, apenas, uma faixa muito estreita (o horóptero) (5). Para uma precisa percepção de profundidade estereoscópica nosso sistema visual utiliza sinais de disparidade entre as imagens que caem na retina dos dois olhos, onde todo o sistema visual conecta ambas as imagens e em total harmonia de todo um circuito bem ajustado temos como resultado a perfeita resposta de visão binocular.

Visão Binocular: é a visão resultante do uso conjugado e simultâneo dos dois olhos. As imagens do mesmo objeto, captadas pelos dois olhos, são unificadas no cérebro, resultando numa imagem única (Souza Dias & Almeida, 1993). Fusão Binocular: é a unificação das excitações visuais das imagens retinianas correspondentes em uma percepção visual única, graças ao mecanismo sensoriomotor (reflexo de fusão) (Souza-Dias & Goldschimit, 2011).

Há três graus de visão binocular: percepção simultânea, fusão e estereopsia. A percepção simultânea pode ser fracionada em Correspondência Retiniana Normal (CRN) e Correspondência Retiniana Anômala (CRA). Na CRN, as áreas correspondentes retinianas possuem direção visual comum (Souza Dias & Almeida, 1993). Cada área retiniana de um olho possui uma área correspondente no olho contralateral com direção visual comum. Nos dizeres de Von Noorden, a existência de elementos retinianos correspondentes com suas direções visuais comuns é a essência da visão binocular (Von Noorden & Campos, 2002).

Por outro lado, na CRA há pontos ou áreas retinianas que têm direções visuais diferentes ou não correspondentes.

Em seguida, a fusão é subdividida em fusão sensorial (ou sem amplitude), e fusão motora (com amplitude). A Fusão sensorial é a capacidade que tem o cérebro de receber e unificar imagens semelhantes captadas pelas retinas dos dois olhos. A fusão motora (ou com amplitude), é a vergência fusional.

Enfim, a estereopsia é o grau mais avançado e aperfeiçoado da visão binocular. Resulta da unificação de imagens que caem em pontos ligeiramente não correspondentes, dando a percepção de profundidade (Souza Dias & Almeida, 1993). A estereopsia ocorre em condições de estimulação simultânea de elementos retinianos díspares horizontalmente (Von Noorden & Campos, 2002).

Geometricamente, existe um semicírculo no espaço com concavidade voltada para os olhos do observador. Todos os objetos situados nesta linha estimulam sempre áreas retinianas correspondentes e são vistos em imagem única. Esse semicírculo espacial é chamado de horóptero. Existem tantos horópteros quantos forem os pontos de fixação.

Se o objeto estivesse situado fora do horóptero, deveria causar diplopia (visão dupla). Existe, entretanto, uma área que envolve o horóptero, além e aquém, que alarga na periferia e estreita-se no centro, dentro da qual não há diplopia, mas visão estereoscópica.

Esta área é chamada espaço fusional de Panum e tem também concavidade voltada para os olhos do observador. Os objetos situados no espaço fusional de Panum são vistos com ligeira disparidade e essa disparidade que dá a noção de profundidade, estereopsia. Entretanto, se o objeto estiver situado fora desse espaço, haverá diplopia (Souza Dias & Almeida, 1993).

O estudo da avaliação da acuidade estereoscópica em idades avançadas é de extrema relevância e importância; é de utilidade pública. Proporciona a identificação e a conclusão de que o envelhecimento não reduz a capacidade estereoscópica dos indivíduos que mantiverem preservadas suas respectivas acuidades visuais monoculares. Manter a estereopsia preservada é fundamental para exercer diversas atividades e proporcional qualidade de vida.

Materiais e Métodos

Através de estudo retrospectivo de prontuários de pacientes de um serviço de atendimento visual privado na cidade de São Paulo, foram selecionados 64 pacientes, sendo 40 do sexo masculino e 24 do sexo feminino, com idade média 60.5 anos (∑10.5), para valores da acuidade estereocópica utilizando o método Estereofly Titmus, que avalia para perto a estereopsia e que tem seu máximo valor em 40”de arco. Como método de inclusão foram selecionados indivíduos acima de 42 anos, com acuidade visual igual ou melhor que J2 parcial em ambos os olhos na tabela para perto de Jaeger, sem estrabismo permanente ou intermitente para perto atualmente, sem antecedente ocular importante na infância.

Valores refracionais que variavam de -8.00 até +4.25 no esférico e até -4.50 no cilindro, com adições que chegaram até +3.25. Acuidades visuais para longe utilizando projetor variaram de 20/20 até 20/30p. O teste utilizado, Stereofly Titmus, quando não atingiu o valor máximo esperado, foi testado invertido também, ou seja, testadas ambas as disparidades, cruzada e homônima.

Conclusões

Concluímos que 49 (76.56%) atingiram 40”de arco, o limite máximo do teste, 5 (7.81%) chegaram em 50”de arco, 4 (6.25%) em 40”de arco após inveter a direção do teste, 4 (6.25%) em 60”de arco, 1 (1.56%) em 60”apenas após inverter a direção e 1 (1.56%) chegou apenas em 80” de arco. Podemos considerar que o envelhecimento não reduz a capacidade estereoscópica nos indivíduos que mantiveram preservadas suas respectivas acuidades visuais monoculares.

Considerações Finais

A avaliação da acuidade estereoscópica em idades mais avançadas é também importante considerando que a população mundial tem alcançado maior longevidade. Manter a estereopsia preservada é fundamental para exercer outras atividades na senilidade, considerando que com o envelhecimento há redução de outras capacidades como a motora e outras.

Declaração de Conflito

Declaro não estar submetido a qualquer tipo de conflito de interesse.

Referências

Souza Dias, C. R., & Almeida, H. C. de A. (1993). *Estrabismo*. Roca.

Souza-Dias, C. R., & Goldschimit, M. (2011). *Os estrabismos: teoria e casos comentados*. Cultura Médica: Guanabara Koogan.

Von Noorden, G. K., & Campos, E. C. (2002). *Binocular vision and ocular motility: Theory and management of strabismus* (6th ed.). Mosby.

Alucinações Visuais na Baixa Visão: Revisão Integrativa da Síndrome de Charles Bonnet

Sheila Prates

Alucinações Visuais na Baixa Visão: Revisão Integrativa da Síndrome de Charles Bonnet

Sheila Prates[1]

[1]Rede Lucy Montoro, Diadema, São Paulo, Brasil. Email: she.prates@yahoo.com.br

Resumo:

A Síndrome de Charles Bonnet caracteriza-se por alucinações visuais em indivíduos com baixa visão e cognitivamente normais. Apesar de descrita há mais de 250 anos, muitos aspectos da síndrome permanecem obscuros e ainda é pouco conhecida pelos oftalmologistas. O objetivo desta revisão é relacionar a baixa visão com as alucinações visuais, abordar as recentes publicações buscando explicar a etiologia da síndrome, e a prevalência da síndrome na população com baixa visão. Foi realizada busca por artigos publicados entre janeiro de 2014 e janeiro de 2024 nas bases de dados Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Scopus, Web of Science e Pubmed. Utilizou-se descritores "Charles Bonnet Syndrome" "Visual Hallucinations" e "Visual Impairment". Foram incluídos artigos de revisão, estudos analíticos e descritivos, completos e originais limitados ao idioma inglês, português e espanhol, que após a leitura do resumo estivessem dentro do escopo da revisão. Foram identificados 780 artigos e após a aplicação de critérios de inclusão e exclusão, considerou-se 8 artigos que relacionam a baixa visão com as alucinações visuais, além de abordar a etiologia das alucinações. Conclui-se que apesar dos recentes estudos com o uso de novas tecnologias, a etiologia da Síndrome de Charles Bonnet, permanece desconhecida. A prevalência da Síndrome na população com baixa visão, sugere que ela é mais comum do que se pensava e questões sobre alucinações visuais devem fazer parte da propedêutica de atendimento desta população.

Palavras-Chave: Síndrome de Charles Bonnet, Alucinações Visuais, Baixa Visão

Introdução

A Sindrome de Charles Bonnet caracteriza-se por alucinações visuais em indivíduos com baixa visão e cognitivamente normais. Foi descrita pela primeira vez pelo naturalista Charles Bonnet em 1760 que relatou as alucinações que o avô experimentou após perda visual. Anos depois o próprio Charles Bonnet experimentaria as alucinações após perda visual (Hedges, 2007). Em 1936, Georges de Morsier, neurologista, cunhou o termo Síndrome de Charles Bonnet em homenagem ao naturalista (Russell et al., 2016). Apesar de ter se passado mais de 260 anos, a etiologia da Síndrome de Charles Bonnet ainda é desconhecida. Além disto, muitos profissionais que lidam com a população com baixa visão não tem conhecimento da Síndrome, não abordando a questão das alucinações com os seus pacientes. Os pacientes por sua vez, não relatam sobre as alucinações que os acomete, com receio de ser considerados psiquicamente instáveis (Gilmour et al., 2009). Devido a estes fatores, a Síndrome de Charles Bonnet pode ter uma incidência maior do que se pensava. Ela acomete basicamente a população com baixa visão. O diagnóstico é realizado através do relato das alucinações que podem ser simples (flashes de luz e padrões geométricos) ou complexas (alucinações de pessoas, objetos e animais). O paciente precisa ser cognitivamente normal, sem histórico de doenças psiquiátricas (Lelario et al., 2012). Muitos deles tem consciência que as alucinações não são reais. Além disto permanece desconhecida a etiologia. Há a suposição que as alucinações estejam ligadas ao mecanismo de desaferentação neuronal (Burke, 2002). Mas ainda não se sabe por que alguns indivíduos com baixa visão desenvolve as alucinações e outros não. Estudos recentes têm buscado explicar a etiologia destas alucinações,

através de exames da eletrofisiologia, ressonância magnética e eletroencefalograma (Adachi et al., 2000). Nesta revisão abordaremos os estudos mais recentes que buscam a etiologia e a prevalência da Síndrome de Charles Bonnet na população com baixa visão.

Materiais e Métodos

Trata-se de uma revisão integrativa dos mais recentes estudos sobre a etiologia da Síndrome de Charles Bonnet e sua prevalência na população com baixa visão.

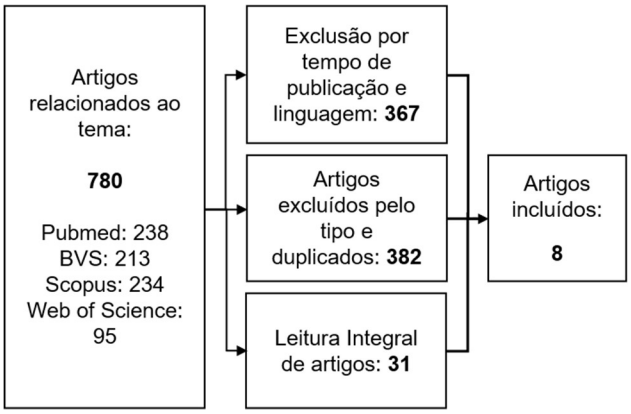
Foram realizadas buscas de artigos na base de dados Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Scorpus, Web of Science e Pubmed. Utilizou-se descritores "Charles Bonnet Syndrome", "Visual Hallucinations" e "Visual Impairment" indexados no catálago dos Descritores em Ciências de Saúde (DeCS), combinados no catálago pelo operador booleano "E". Foram utilizados como critérios de inclusão artigos do tipo revisões bibliográficas, estudos analíticos e descritivos completos, originais, limitados aos idiomas português, inglês e espanhol, publicados nos últimos 10 anos (01/2014 – 01/2024) e que após a leitura do resumo estivesse dentro do escopo da revisão. Os critérios de exclusão utilizados foram artigos publicados anteriormente ao ano de 2014, publicações do tipo relato de casos, capítulos de livros e cartas ao editor, estudos com textos incompletos ou texto completo com acesso indisponível, artigos duplicados e fora do escopo da revisão.

Realizou-se uma leitura analítica de cada estudo para ordernar e selecionar as informações contidas nas fontes que correlaciona baixa visão e alucinações visuais, e etiologia da Síndrome de Charles Bonnet. Após a seleção dos estudos, eles foram ordenados e classificados em uma tabela que continha a identificação dos autores, ano de publicação, objetivo do estudo e conclusões.

Resultados

Inicialmente foram encontrados 780 artigos nas bases de dados Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Scopus, Web of Science e Pubmed. Aplicando os critérios de exclusão de linguagem e tempo de publicação de janeiro de 2014 a janeiro de 2024 foram excluídos 367 artigos. Também foram excluídos 224 artigos pelo critério de tipo de artigo, com textos incompletos ou que não estavam disponíveis. 158 eram artigos duplicados. Foi realizada leitura criteriosa do resumo dos 31 artigos restantes, sendo que 8 foram considerados na integra para compor esta revisão.

Figura 1
Fluxograma de seleção de artigos
Fonte: A Autora (2024)



Discussão

Etiologia da Síndrome de Charles Bonnet

A Síndrome de Charles Bonnet caracteriza-se por alucinações visuais em indivíduos com baixa visão e congnitivamente normais. Estas alucinações podem variar de alucinações simples (como flashes e luz) e complexas (pessoas, animais, cenas). Foi descrita há 200 anos, porém a sua etiologia continua sendo misteriosa. Acredita-se que as alucinações visuais podem estar relacionadas ao mecanismo de desaferentação com hiperexcitabilidade cortical (Burke, 2002). Estudos recentes com o advento da Tecnologia vêem buscando entender

as causas e porque alguns indivíduos desenvolvem as alucinações visuais e outros não. Firbank et al. (2021) realizou um estudo transversal para investigar as alterações estruturais no cérebro nos pacientes com Síndrome de Charles Bonnet através da ressonância magnética. Participaram 16 pacientes com Síndrome de Charles Bonnet, 17 pacientes-controle com doença ocular, porém sem alucinações e 19 pacientes controle com visão normal. Foram encontradas alterações estruturais como redução da massa cinzenta no córtex occipital, reduções da anisotropia fracionada e aumento da difusividade em áreas generalizadas, como tratos occipitais, corpo caloso e radiação talâmica anterior no grupo com Charles Bonnet e no grupo com baixa visão sem alucinações. Estas alterações não explicam as alucinações, já que esta presente nos 2 grupos. Já Madill et al. (2009) investigou se as cores presentes nas alucinações estavam relacionadas às alterações dos limiares de sensibilidade ao contraste de cores e se a alteração era especifica para a cor da alucinação. Neste estudo participaram 10 pacientes com Charles Bonnet e 6 pacientes controle. Os pacientes com Charles Bonnet descreveram as cores que predominavam em suas alucinações. Foi realizado um teste computadorizado que avaliava os eixos de confusão verde-vermelho e azul-amarelo. Concluiu-se que a desaferentação e hiperexcitabilidade cerebral tem uma correlação com medidas psicofísicas e que a mudança nesta sensibilidade está relacionada às cores alucinadas. A desaferentação e a hiperexcitabilidade cortical é uma das teorias mais aceitas para explicar as alucinações visuais na Síndrome de Charles Bonnet. Painter et al. (2018) realizou um experimento para testar esta hipótese. Neste experimento, correlacionou o defeito de campo visual central em pacientes com DMRI com a hiperexcitabilidade cortical, mostrando estímulos no campo periférico em porções intactas do campo visual dos pacientes. Participaram deste experimento 8 pacientes com Síndrome de Charles Bonnet com DMRI, 8 pacientes-controle com DMRI sem alucinações e 8 pacientes videntes. Neste experimento foi analisado respostas eletrofisiológicas dos pacientes quando realizavam tarefas de atenção em seu campo periférico intacto, ao mesmo tempo que ignoravam os tabuleiros de xadrez que eram mostrados periodicamente para análise de respostas eletrofisiológicas. Os pacientes com Síndrome de Charles Bonnet tiveram respostas extremamente elevadas na hipexcitabilidade cortical comparado aos pacientes do grupo controle. O que torna este experimento importante na correlação entre hiperxcitabilidade cortical e Sindrome de Charles Bonnet. No estudo de Hahamy et al. (2021), foi correlacionado a atividade cerebral espontânea com as alucinações visuais nos pacientes com Síndrome de Charles Bonnet. Participaram do estudo 5 participantes com Síndrome de Charles Bonnet, 11 participantes com baixa visão sem alucinações e 13 participantes videntes. Os participantes com Síndrome de Charles Bonnet relataram suas alucinações enquanto realizavam um exame de ressonância magnética funcional. Suas alucinações foram representadas em um filme e exibida aos participantes que não tinham alucinações visuais e que também fizeram o exame de ressonância magnética. Foi constatado que os participantes com Síndrome de Charles Bonnet e o grupo controle com baixa visão têm um aumento da atividade neural, ativando todo o sistema visual, enquanto o grupo controle vidente ativa áreas visuais de nível superior. Porém este estudo ainda não explica o por que alguns indivíduos com deficiência visual têm alucinações e outros não.

Tabela 1
Etiologia da Síndrome de Charles Bonnet
Fonte: A autora (2024)

Autor (ano)	Título	Objetivos	Conclusões	Categoria
Firbank et al. (2021)	Investigation of structural brain changes in Charles Bonnet Syndrome.	Investigar alterações estruturais do cérebro por meio de ressonância magnética.	Apesar de existir efeitos corticais e subcorticais associados à perda de visão, as alterações estruturais não explicam a ocorrência de alucinações visuais. A Síndrome de Charles Bonnet pode estar relacionada a mudanças de conectividade ou excitabilidade nas redes cerebrais ligadas à visão	Etiologia
Madill et al. (2009)	Perceived Color of Hallucinations in the Charles Bonnet Syndrome is Related to Residual Color Contrast Sensitivity	Avaliar os limiares de contraste dos eixos de confusão vermelho-verde e azul-amarelo em pacientes com Síndrome de Charles Bonnet	A desaferentação e a hiperexcitabilidade cortical secundária na Síndrome de Charles Bonner tem uma correlação no limiar psicofísico. Essa mudança na sensibilidade está relacionada especificamente ao eixo das cores alucinadas e não a todas as cores	Etiologia
Painter et al. (2018)	Stimulus-Driven Cortical Hiperexcitability in Individuals with Charles Bonnet Hallucinations	Evidenciar que as alucinações na Síndrome de Charles Bonnet podem estar relacionadas à hiperexcitabilidade cortical visual	Ocorreu associação entre a as alucinações na Síndrome de Charles Bonnet e a hiperexcitabilidade da estimulação do campo visual periférico.	Etiologia
Hahamy et al. (2021)	How do the blind “see”? The role of spontaneous brain activity in the self-generated perception	Evidenciar se a atividade cerebral espontânea está subjacente à visão gerada internamente	As alucinações visuais estão relacionadas a um acúmulo espontâneo de atividade neural, que é mais pronunciado no inicio do córtex visual e decai ao longo do córtex visual. Na ausência de estímulos visuais externos, um acúmulo de flutuações espontâneas no córtex visual inicial pode ativar a hierarquia visual, desencadeando a experiência visual	Etiologia

Tabela 2
Prevalência da Síndrome de Charles Bonnet
Fonte: A autora (2024)

Autor (ano)	Título	Objetivo	Conclusões	Categoria
Gilmour et al. (2009)	An examination of the relationship between low vision an Charles Bonnet Syndrome	Compreender mais a Síndrome de Charles Bonnet no ambiente oftalmológico	A Síndrome de Charles Bonnet está associado a um baixo nível de visão	Prevalência
Cox & ffytche (2014)	Negative outcome Charles Bonnet Syndrome	Quais são os resultados mais negativos que podem aparecer na Síndrome de Charles Bonnet e que fatores os influenciam.	A Síndrome de Charles Bonnet tem uma duração mais longa do que se suspeitava com consequências clinicamente relevantes num terço das pessoas afetadas.	Prevalência
Jones et al. (2021)	An overview of psychological and social factors in Charles Bonnet	Revisão sobre as implicações sociais e psicológicas da Síndrome de Charles Bonnet	A prevalência da Síndrome de Charles Bonnet pode ser maior e o conteúdo das alucinações mais perturbador do que se pensava.	Prevalência
Gordon et al. (2016)	Prevalence of visual hallucinations in a national low vision client	Avaliar prevalência da Síndrome de Charles Bonnet na população submetida a tratamento oftalmológico e reabilitação visual.	Elevada prevalência de alucinações visuais na população com baixa visão.	Prevalência

Prevalência da Síndrome de Charles Bonnet

A Síndrome de Charles Bonnet apesar de ter sido descrita há mais de 200 anos permanece desconhecida. Não só na sua etiologia, mas também na sua prevalência.

Gilmour et al. (2009) fez um estudo em um serviço oftalmológico que incluiu 258 participantes com baixa visão e 251 participantes controle com visão normal. Foi realizado o mini exame de estado mental para que fossem incluídos no estudo somente participantes cognitivamente normais. Os participantes responderam um questionário sobre as alucinações visuais e foi contatado que 32% dos participantes com baixa visão relataram ter alguma alucinação visual e somente 2% dos participantes controle relataram algum tipo de alucinação visual. Gordon (2016) realizou um estudo com 2565 participantes. Foi encaminhado um questionário aos clientes do Instituto Nacional Canadense para cegos perguntando se os pacientes já haviam experimentado alucinações visuais. A resposta foi positiva para 18,8% dos participantes.

Outro estudo de grande destaque com muitos participantes foi realizado por Cox e ffytche (2014). Foi enviado a 4000 membros da Sociedade Macular um questionário sobre a fenomologia da Síndrome de Charles Bonnet, relato dos sintomas, seu prognostico e impacto. Foram identificadas 492 pessoas com Síndrome de Charles Bonnet. Cerca de 75% delas apresentavam as alucinações visuais em média há 5 anos ou mais. 32% com resultados negativos com as alucinações frequentes

afetando as atividades de vida diária e induzindo ao medo.

O impacto das implicações psicológicas e sociais no desconhecimento da Síndrome de Charles Bonnet pode ser maior do que se pensava. Na revisão feita por Jones et al. (2021) realizada com estudos recentes sobre a síndrome, o autor relata que há um maior foco nestes estudos na patogênese da síndrome, em relação ao impacto negativo que as alucinações visuais podem causar nos pacientes. Pacientes podem ter alucinações que causam medo, insônia, stress, ansiedade. Muitas vezes o desconhecimento de que as alucinações podem fazer parte do processo da perda visual, faz com o paciente sinta que está "enlouquecendo", causando prejuízo na sua qualidade de vida e causando maior isolamento social.

Outro fator abordado nesta revisão foi o desconhecimento da comunidade médica em relação à síndrome. Cerca de 55% da comunidade médica revela não ter conhecimento da síndrome e 85% nunca discutiram a possibilidade das alucinações visuais com os pacientes de baixa visão.

Considerações Finais

A Síndrome de Charles Bonnet permanece obscura apesar de descrita há 250 anos. Com o advento da tecnologia como ressonância magnética funcional e eletrofisiologia a patogênese têm sido investigadas em estudos recentes. Porém ainda não explica o porque alguns indivíduos desenvolvem alucinações com a perda visual e outros não. A síndrome ainda é desconhecida em grande porcentagem da comunidade médica e dos pacientes com baixa visão. Este desconhecimento pode causar sofrimento aos pacientes com a Síndrome de Charles Bonnet e também uma subnotificação dos casos da Síndrome. É preciso maior divulgação e conhecimento sobre a Síndrome de Charles Bonnet nas instituições de ensino da comunidade médica, para que as questões sobre alucinações visuais façam parte da propedêutica de atendimento de pacientes com baixa visão.

Agradecimentos

Agradeço à comunidade Lucy Montoro Diadema. Ao professor Marcelo Costa e à minha família.

Declaração de Conflito

O autor declara não haver conflito de interesse.

Referências

Burke, W. (2002). The neural basis of Charles Bonnet hallucinations: A hypothesis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 73(5), 535–541. https://doi.org/10.1136/jnnp.73.5.535

Cox, T. M., & ffytche, D. H. (2014). Negative outcome Charles Bonnet syndrome. *The British journal of ophthalmology*, *98*(9), 1236–1239. https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2014-304920

Firbank, M. J., daSilva Morgan, K., Collerton, D., Elder, G. J., Parikh, J., Olsen, K., Schumacher, J., Ffytche, D., & Taylor, J. P. (2022). Investigation of structural brain changes in Charles Bonnet Syndrome. *NeuroImage. Clinical*, *35*, 103041. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2022.103041

Gilmour, G., Schreiber, C., & Ewing, C. (2009). An examination of the relationship between low vision and Charles Bonnet syndrome. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 29(6), 567–574. https://doi.org/10.3129/i08-169

Gordon, K. D. (2016). Prevalence of visual hallucinations in a national low vision client. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 110(3), 173–181. https://doi.org/10.1016/j.jcjo.2015.10.006

Hahamy, A., Wilf, M., Rosin, B., Behrmann, M., & Malach, R. (2021). How do the blind "see"? The role of spontaneous brain activity in the self-generated perception. *Cerebral Cortex*, 31(2), 868–880. https://doi.org/10.1093/brain/awaa384

Hedges, T. R. Jr. (2007). Charles Bonnet, his life, and his syndrome. *Survey of Ophthalmology*, 52(2), 111–114. https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2006.10.007

Jones, L., Finn, L. D., Enoch, J., & Moosajee, M. (2021). An overview of psychological and social factors in Charles Bonnet syndrome. *Eye*, 35, 1234–1243. https://doi.org/10.1177/25158414211034715

Lerario, A., Ciammola, A., Poletti, B., Girotti, F., & Silani, V. (2013). Charles Bonnet syndrome: Two case reports and review of the literature. *European Journal of Neurology*, 20(7), 885–891. https://doi.org/10.1007/s00415-013-6857-7

Madill, S. A., Lascaratos, G., Arden, G. B., & ffytche, D. H. (2009). Perceived color of hallucinations in the Charles Bonnet syndrome is related to residual color contrast sensitivity. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 50(11), 5045–5048. https://doi.org/10.1097/WNO.0b013e3181b1b2bf

Painter, D. R., Dwyer, M. F., Kamke, M. R., & Mattingley, J. B. (2018). Stimulus-driven cortical hyperexcitability in individuals with Charles Bonnet hallucinations. *Current Biology*, 28(3), 347–353. https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.08.058

Russell, G., Harper, R., Allen, H., Baldwin, R., & Burns, A. (2017). Cognitive impairment and Charles Bonnet syndrome: A prospective study. *The British Journal of Psychiatry*, 211(6), 385–390. https://doi.org/10.1002/gps.4665

Estratégias Para Reabilitação dos Déficits Adquiridos de Campo Visual Após AVC

Bernardo Amarante de Lara

Estratégias Para Reabilitação dos Déficits Adquiridos de Campo Visual Após AVC

Bernardo Amarante de Lara[1]

[1]Especialista em Fisioterapia Neurofuncional, Mestre em Envelhecimento Humano, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. Email: ftbernardolara@hotmail.com

Resumo:

Os déficits de campo visual periférico afetam seriamente a capacidade funcional e a qualidade de vida após o AVC, causando um risco aumentado de quedas, capacidade prejudicada de leitura, inabilidade para dirigir um automóvel, alterações de humor e impacto negativo na participação na reabilitação. Portanto, o objetivo desta revisão de literatura é realizar a descrição dos métodos existentes de intervenção de recuperação funcional para pessoas com déficits adquiridos de campo visual após AVC. Foi realizada uma busca de artigos publicados nas bases de dados Pubmed, Cochrane e Scielo, sem delimitação de período de pesquisa, que se utilizaram de técnicas de recuperação funcional para compensação ou restituição do campo visual perdido. Onze artigos foram incluídos nesta revisão. A terapia de compensação envolve treinamento explícito para que se realize mais movimentos dos olhos e cefálicos para conscientizar o indivíduo a explorar o campo visual periférico perdido. A terapia de restituição é uma estratégia para restaurar a percepção visual consciente e diminuir o tamanho do campo visual defeituoso. A utilização da neuromodulação não invasiva está sendo investigado como método coadjuvante no tratamento. Ainda são necessários novos ensaios clínicos, com padronização de intervenções e protocolos, para que se avalie a eficácia, dose e tempo de terapia das técnicas propostas.

Palavras-Chave: Perda de campo visual, Hemianopsia, AVC, Reabilitação, Estimulação Visual.

Introdução

Se estima que cerca de 65% dos sobreviventes de AVC apresentem deficiência visual (DV) após o evento lesivo (Rowe et al. 2017), tornando-a assim comum nesta população. A DV pode ser categorizada a partir de quatro funções visuais prejudicadas: visão central reduzida, perda de campo visual periférico, distúrbios da percepção visual e distúrbios do movimento ocular (Jones & Shinton, 2006; Rowe, 2017). Partindo deste ponto, se entende ainda que em cada categoria é possível que existam uma série de déficits visuais relacionados a cada função específica.

A perda de campo visual periférico após AVC é um desses déficits, sendo uma causa comum de morbidade em humanos e é resultante de danos ao córtex visual primário (V1) ou seus aferentes imediatos (Zhang et al. 2006). Estudos demonstram que cerca de 45% dos sobreviventes de AVC apresentarão esse déficit específico (Rowe et al. 2017) que permanecerá como defeito permanente entre 8-10% das pessoas acometidas (Elfeky et al. 2021).

A extensão da perda no campo visual pode variar, desde a perda de toda a metade do campo visual até a perda de apenas uma parte da metade afetada, sendo afinal classificadas como hemianopsias, quadrantanopsias e/ ou escotomas dos hemicampos visuais direito e esquerdo e, embora a maioria dos casos seja unilateral, eles também podem se apresentar bilateralmente (Saionz, Busza & Huxlin, 2022). É importante salientar que aproximadamente 70% das pessoas com perda de campo visual periférico manterão preservada a visão central (Kerkhoff, 2000).

Dentre as perdas de campo visual periférico, a Hemianopsia Homônima (HH) é a mais comum, envolve a perda de visão no mesmo lado do campo visual em ambos os olhos, está associada a um pior prognóstico para uma recuperação funcional bem-sucedida (Elfeky, 2021) e é causada predominantemente por lesões unilaterais do lobo occipital (54%), seguida por afecção das radiações ópticas (33%), trato óptico (6%) e Corpo Geniculado Lateral (CGL) (1%). Quando há lesão bilateral do lobo occipital, possivelmente exista a cegueira cortical (Glisson, 2014; Pula, 2017).

A HH afeta seriamente a capacidade funcional e a qualidade de vida após o AVC (Lauda, Neugebauer, Reiber & Jüttler 2015), causando um risco aumentado de quedas, capacidade prejudicada de leitura, inabilidade para dirigir um automóvel, alterações de humor e níveis mais elevados de institucionalização (Lavallée et al. 2013). Além disso, a HH tem impacto na participação na reabilitação após AVC e pode resultar em uma recuperação apenas parcial a longo prazo, levando os indivíduos à restrição de independência, isolamento social e depressão (Kernan et al. 2014).

De modo geral, indivíduos com defeitos no campo visual periférico não conseguem processar de maneira satisfatória as imagens de uma cena visual. Pessoas com função visual preservada usam seu campo de visão periférico como um sistema de orientação e sugestão para gerar movimentos oculares para olhar em direção a objetos de interesse. Assim, quando há visão periférica limitada, haverá dano no sistema de feedback visual, que seria responsável por orientar os movimentos dos olhos no campo visual para exploração do ambiente de maneira eficaz (Elfeky, 2021). Portanto, o objetivo desta revisão de literatura é realizar a descrição dos métodos existentes de intervenção de recuperação funcional para pessoas com déficits adquiridos de campo visual após AVC.

Materiais e Métodos

Foi realizada uma busca de artigos publicados nas bases de dados Pubmed, Cochrane e Scielo, sem delimitação de período de pesquisa, que se utilizaram de técnicas de recuperação funcional para compensação ou restituição do campo visual perdido após AVC utilizando as seguintes palavras chaves e seus cruzamentos: “Visual field Loss and Stroke” e “Visual field loss and Rehabilitation”.

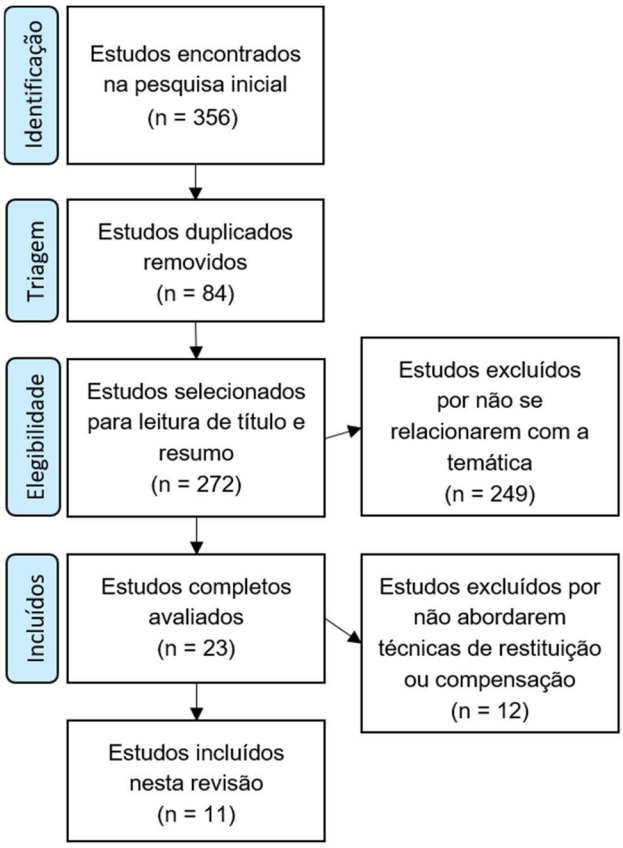
Foram aceitos artigos em qualquer idioma, sendo os critérios de inclusão, estudos que utilizaram como tratamento estratégias de compensação ou restituição de campo visual e artigos de revisão sobre o tema. Foram excluídos artigos que utilizaram como tratamento estratégias de substituição ou demais abordagens terapêuticas que não as citadas como critérios de inclusão.

Os títulos e resumos dos trabalhos identificados pela estratégia de busca foram avaliados pelo autor principal deste estudo. O processo de seleção estruturou-se em três etapas: 1) Excluíram-se os títulos duplicados; 2) Extinguiram-se os trabalhos que não forneceram informações suficientes em seus respectivos resumos; 3) Eliminaram-se artigos que não utilizaram estratégias de compensação ou restituição para o tratamento.

Resultados

Onze estudos foram incluídos nesta revisão a partir da estratégia de busca utilizada. O fluxograma com o detalhamento desta busca está na figura 1.

Figura 1
Fluxograma com a descrição da busca realizada e artigos incluídos.
Fonte: O autor (2024).



Discussão

De maneira geral a DV causa limitações no desempenho nas atividades diárias, como ler, assistir televisão, dirigir e locomover-se com segurança, o que as tornam um fator limitante na busca pela recuperação funcional após o AVC. A DV está diretamente associada à redução da qualidade de vida, à diminuição da participação em atividades cotidianas e ao aumento da depressão. Há também o aumento do risco de quedas e acidentes domésticos, insegurança (Falkenberg, Mathisen, Ormstad & Eilertsen, 2020), perda de independência e isolamento social (Rowe et al. 2017; Braga, Nickel, Lange & Piovesan, 2018). Aprender a conviver com uma deficiência visual é uma tarefa abrangente e complexa, intimamente interligada com aspectos existenciais e sociais.

De acordo com os achados desta revisão, com base nos 11 artigos incluídos, há descritas três terapias para o tratamento de reabilitação de pessoas com perda de campo visual após lesão encefálica adquirida, sendo elas a Terapia de Restituição, de Compensação e de Substituição (Hazelton et al. 2019).

A Terapia de Restituição fisiologicamente tem o objetivo de facilitar eventos bioquímicos que ajudam a restaurar o tecido neural funcional. No passado, pensava-se que as abordagens restitutivas teriam efeito limitado na reabilitação visual. No entanto, tratamentos por meio do treinamento de repetição da função deficiente são relatados ao longo dos anos como eficazes (Kerkhoff, 1999).

Já a Terapia de Compensação visa reduzir a incompatibilidade entre as competências dos pacientes e as exigências colocadas sobre eles pelo seu ambiente, ensinando-os a compensar a função perdida usando uma função poupada ou intacta. São exemplos: treinamento de movimentos oculares para leitura, postura ou movimentos compensatórios da cabeça, dicas de cores e treinamento em atividades da vida diária (Kerkhoff, 1999). Esta terapia busca otimizar o comportamento dos pacientes para melhorar o seu desempenho funcional diário. O treinamento sacádico exploratório é outro exemplo de reabilitação que consiste em aumentar a atenção dos pacientes em relação ao hemicampo cego para permitir-lhes examinar o espaço com mais cuidado (Matteo, Vigano, Cerri & Perin, 2016).

Embora a recuperação espontânea do campo visual possa ocorrer com vários graus de aumento do campo visual, ela ocorre predominantemente nos primeiros 3 meses após o AVC. Assim, estima-se que a Hemianopsia Homônima ocorra em 8% dos pacientes que tiveram um AVC com recuperação espontânea em apenas 50% dos casos (Sailer et al. 2003).

De acordo com Pula (2017), para pacientes que não alcançam resolução espontânea, há variedade de métodos de treinamento, com varredura visual e treinamento de busca para a compensação do campo visual periférico. Isso

inclui programas de treinamento de seguimento ocular e sacadas com utilização de computador e em papel e o uso de jogos de busca de palavras. Essas abordagens visam facilitar ao paciente o aprendizado de como compensar as dificuldades, melhorando a velocidade e a precisão dos movimentos oculares realizados no lado do defeito do campo visual. Os pacientes podem ser incentivados a ampliar suas sacadas em direção ao lado cego, localizando estímulos luminosos em seu escotoma em tarefas que exigem pesquisa visual. Esta técnica pode ainda ser associada a um treinamento audiovisual sistemático. Os fatores negativos para estre treinamento são lesões difusas ou comprometimento oculomotor (Alwashmi, Meyer & Rowe, 2022). Outras intervenções compensatórias elencadas na literatura são o uso de tiposcópios, réguas e técnicas de leitura vertical (Hanna, Hepworth & Rowe, 2017).

Winstein et al. 2016, na diretriz da reabilitação do AVC relata que há evidências que apoiam a reabilitação visual com uso de computador para defeitos do campo visual. Neste sentido, Mödden et al., realizaram um estudo randomizado com 45 pacientes com déficits de campo visual em que a terapia compensatória baseada na utilização de atividades em computador, reduziu os déficits funcionais globais, sendo superior ao resultado do grupo que realizou terapia ocupacional padrão.

Hazelton et al. (2019), descreve as intervenções restitutivas no contexto geral da DV incluindo aquelas em que há treinamento direto da função prejudicada ou estimulação repetitiva do movimento ocular e são exemplos: treinamento de convergência, treinamento de seguimento ocular e treinamento das sacadas para quando relacionados aos déficits oculomotores (Pollock et al. 2011) ou para compensação do campo visual.

Para a restituição dos déficits de campo visual periférico, a revisão de Matteo, 2016, aponta que a terapêutica pode ser subdividida em três subcategorias:

I) “Treinamento fronteiriço”, onde os estímulos visuais são ofertados entre zona de transição entre campos visuais intactos e danificados;

II) “Treinamento de visão às cegas”, no qual os estímulos são ofertados especificamente dentro do hemicampo cego;

III) “Terapia combinada”, em que se combinada a estimulação visual com técnicas de estimulação cerebral não invasiva, como a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC).

Na prática, a terapia de restituição envolve a apresentação de estímulos em uma área limítrofe da perda de campo visual, que podem ser luminosos, com formas e estratégias de identificação, localização e discriminação. De acordo com Hanna et al. (2019), uma diferença fundamental entre os estudos é a quantidade de treinamento prescrito, com duração variável de sessão entre 30 minutos e 1 hora e com frequência entre 3 e 7 vezes por semana. Já a duração total dos protocolos fica em torno de seis meses. Na maioria dos estudos sobre o tema, a expansão média relatada da borda do campo visual variou de 1 a 11,3 graus com melhora na qualidade de vida e em AVD’s, como mobilidade e leitura.

O estudo de Gall et al. (2017), relata que na fase subaguda do AVC, há evidências que apoiam a utilização do treinamento de varredura visual para compensação e do treinamento de restituição visual para pacientes com Hemianopsia Homônima (HH). Pacientes com dano cortical visual geralmente apresentam visão residual, que constitui a base para melhorar as funções visuais em pacientes com deficiência visual com dano cerebral, mesmo muitos anos após a lesão.

Além da técnica restitutiva por meio a apresentação de estímulos visuais, Smaakjær, Tødten & Rasmussen (2018) relatou que a terapia visual assistida por terapeuta aumentou a consciência visual periférica dos indivíduos. Além disso, os pacientes se sentiram mais seguros no trânsito e em atividades ao ar livre.

A velocidade de leitura melhorou, juntamente com a capacidade de manter a fixação do olhar em um objeto em movimento. Para alcançar estes resultados, os autores propuseram um protocolo com diversos exercícios de treinamento visual, dentre eles, exercícios vestibulares, estimulação tátil, estimulação cinestésica, exercícios de coordenação, estimulação de campo de visão, leitura, julgamento de distância/espaço/direção, e coordenação olho-mão.

Outra alternativa terapêutica para as falhas de campo visual após AVC é por meio da associação entre estimulação visual e técnicas de neuromodulação transcraniana, principalmente com correntes elétricas conhecidas como Estimulação Transcraniana por Corrente Alternada (tACS) e Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) (Gall et al. 2015).

Em pacientes com HH, a combinação de ETCC anódica occipital aplicada centralmente à posição de Oz com treinamento de campo visual baseado em computador para detecção de luz parece melhorar os resultados funcionais visuais em comparação com o treinamento sem ETCC, sugerindo que esta técnica pode ter um impacto positivo na restauração da visão. No entanto, ainda não estão claros os possíveis mecanismos de ação e são necessários mais estudos para sua comprovação de eficácia (Gall et al. 2015).

Alber, et al. (2017) avaliaram o uso do treinamento de restituição combinado com a ETCC para reabilitação visual no AVC subagudo. Os pacientes com hemianopsia homônima foram tratados com 10 sessões de ETCC (2mA, 10 sessões diárias de 20 minutos) combinada com a terapia restitutiva com início em média 50 dias após o AVC. A recuperação do campo visual foi comparada entre grupos intervenção e controle, que recebeu reabilitação padrão com movimento ocular compensatório. A amostra deste estudo foi pequena, porém, ambos os grupos apresentaram campos visuais melhorados, com a recuperação significativamente maior no grupo intervenção.

Um grande estudo multicêntrico tem proposto diferentes metodologias terapêuticas com neuromodulação não invasiva para a reabilitação da hemianopsia após acidente vascular cerebral crônico. São observadas mudanças entre grupos, onde a ETCC aumenta o campo visual do olho contralesional em comparação com a terapia de simulação (Räty et al. 2021). Isto demonstra que possivelmente a modulação da plasticidade da rede cerebral é uma ferramenta promissora para induzir a recuperação da visão (Xu, Wu, Nurnberger & Sabel, 2021).

É importante ressaltar que na execução do treinamento restitutivo, os pacientes devem fixar o olhar em um ponto central. Ao mesmo tempo, os estímulos visuais são apresentados na fronteira entre os seus campos cego e vidente. Isto supostamente ativa neurônios residuais que estão na zona de transição isquêmica. Por fim, este treinamento pode ser realizado em um computador pessoal (Alber et al. 2017).

Considerações Finais

Em resumo, a terapia de compensação envolve treinamento explícito para que se realize mais movimentos dos olhos e cefálicos para conscientizar o indivíduo a explorar o campo visual periférico perdido. Esta terapia tem sido administrada por meio de softwares que incentivam os movimentos oculares e, os pacientes podem melhorar seu desempenho em AVD’s. A realidade aumentada e a realidade virtual também estão emergindo nesse campo.

A terapia de restituição é uma estratégia para restaurar a percepção visual consciente e diminuir o tamanho do campo visual defeituoso. Vários grupos aplicaram programas de treinamento informatizados e relataram melhorias. Os programas consistem em um estímulo que é apresentado dentro do campo cego e deve haver detecção, discriminação ou identificação de cada estímulo. A utilização da neuromodulação não invasiva está sendo investigado como método coadjuvante no tratamento. Parece que as melhorias visuais

espontâneas em sobreviventes de AVC se restringem à detecção de luminância e que habilidades de discriminação só se recuperaram após treinamento deliberado. Estes achados, sugerem que após o dano V1, em vez de esperar pela estabilização da visão, as intervenções precoces de treinamento podem ser fundamentais para maximizar o potencial de recuperação do sistema.

Ainda são necessários novos ensaios clínicos, com padronização de intervenções e protocolos, para que se avalie a eficácia, dose e tempo de terapia das técnicas propostas.

Declaração de Conflito

Não há conflito de interesses a declarar.

Referências

Alber, R., Moser, H., Gall, C., & Sabel, B. A. (2017). Combined Transcranial Direct Current Stimulation and Vision Restoration Training in Subacute Stroke Rehabilitation: A Pilot Study. *PM and R*, *9*(8), 787–794. https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.12.003

Alwashmi K., Meyer G., & Rowe F. J. (2022) Audio-visual stimulation for visual compensatory functions in stroke survivors with visual field defect: a systematic review. Neurol Sci [Internet]. 43(4):2299–321. Available from: https://doi.org/10.1007/s10072-022-05926-y

Braga, M. M., Nickel, R., Lange, M., & Piovesan, É. J. (2018). Driving and visual deficits in stroke patients. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, *76*(2), 85–88. https://doi.org/10.1590/0004-282x20170184

Elfeky, A., D'Août, K., Lawson, R., Hepworth, L. R., Thomas, N. D. A., Clynch, A., & Rowe, F. J. (2021). Biomechanical adaptation to post-stroke visual field loss: a systematic review. In *Systematic Reviews* (Vol. 10, Issue 1). Systematic Reviews. https://doi.org/10.1186/s13643-021-01634-4

Falkenberg, H. K., Mathisen, T. S., Ormstad, H., & Eilertsen, G. (2020). "invisible" visual impairments. A qualitative study of stroke survivors' experience of vision symptoms, health services and impact of visual impairments. *BMC Health Services Research*, *20*(1), 1–12. https://doi.org/10.1186/s12913-020-05176-8

Gall, C., Silvennoinen, K., Granata, G., de Rossi, F., Vecchio, F., Brösel, D., Bola, M., Sailer, M., Waleszczyk, W. J., Rossini, P. M., Tatlisumak, T., & Sabel, B. A. (2015). Non-invasive electric current stimulation for restoration of vision after unilateral occipital stroke. *Contemporary Clinical Trials*, *43*, 231–236. https://doi.org/10.1016/j.cct.2015.06.005

Glisson, C. C. (2014). Visual loss due to optic chiasm and retrochiasmal visual pathway lesions. *CONTINUUM Lifelong Learning in Neurology*, *20*(4), 907–921. https://doi.org/10.1212/01.CON.0000453312.37143.d2

Hanna, K. L., Hepworth, L. R., & Rowe, F. J. (2017). The treatment methods for post-stroke visual impairment: A systematic review. *Brain and Behavior*, *7*(5), 1–26. https://doi.org/10.1002/brb3.682

Hazelton, C., Campbell, P., Rowe, F. J., Jonuscheit, S., Kernohan, A., Angilley, J., Henderson, C. A., Langhorne, P., & Pollock, A. (2019). Interventions for visual field defects in people with stroke. *Stroke*, *50*(12), E419–E420. https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.119.026516

Jones, S. A., & Shinton, R. A. (2006). Improving outcome in stroke patients with visual problems. *Age and Ageing*,*35*(6), 560–565. https://doi.org/10.1093/ageing/afl074

Kerkhoff, G. (1999). Restorative and compensatory therapy approaches in cerebral blindness - a review. Restor Neurol Neurosci. 1999;15(2-3):255-71

Kerkhoff, G. (2000). Neurovisual rehabilitation: Recent developments and future directions. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*, *68*(6), 691–706. https://doi.org/10.1136/jnnp.68.6.691

Kernan, W. N., Ovbiagele, B., Black, H. R., Bravata, D. M., Chimowitz, M. I., Ezekowitz, M. D., Fang, M. C., Fisher, M., Furie, K. L., Heck, D. V., Johnston, S. C., Kasner, S. E., Kittner, S. J., Mitchell, P. H., Rich, M. W., Richardson, D., Schwamm, L. H., & Wilson, J. A. (2014). Guidelines for the prevention of stroke in patients with stroke and transient ischemic attack: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. In *Stroke* (Vol. 45, Issue 7). https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000024

Lauda, F., Neugebauer, H., Reiber, L., & Jüttler, E. (2015). Acute silent brain infarction in monocular visual loss of ischemic origin. *Cerebrovascular Diseases*, *40*(3–4), 151–156. https://doi.org/10.1159/000437274

Lavallée, P. C., Cabrejo, L., Labreuche, J., Mazighi, M., Meseguer, E., Guidoux, C., Abboud, H., Lapergue, B., Klein, I. F., Olivot, J. M., Sirimarco, G., Gonzales-Valcarcel, J., Touboul, P. J., & Amarenco, P. (2013). Spectrum of transient visual symptoms in a transient ischemic attack cohort. *Stroke*, *44*(12), 3312–3317. https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.113.002420

Matteo, B. M., Vigano, B., Cerri, C. G., & Perin, C. (2016). Visual field restorative rehabilitation after brain injury. *Journal of Vision*, *16*(9), 1–18. https://doi.org/10.1167/16.9.11

Mödden, C., Behrens, M., Damke, I., Eilers, N., Kastrup, A., & Hildebrandt, H. (2012). A randomized controlled trial comparing 2 interventions for visual field loss with standard occupational therapy during inpatient stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *26*(5), 463–469. https://doi.org/10.1177/1545968311425927

Pollock, A., Hazelton, C., Henderson, C. A., Angilley, J., Dhillon, B., Langhorne, P., Livingstone, K., Munro, F. A., Orr, H., Rowe, F. J., & Shahani, U. (2010). Interventions for disorders of eye movement in patients with stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *December*. https://doi.org/10.1002/14651858.cd008389

Pula, J. H., & Yuen, C. A. (2017). Eyes and stroke: The visual aspects of cerebrovascular disease. *Stroke and Vascular Neurology*, *2*(4), 210–220. https://doi.org/10.1136/svn-2017-000079

Räty, S., Borrmann, C., Granata, G., Cárdenas-Morales, L., Schoenfeld, A., Sailer, M., Silvennoinen, K., Holopainen, J., De Rossi, F., Antal, A., Rossini, P. M., Tatlisumak, T., & Sabel, B. A. (2021). Non-invasive electrical brain stimulation for vision restoration after stroke: An exploratory randomized trial (REVIS). *Restorative Neurology and Neuroscience*, *39*(3), 221–235. https://doi.org/10.3233/RNN-211198

Rowe, F. J. (2017). Stroke survivors' views and experiences on impact of visual impairment. *Brain and Behavior*, *7*(9), 1–9. https://doi.org/10.1002/brb3.778

Rowe, F. J., Wright, D., Brand, D., Jackson, C., Harrison, S., Maan, T., Scott, C., Vogwell, L., Peel, S., Akerman, N., Dodridge, C., Howard, C., Shipman, T., Sperring, U., MacDiarmid, S., & Freeman, C. (2013). Profile of Gaze Dysfunction following Cerebrovascular Accident. *ISRN Ophthalmology*, *2013*, 1–8. https://doi.org/10.1155/2013/264604

Rowe, F. J., Wright, D., Brand, D., Maan, T., Peel, S., Akerman, N., Dodridge, C., Howard, C., Shipman, T., Sperring, U., MacDiarmid, S., & Freeman, C. (2017). Vision In Stroke cohort: Profile overview of visual impairment. *Brain and Behavior*, *7*(11). https://doi.org/10.1002/brb3.771

Sailer, M., Fischl, B., Salat, D., Tempelmann, C., Schönfeld, M. A., Busa, E., Bodammer, N., Heinze, H. J., & Dale, A. (2003). Focal thinning of the cerebral cortex in multiple sclerosis. *Brain*, *126*(8), 1734–1744. https://doi.org/10.1093/brain/awg175

Saionz, E. L., Busza, A., & Huxlin, K. R. (2022). Rehabilitation of visual perception in cortical blindness. *Handbook of Clinical Neurology*, *184*, 357–373. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819410-2.00030-8.

Smaakjær, P., Tødten, S. T., & Rasmussen, R. S. (2018). Therapist-assisted vision therapy improves outcome for stroke patients with homonymous hemianopia alone or combined with oculomotor dysfunction. *Neurological Research*, *40*(9), 752–757. https://doi.org/10.1080/01616412.2018.1475321

Winstein, C. J., Stein, J., Arena, R., Bates, B., Cherney, L. R., Cramer, S. C., Deruyter, F., Eng, J. J., Fisher, B., Harvey, R. L., Lang, C. E., MacKay-Lyons, M., Ottenbacher, K. J., Pugh, S., Reeves, M. J., Richards, L. G., Stiers, W., & Zorowitz, R. D. (2016). Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. In *Stroke* (Vol. 47, Issue 6). https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000098

Xu, J., Wu, Z., Nürnberger, A., & Sabel, B. A. (2021). Reorganization of Brain Functional Connectivity Network and Vision Restoration Following Combined tACS-tDCS Treatment After Occipital Stroke. *Frontiers in Neurology*, *12*(October). https://doi.org/10.3389/fneur.2021.729703

Zhang, X., Kedar, S., Lynn, M. J., Newman, N. J., & Biousse, V. (2006). Homonymous hemianopia in stroke. *Journal of Neuro-Ophthalmology*, *26*(3), 180–183. https://doi.org/10.1097/01.wno.0000235587.41040.39.



Implicações do Processamento Visual na Linguagem – Revisão Sistemática

Alexandre de Paula Sampaio
Elaine Silva Bezerra
Maria Aparecida Cormedi
Paula Mello Pereira Passos

Implicações do Processamento Visual na Linguagem – Revisão Sistemática

Alexandre de Paula Sampaio[1], Elaine Silva Bezerra[2], Maria Aparecida Cormedi[3], Paula Mello Pereira Passos[4]

[1] Fonoaudiólogo clínico, Campinas, São Paulo, Brasil. Email: fgoalexandresampaio@gmail.com

[2] Fonoaudióloga na VIVER: Visão para Aprender, São Paulo, São Paulo, Brasil. Email: maria@visaoparaaprender.com.br

3 Fonoaudióloga na VIVER: Visão para Aprender, São Paulo, São Paulo, Brasil. Email: elaine@visaoparaaprender.com.br

4 Fonoaudióloga clínica, Campinas, São Paulo, Brasil. Email: paulamellop@bol.com.br

Resumo:

A informação visual quando integrada pelo cérebro resulta na tradução de dados concretos para construção de processos simbólicos. Esta relação com a linguagem permitirá o estabelecimento do pensamento abstrato. Este estudo tem como objetivo encontrar na literatura a associação entre habilidades de processamento visual e desenvolvimento da linguagem, através de pesquisa estruturada com as estratégias PICO e PRISMA. Os critérios para inclusão consideraram publicações entre 2014 e 2024; em português, espanhol e inglês; artigos com associação entre linguagem e habilidades visuais; população de 0 a 12 anos de idade. Os descritores selecionados incluíram "Desenvolvimento da Linguagem", "Linguagem Infantil" e "Percepção Visual". As bases de dados utilizadas foram: BVS, PubMed e Scopus. Os resultados indicam que artigos relacionados à investigação de habilidades visuais e alterações de linguagem é escasso, apesar dos estudos encontrados apontarem a importância desta correlação. Há necessidade de investigações científicas robustas focadas em processamento visual central para identificação da influência direta no desenvolvimento de linguagem, parametrização de testes e diretrizes de conduta.

Palavras-Chave: Desenvolvimento da Linguagem, Linguagem Infantil, Percepção Visual.

Introdução

Ao refletir o desenvolvimento da linguagem na criança é comum que a visão seja desconsiderada como aspecto importante neste processo. Em alguns casos, até mesmo negligenciada pelos profissionais que atuam diretamente na (re)habilitação dos transtornos linguísticos, sejam da linguagem, da fala ou da comunicação. A predominância da audição sobre a aquisição da língua e o impacto dos problemas auditivos (periféricos e centrais) ainda ofuscam as habilidades visuais e suas relações com a linguagem (Sampaio et al., 2023).

Sabe-se que a visão tem papel fundamental na integração das demais informações sensoriais recebidas pelo indivíduo e, consequentemente, tem influência direta sobre o desenvolvimento de habilidades motoras, cognitivas e sociais (Ministério da Saúde, 2016). O olhar compartilhado da criança com seus parceiros possibilita a construção de vínculos e obtenção de respostas, mesmo antes das primeiras palavras (Ministério da Saúde, 2023).

As informações visuais quando integradas pelo cérebro contribuem na tradução de dados concretos para a construção de processos simbólicos. Essa tradução é possível, pois existem áreas cerebrais responsáveis pela análise e síntese de informações (região cortical posterior). Nestas áreas, que compõem a segunda unidade funcional de Luria (1981), os estímulos visuais vão desde sensações (que ainda não constituem imagem - área cortical primária), percepções (formação da imagem - área cortical secundária), até sua integração com informações de outras áreas (outros sentidos) - área cortical terciária (Luria, 1981).

A imagem formada na área cortical secundária ao se integrar com outras informações sensoriais na área cortical terciária, contribui com a construção da representação simbólica. Nesta fase ocorre também a relação com os significados das palavras, estruturas gramaticais e sistemas numéricos. Esta relação com a linguagem permitirá o estabelecimento do pensamento abstrato (Luria, 1981).

O presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática a respeito de estudos publicados entre os anos de 2014 e 2024, sobre a associação entre habilidades de processamento visual e desenvolvimento de linguagem e comunicação.

Frente à lacuna de corpo teórico consolidado sobre a investigação da relação entre o desempenho em linguagem e em habilidades de processamento visual, esta revisão sistemática buscou identificar e caracterizar estudos que utilizaram avaliações de componentes linguísticos e de processamento visual em crianças até 12 anos de idade.

Metodologia

O método utilizado para este estudo foi de Revisão Sistemática da literatura, considerado um estudo secundário, pela característica de coletar e analisar dados primários publicados na literatura científica (Galvão & Pereira, 2014).

Para construção da pergunta norteadora os pesquisadores utilizaram a estratégia PICO, um acrônimo (em inglês) para: população, intervenção, comparação e desfecho. Cada item representa um elemento essencial para a pergunta de pesquisa e a busca nas bases de dados (Santos et al., 2007; Galvão & Pereira, 2014). A organização PICO deste estudo está no Quadro 1, apresentado a seguir:

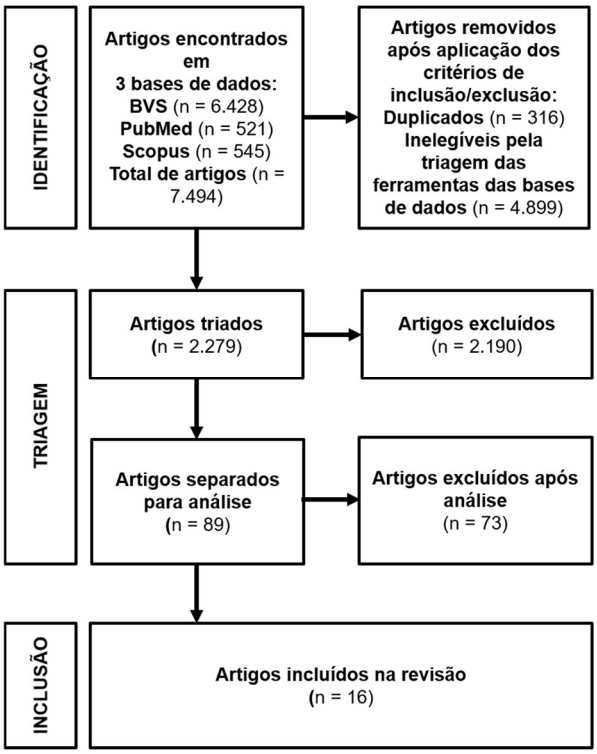
Quadro 1
Descrição da estratégia PICO
Fonte: Os Autores (2024)

Acrônimo	Definição	Descrição
P	População	Crianças de 0 a 12 anos, com desenvolvimento de linguagem oral típico ou não.
I	Intervenção	Avaliação/ intervenção de habilidades de processamento visual relacionadas aos marcos de desenvolvimento de linguagem.
C	Comparação	Habilidades visuais treinadas/ avaliadas e marcos de desenvolvimento de linguagem.
O	Desfecho	Impacto do processamento visual no desenvolvimento da linguagem.

Após a organização da estratégia PICO, os seguintes critérios foram definidos para elegibilidade de trabalhos: 1) artigos publicados entre os anos de 2014 e 2024; 2) estudos nos idiomas português, espanhol e inglês. Para estas seleções foram utilizadas as ferramentas de filtragem das próprias bases de dados; 3) artigos que tratem da associação entre a linguagem e habilidades visuais; 4) pesquisas com população composta por crianças de 0 a 12 anos de idade. Foram excluídos trabalhos com uma ou mais das seguintes características: revisões literárias, dissertações e teses, trabalhos completos

indisponíveis, trabalhos relacionados ao processamento auditivo e/ou surdez e todos aqueles com população acima de 12 anos de idade. A estratégia de pesquisa está apresentada na figura 1

Figura 1
Fluxograma de pesquisa com base na metodologia PRISMA
Fonte: Os Autores (2024)



Para a busca nas bases de dados foram utilizados descritores estabelecidos pela plataforma Descritores em Ciências da Saúde/Medical Subject Headings (DeCS/MeSH). De acordo com o objetivo desta revisão, os descritores selecionados foram: "Desenvolvimento da Linguagem", "Linguagem Infantil" e "Percepção Visual". Os três descritores foram utilizados em português, espanhol e inglês.

Como bases de dados foram utilizadas a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed e Scopus. O levantamento bibliográfico aconteceu de dezembro de 2023 a fevereiro de 2024. A última busca aconteceu em 11 de março de 2024. Foram encontrados 7.494 artigos - BVS: 6.428; PubMed: 521; Scopus: 545. Com uso das próprias ferramentas de busca das plataformas, foram filtrados 2.595 trabalhos (respeitando os critérios 1 e 2 citados acima) – BVS: 2295; PubMed: 137; Scopus: 163.

A seleção dos descritores, da estratégia PICO, das bases de dados e a busca dos artigos foi realizada pelos 4 autores em conjunto. Com o levantamento realizado, os artigos foram inseridos no Rayyan (Ouzzani et al., 2016), um aplicativo para realização de revisões sistemáticas.

Depois de inseridos, houve a checagem de duplicidades (316 artigos foram excluídos) e a etapa seguinte aconteceu de forma cega. A partir dos critérios de inclusão e exclusão, a primeira seleção foi realizada por 3 dos pesquisadores, que se encarregaram de analisar os títulos de 2279 artigos, sendo o quarto autor designado para resolução dos conflitos. Foram descartados 2190 que não correspondiam aos critérios de inclusão.

Os artigos filtrados (n=89) foram distribuídos entre os 4 autores para última análise. Utilizaram uma tabela com tópicos a serem avaliados para a decisão final. Ao fim desta etapa, os autores voltaram a se reunir com as tabelas preenchidas, para discutir dúvidas, vieses e definir quais artigos comporiam o estudo, pois muitos trabalhos, apesar de citarem o processamento visual e/ou desenvolvimento da linguagem em seus títulos e resumos, ou por terem resumos sem clareza das informações, ao serem analisados, não se encaixavam nos critérios de elegibilidade especificados.

Nesta última etapa, foram definidos 16 (excluídos: n=73) artigos para revisão, todos de publicações internacionais e que incluíam crianças de ambos os gêneros. Nenhuma publicação nacional atendeu aos critérios de inclusão estabelecidos pelos autores. As variáveis analisadas foram: amostra, objetivo, métodos, resultados e discussão. Os artigos foram organizados nos Quadros 2 e 3.

Resultados

Dos 16 estudos analisados, 10 são compostos por amostras de crianças de 0 até 36 meses

(Althaus & Westermann, 2016; Altvater-Mackense & Grossmann, 2016; Bobb et al., 2016; Rajhans et al., 2016; Slone et al., 2019; Ruba et al., 2021; Beunders et al., 2021; Sučević et al., 2021; Lane et al., 2022; Ogren & Johnson, 2022). Os trabalhos abordam por meio de análise de respostas comportamentais, rastreamento ocular e exames de neuroimagem, a importância das habilidades visuais na aquisição e desenvolvimento cognitivo e linguístico.

As habilidades visuais de atenção visual, visoespacial e processamento de movimento são citadas como preditoras para o desenvolvimento da linguagem oral uma vez que, associadas à nomeação durante a manipulação de objetos, facilitam o desenvolvimento do vocabulário (Slone et al, 2019; Beunders et al., 2021; Sučević et al.,2021; Lane et al,2022).

A atenção visoespacial e o processamento de movimentos são descritos como preditivos para o desenvolvimento cognitivo e motor geral (Beunders et al., 2021).

O desenvolvimento da representação de um objeto e a associação ao nome que o representa será adquirido com maior facilidade quando a criança o manuseia tridimensionalmente se comparado à criança que experiencia o objeto de forma estática (Slone et al, 2019; Sučević et al.,2021; Lane et al,2022). Também é relatado a preferência por estímulos visuais novos, que favorecerá a ampliação de vocabulário (Slone et al., 2019).

Um dos trabalhos analisados descreve melhor desempenho no reconhecimento de expressões faciais quando associadas a expressões corporais congruentes (Rajhans et al., 2016). Também é relatado melhor desempenho na compreensão das expressões faciais em bebês do gênero feminino (Ogren & Johnson, 2022).

Os últimos seis trabalhos analisados foram realizados com crianças de 3 a 7 anos de idade.

Estudos longitudinais com crianças em idade pré-escolar e em período de alfabetização demonstram a importância da atividade da via ventral em reconhecimento facial (Liebig et al., 2021) e o desempenho em habilidades de processamento visual (Vernet et al., 2022) correlacionado às habilidades de acurácia e velocidade leitora.

Ao estudar os aspectos de atenção visual e de atenção sustentada, autores observaram que palavras novas, expressadas oralmente, alteram a propriedade dinâmica do olhar, concluindo que palavras novas aumentam o tempo de atenção sustentada (Bobb et al., 2016; Carvalho et al., 2018).

Pesquisa dedicada à compreensão dos processos que envolvem diferentes níveis de discriminação facial aponta que a discriminação visual é um fator chave ao fazer inferências sobre o desenvolvimento da lateralização hemisférica para percepção facial e que a inversão do plano de imagem dos estímulos faciais diminui significativamente a resposta de discriminação individual (Lochy et al., 2020).

Outros autores pontuam que a memória está diretamente relacionada à atenção visual e à linguagem, concluindo que a atenção visual das crianças foi dirigida tanto pela linguagem como por pistas visuais para apoiar a sua recordação, embora a atenção visual tenha mediado apenas parcialmente os efeitos da linguagem. Afirmam também que tanto a linguagem como a atenção visual influenciam a cognição espacial das crianças (Miller et al., 2020).

O último estudo analisado destaca que as crianças que conhecem mais nomes de cores, também apresentam melhor constância de cores, demonstrando a correlação entre o processamento perceptivo e o desenvolvimento cognitivo (Rogers et al., 2020).

Quadro 2

Artigos com amostra de crianças de zero a 36 meses de idade.

Fonte: Os Autores (2024)

AUTORES/ANO	OBJETIVOS	MÉTODOS	AMOSTRA	RESULTADOS
Althaus, N. & Westermann, G. (2016)	Avaliar o impacto do rótulo nas categorias pré-verbais.	Bebês avaliados para calibrar 9 pontos com rastreador ocular. Pequenos videoclipes animados foram exibidos no centro da tela para direcionar a atenção	63 bebês de 10 meses.	Os rótulos têm um impacto construtivo na formação de categorias em bebês pré-verbais que adapta sua estrutura de categorias de acordo com a forma como os objetos são rotulados.
Altvater-Mackense,N. & Grossmann, T. (2016).	Investigar se os bebês recrutam regiões cerebrais frontais inferiores em uma extensão diferente durante a percepção de sons da fala nativa auditiva e visual.	Examinar as respostas cerebrais frontais à correspondência e à incompatibilidade da fala audiovisual.	30 crianças alemãs de 5,5 a 6 meses.	Bebês com preferência para olhar para a boca do falante mostraram uma resposta frontal inferior esquerda melhorada à fala. As regiões frontais inferiores esquerdas desempenham um papel crucial na associação de informações de diferentes modalidades para a formação de categorias fonológicas multimodais.
Bobb, S. C., Huettig, F. & Mani, N. (2016).	Examinar o conteúdo da predição mediada pela linguagem em crianças pequenas e se são sensíveis às representações visuais das palavras futuras.	Crianças ouviram sentenças contextualmente restritivas ou sentenças contextualmente neutras ao visualizarem imagens idênticas ou relacionadas à forma do rótulo alvo ouvido.	28 crianças com 30 meses.	Crianças ativam informações de forma de informações linguísticas futuras em contextos semânticos contextualmente restritivos. Ouvir o contexto de uma frase que era preditiva da palavra-alvo ativou informações perceptivas que influenciaram a atenção visual em relação aos alvos relacionados à forma.
Rajhans, P., Jessen, S., Missana, M., & Grossmann, T. (2016).	Examinar as origens do desenvolvimento dos processos neurais envolvidos na percepção emocional através do corpo e do rosto em bebês.	Os bebês foram preparados com posturas corporais que foram seguidas por expressões faciais congruentes ou incongruentes. Os dados foram mensurados por potenciais cerebrais relacionados a eventos (ERPs).	32 bebês de 8 meses	As expressões corporais impactam o processamento de emoções faciais e que sinais corporais incongruentes prejudicam a discriminação neural das expressões faciais emocionais. Os efeitos de priming foram associados a processos de memória de atenção e reconhecimento.
Slone, L. K., Smith, L. B., & Yu, C. (2019)	Mostrar que a variabilidade de imagens visuais de um objeto, gerada pela manipulação do mesmo é importante para a aprendizagem precoce de palavras e pode ser o elo que conecta a	Deixar a criança interagir com objetos coloridos em ambiente neutro (branco), utilizando rastreador ocular, enquanto pais se comportavam o mais naturalmente possível. Foi codificado: variabilidade da imagem do objeto,	22 bebês de 15 meses com reavaliação 6 meses após, aos 21 meses.	Maior manipulação, maior formação de imagens variadas e maior vocabulário. A variabilidade nas propriedades da forma da imagem visual apoia os processos importantes para o aprendizado precoce de palavras.

	manipulação de objetos infantis ao vocabulário.	manipulação dos objetos, linguagem infantil.		
Ruba, A. L., Harris, L. T., & Wilbourn, M. P. (2021)	Examinar como os bebês pré-verbais mapeiam novos rótulos nas configurações faciais.	Os bebês foram testados com um paradigma de habituação modificado ("design de switch").	29 bebês de 14 meses.	Maturação cognitiva e o desenvolvimento da linguagem influenciam a aprendizagem associativa de palavras com configurações faciais dos bebês.
Beunders, V. A., Vermeulen, M. J., Roelants, J. A., Rietema, N., Swarte, R. M., Reiss, I. K., Pel, J. J., Joosten, K. F., & Kooiker, M. J. (2021).	Examinar a associação entre atenção e processamento visuoespacial precoce com resultados posteriores do neurodesenvolvimento em bebês muito prematuros.	Foram examinadas associações entre RTFs e várias medidas de desenvolvimento aos 2 anos, incluindo desenvolvimento cognitivo e motor, linguagem e comportamento	209 Recém-nascidos	Em 1 ano, RTFs de Cartoon e Motion 100 ms mais lentos foram associados a pontuações cognitivas mais baixas. Um Cartoon RTF 100 ms mais lento foi associado a uma diminuição na pontuação motora.
Sučević, J., Althaus, N., & Plunkett, K. (2021)	Determinar o impacto de rótulos e movimentos na aprendizagem de novas categorias visuais.	3 experimentos: Exp1 impacto dos rótulos na aprendizagem de novas categorias visuais. Exp2 papel dos recursos de movimento na formação de categorias. Exp3 formação de novas categorias visuais na ausência de quaisquer características transitórias, ou seja, quando há apenas informação visual.	26 bebês de 10 meses.	Codificação das correlações de características e uso para formar duas categorias distintas. Aumento progressivo de familiaridade com os exemplares da categoria. Teste validou preferências dos bebês impulsionadas pela novidade.
Lany, J., Aguero, A., & Thompson, A. (2022).	Avaliar se a sincronia palavra-objeto tem papel fundamental no desenvolvimento infantil, influenciando a percepção do objeto.	Testar se a sincronia palavra-objeto influencia as representações visuais de objetos dos bebês.	65 bebês com idade média de 6,41 meses	A sincronia palavra-objeto pode moldar poderosamente o desenvolvimento cognitivo, dado que a formação de representações robustas de objetos é uma cognição visual importante, e porque estas representações formam a base dos significados e extensões das palavras.
Ogren, M. & Johnson, S. P. (2022)	Investigar a percepção das emoções através de múltiplos pares de rostos.	Os pais relataram o vocabulário produtivo de seus filhos e os bebês participaram de uma tarefa não linguística de percepção de emoções por meio de um rastreador ocular.	50 bebês de 15 a 18 meses de idade.	Observou-se uma diferença de gênero: apenas as pontuações de vocabulário das meninas estavam relacionadas com a percepção de emoções não-verbais quando controladas a idade e a capacidade geral de percepção de objetos. Os meninos mostraram uma preferência maior para nova emoção.

Quadro 3

Artigos com amostra de crianças de 3 a 7 anos de idade.

Fonte: Os Autores (2024)

AUTOR/ ANO	OBJETIVO	MÉTODO	AMOSTRA	RESULTADOS
Carvalho, P. F., Vales, C., Fausey, C. M., & Smith, L. B. (2018)	Analisar como as crianças experimentam informações visuais quando ouvem uma frase com e sem um nome novo.	As crianças completaram uma tarefa de combinar com o modelo enquanto seus movimentos oculares eram registrados usando tecnologia de rastreamento ocular.	48 crianças idade *M* = 54 meses	Palavras novas alteram uma importante propriedade dinâmica do olhar: palavras novas podem levar o sistema cognitivo a períodos mais longos de atenção sustentada no início do desenvolvimento.
Lochy, A., Schiltz, C., & Rossion, B. (2020)	Testar dois níveis diferentes de discriminação facial: discriminação de rostos contra objetos, medição da seletividade facial ou discriminação entre rostos individuais.	Estimulação visual periódica rápida (FPVS) com eletroencefalografia do couro cabeludo (EEG).	52 crianças com média de idade de 5,5 anos.	A inversão do plano de imagem dos estímulos faciais diminui significativamente a resposta de discriminação individual. Não há relação entre a lateralização hemisférica direita na discriminação facial individual e os níveis pré-escolares de habilidades de leitura.
Miller, H. E., Kirkorian, H. L., & Simmering, V. R. (2020)	Comparar os efeitos linguagem x pistas visuais.	Completar duas tarefas que exigiam memória para a localização de um brinquedo sob um dos quatro copos em uma série de copos e pontos de referência após um atraso de 5 segundos e rotação da matriz.	94 crianças de 4 a 5 anos.	A atenção visual foi dirigida tanto pela linguagem como por pistas visuais para apoiar a sua recordação. No entanto, a atenção visual mediou apenas parcialmente os efeitos da linguagem: a linguagem apoiou a recordação e direcionou a atenção visual.
Rogers, M. R., Witzel, C., Rhodes, P., & Franklin, A. (2020).	Investigar como a "constância perceptiva" se relaciona com a aprendizagem de línguas, investigando a relação entre a constância das cores e o conhecimento dos termos das cores.	Foi utilizado um novo método para testar a constância das cores, onde as crianças são obrigadas a combinar estímulos coloridos sob diferentes iluminações.	42 bebês entre 33 e 45 meses.	Relação positiva entre constância de cores e conhecimento dos termos de cores; as crianças que conheciam mais palavras sobre cores também apresentaram melhor constância de cores. A relação permaneceu mesmo considerando o efeito da idade e da capacidade de discriminar cores.
Liebig, J., Froehlich, E., Sylvester, T., Braun, M., Heekeren, H. R., Ziegler, J. C., & Jacobs, A. M. (2021).	Investigar os preditores neurais da aquisição da leitura.	Crianças pré-alfabetizadas foram testadas com uso de ressonância funcional passiva para símbolos visuais e processamento de linguagem auditiva (palavras faladas).	54 crianças com média de idade de 5,6 anos.	A resposta seletiva de face no giro fusiforme bilateral foi positivamente associada à nomeação automática rápida (RAN). A resposta às palavras faladas foi negativamente associada ao RAN no sistema de linguagem temporoparietal dorsal. Longitudinalmente, a resposta neural aos rostos na corrente ventral previu a fluência de leitura futura. Maior atividade neural nos giros temporais inferior e médio foi associada a um melhor desempenho em leitura.

Vernet, M., Bellocchi, S., Leibnitz, L., Chaix, Y., & Ducrot, S. (2022)	Identificar se o desempenho em habilidades visuais na pré-escola é preditor para desempenho leitor na alfabetização.	Processos visuais (avaliados com o teste Developmental Eye Movement (DEM) no último ano da pré escola e reavaliados no desempenho de leitura após 1 ano, no 1.o ano.	51 pré-escolares, de 5 a 7 anos de idade, sendo 31 reavaliados após 1 ano.	31% da amostra de pré-escolares apresentaram alterações no processamento visual (sem queixas clínicas) e a acurácia e a velocidade de leitura nos escolares da primeira série correlacionaram-se significativamente com as habilidades visuais avaliadas na educação infantil, confirmando o papel significativo dos processos oculomotores e perceptivo-visuais na aquisição das habilidades de leitura.

Conclusão

Ao considerar o período estabelecido para esta revisão, observou-se que ainda é escasso o número de artigos relacionados à investigação de habilidades visuais e alterações de linguagem, apesar dos estudos encontrados apontarem a importância desta correlação.

A literatura existente sugere que a cognição visual desempenha um papel importante no desenvolvimento cognitivo, sendo que a maioria dos artigos encontrados aborda a questão sob a perspectiva da neuropsicologia.

A investigação da participação e importância do processamento visual para o desenvolvimento de diferentes habilidades de linguagem faz-se necessária, especialmente em grupos acima dos 36 meses visto que poucas publicações abordam crianças maiores.

Durante a pesquisa de seleção dos trabalhos, foram encontradas muitas publicações com interesse principal em linguagem e que utilizam testes de percepção visual em meio a testes destinados à investigação de outras habilidades sensoriais e perceptuais.

Assim, evidencia-se a necessidade de investigações científicas mais robustas com abordagem principal em processamento visual central para a identificação da influência dessas habilidades em comportamentos relacionados ao desenvolvimento de linguagem, parametrização de testes e diretrizes de conduta.

O presente estudo destaca, portanto, a importância da interação entre os sistemas linguístico e visual no processamento de informações. No entanto, esse é um campo ainda pouco explorado pela pesquisa científica, especialmente no que se refere à compreensão da interface entre esses domínios para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes no tratamento de alterações de linguagem.

Declaração de Conflito

Não há conflito de interesse por parte dos autores.

Referências

Althaus, N., & Westermann, G. (2016, Nov). Labels constructively shape object categories in 10-month-old infants. *Journal of Experimental Child Psychology, 151,* 5-17. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.11.013

Altvater-Mackensen, N., & Grossmann, T. (2016). The role of left inferior frontal cortex during audiovisual speech perception in infants. *NeuroImage, 133,* 14-20. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.02.061

Beunders, V. A., Vermeulen, M. J., Roelants, J. A., Rietema, N., Swarte, R. M., Reiss, I. K., Pel, J. J., Joosten, K. F., & Kooiker, M. J. (2021, Sep). Early visuospatial attention and processing and related neurodevelopmental outcome at 2 years in children born very preterm. *Pediatric Research, 90(3),* 608-616. https://doi.org/10.1038/s41390-020-01206-7

Bobb, S. C., Huettig, F., & Mani, N. (2016). Predicting visual information during sentence processing: Toddlers activate an object's shape before it is mentioned. *Journal of Experimental Child Psychology, 151,* 51-64. http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2015.11.002

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. (2016). *Diretrizes de estimulação precoce: crianças de zero a 3 anos, com atraso no desenvolvimento neuropsicomotor.* Brasília: Ministério da Saúde.

BRASIL, Ministério da Saúde. Instituto do Câncer Infantil e Pediatria Especializada. Hospital da Criança de Brasília José de Alencar. (2023). *Desenvolvimento neuropsicomotor, sinais de alerta e estimulação precoce: um guia para profissionais de saúde e educação.* Brasília: Ministério da Saúde.

Carvalho, P. F., Vales, C., Fausey, C. M., & Smith, L. B. (2018). Novel names extend for how long preschool children sample visual information. *Journal of Experimental Child Psychology, 168,* 1-18. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.12.002

Galvão, T. F., & Pereira, M. G. (2014, Mar). Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde, 23(1),* 183-184. https://doi.org/10.5123/S1679-49742014000100018

Lane, J., Aguero, A., & Thompson, A. (2022). The temporal dynamics of labelling shape infant object recognition. *Infant Behavior & Development, 67,* 1-14. https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2022.101698

Liebig, J., Froehlich, E., Sylvester, T., Braun, M., Heekeren, H. R., Ziegler, J. C., & Jacobs, A. M. (2021, Aug). Neural processing of vision and language in kindergarten is associated with prereading skills and predicts future literacy. *Human Brain Mapping, 42(11),* 3517-3533. https://doi.org/10.1002/hbm.25449

Lochy, A., Schiltz, C., & Rossion, B. (2020, May). The right hemispheric dominance for face perception in preschool children depends on the visual discrimination level. *Developmental Science, 23(3),* 1-16. https://doi.org/10.1111/desc.12914

Luria, A. R. (1981). *Fundamentos de neuropsicologia.* Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos; São Paulo: EDUSP.

Miller, H. E., Kirkorian, H. L., & Simmering, V. R. (2020, Mar). Using eye-tracking to understand relations between visual attention and language in children's spatial skills. *Cognitive Psychology, 117,* 1-19. https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2019.101264

Ogren, M., & Johnson, S. P. (2022, Aug). Nonverbal emotion perception and vocabulary in late infancy. *Infant Behavior and Development, 68,* 1-10. https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2022.101743

Ouzzani, M., Hamadi, H., Federowics, Z., & Elmagarmid, A. (2016, Dez 5). Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews, 5*(210), 1-10. https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4

Rajhans, P., Jessen, S., Missana, M., & Grossmann, T. (2016, Jun). Putting the face in context: Body expressions impact facial emotion processing in human infants. *Developmental Cognitive Neuroscience, 19,* 115-121. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.01.004

Rogers, M. R., Witzel, C., Rhodes, P., & Franklin, A. (2020). Color constancy and color term knowledge are positively related during early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology, 196,* 1-12. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.104825

Ruba, A. L., Harris, L. T., & Wilbourn, M. P. (2021, Jun). Examining preverbal infants' ability to map labels to facial configurations. *Affective Science, 2,* 142–149. https://doi.org/10.1007/s42761-020-00015-9

Sampaio, A. d. P., Bezerra, E. S., Cormedi, M. A., & Passos, P. M. P. (2023). *Processamento Visual: uma perspectiva fonoaudiológica* (1a ed.). Book Toy.

Santos, C. M. d. C., Pimenta, C. A. d. M., & Nobre, M. R. C. (2007, mai-jun). A estratégia pico para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. *Revista Latino-Americana de Enfermagem, 15(3),* 1-4. https://www.scielo.br/j/rlae/a/CfKNnz8mvSqVjZ37Z77pFsy/?format=pdf&lang=pt

Slone, L. K., Smith, L. B., & Yu, C. (2019, Fev 13). Self-generated variability in object images predicts vocabulary growth. *Developmental Science,* 1-12. https://doi.org/10.1111/desc.12816

Sučević, J., Althaus, N., & Plunkett, K. (2021, May). The role of labels and motions in infant category learning. *Journal of Experimental Child Psychology, 205,* 1-31. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.105062

Vernet, M., Bellocchi, S., Leibnitz, L., Chaix, Y., & Ducrot, S. (2022). Predicting future poor readers from pre-reading visual skills: A longitudinal study. *Applied Neuropsychology: Child, 11(3),* 480–494. https://doi.org/10.1080/21622965.2021.1895790

Identificação dos riscos da Deficiência Visual Cortical nas Crianças com Paralisia Cerebral

Elem Pereira Gomes
Livia Cristina Xavier Soares Avellar

Identificação dos riscos da Deficiência Visual Cortical nas Crianças com Paralisia Cerebral

Elem Pereira Gomes[1], Livia Cristina Xavier Soares Avellar[2]

[1] Fisioterapeuta na Clínica de Reabilitação Nubbe, Porto Velho, RO, Brasil. Email: elempereia@gmail.com

[2] Fisioterapeuta no Hospital Público Municipal de Macaé Rio de Janeiro, Brasil. Email: liviacxsa@hotmail.com

Resumo:

É crescente o número de crianças com paralisia cerebral (PC) que apresentam desvio cortical visual. Abordar o tema é relevante, dada a importância de o sistema visual prover informação para os ajustes do controle de tronco na posição sentada de crianças com PC. Logo, se levantou o seguinte questionamento: quais as crianças que têm riscos da Deficiência Visual Cortical (DVC)? O objetivo primário deste estudo foi apresentar uma revisão bibliográfica sobre a identificação dos riscos da DVC em crianças com paralisia cerebral, na qual, artigos de revisão relacionados ao tema foram incluídos no estudo, do período de tempo compreendido entre 2013 e 2023. Foram encontradas 22 publicações que respondiam à questão central desta pesquisa. Os estudos selecionados foram unânimes em indicar a existência de risco de prevalência de DVC em pacientes pediátricos com PC. Pode-se verificar que ainda são escassos os estudos sobre desvio cortical visual em crianças com paralisia cerebral. Apontam a existência de causas genéticas, bem como causas ainda incertas e fatores que favorecem o déficit de acuidade visual. Se diagnostica por meio de ressonância magnética, exame oftalmológico e avaliação. Crianças com paralisia cerebral que apresentam desvio cortical visual, normalmente, apresentam atraso no desenvolvimento motor, cognitivo e na fala.

Palavras-Chave: Paralisia cerebral, Desvio Córtex Visual, Crianças, Deficiência Visual Cortical, Deficiência Visual Cerebral.

Introdução

A Paralisia Cerebral (PC) é uma encefalopatia que acomete o cérebro em formação fetal, causando uma disfunção motora ou desordens permanentes relacionadas ao desenvolvimento do movimento e da postura (Fontes, Alegrete & Vieira, 2013). A PC, portanto, trata-se de uma desordem decorrente de lesão ao cérebro imaturo, que causa disfunções motoras na criança, a qual pode apresentar distúrbios cognitivos, afetivos e visuais, tal qual, a Deficiência Visual Cortical (DVC) (Chorna, Solomon, Slaughter, Stark, & Maitre, 2014).

Confere-se tais desordens a limitações funcionais que são atribuídas a distúrbios que acometem o portador durante a formação do cérebro fetal, levando a comprometimento da funcionalidade (se manifestando através de desordens motoras, distúrbios sensoriais, perceptivos, cognitivos, de comunicação e comportamental, epilepsia, dificuldades musculoesqueléticas secundárias). Ressalta-se que, nem sempre esses distúrbios estão presentes em pacientes com PC, porém, quando presentes podem ser reduzidos quando o paciente é tratado com tecnologias assistivas adequadas (Rosenbaum et al., 2007).

Quando o dano ao sistema visual ocorre nas vias ópticas posteriores ou vias genículo-estriadas, córtex occipital e vias de associação, caracteriza-se a DVC (Marques, 2019).

Quanto a classificação dos tipos de PC, pode-se classificar pela forma motora como espasticidade (unilateral ou bilateral), ataxia, discinesia e misto, e a forma anatômica como diplegia, hemiplegia e tetraplegia (Persson-Bunke, Hägglund, Lauge-Pedersen, Wagner, & Westbom, 2012).

A PC vem ocorrendo cada vez mais em países desenvolvidos, uma vez que vem aumentando a sobrevida de prematuros que sofreram algum grau de lesão cerebral (Solebo et al., 2017). A incidência da PC em países desenvolvidos ocorre entre 1,5-2,5 por 1.000 nascidos vivos, sendo mais prevalente em prematuros comparado a recém-nascidos a termo (Binha et al., 2018).

Quanto ao diagnóstico, a ressonância magnética auxilia na localização e definição da patologia cerebral. Achados na ressonância magnética de anormalidades são comuns, mas inespecíficas. Houve mais achados de substância branca anormal (sinal anormal, mielinização retardada ou diminuição no volume da substância branca) (Kelly et al., 2021).

A PC é incurável, todavia, vem se buscando formas para o portador dessa condição consiga ter autonomia nas suas atividades diárias, dentro das suas limitações. Nessa perspectiva indica-se cirurgias ortopédicas e no âmbito da fisioterapia, terapia ocupacional que podem melhorar o controle muscular, bem como interferir na marcha (Fontes et al., 2013).

A deficiência visual cerebral ou cortical decorre da mudança ou de lesões no córtex visual primário ou vias associadas, sendo atualmente uma causa importante de baixa visão em recém nascidos e crianças nos países desenvolvidos. A incidência em crianças com PC é alta. Dependendo do tamanho da lesão pode variar o comportamento e o comprometimento visual (Marques, 2019).

O termo “cegueira cortical” foi primeiramente empregado para descrição da deficiência de dano bilateral aos hemisférios visuais em pacientes adultos. Não foi utilizado para o público infantil, pois foi considerado inadequado, uma vez que existe alguma visão residual e da plasticidade do sistema visual em cérebros de crianças. Dessa forma, o termo mais adequado é "deficiência visual cortical", tornando-se amplamente usado a partir dos anos 90. Na atualidade, alguns autores consideram o termo "deficiência visual cerebral" mais adequado já que os comprometimentos visuais abarcam mudanças corticais, mudanças subcorticais ou ausência de lesões anatômicas, e pacientes que convulsionam ou apresentam alterações metabólicas (Marques, 2019).

A visão é uma fonte de informação importante para a manutenção do controle postural, fazendo parte do processo sensorial/perceptual que organizam e integram juntamente com a informação dos sistemas vestibular e somatossensorial, sendo um dos componentes reguladores, que interagem entre si para realizar o controle postural. A DVC impacta, assim, prejudicando o controle corporal/postural (Shumway-Cook & Woollacott, 2010).

A visão é uma função sensorial complexa que requer a participação hierárquica de estruturas de receptores (os fotorreceptores do olho), de transmissão (os nervos ópticos e radiações ópticas) e de processamento (o córtex visual) para transformar a informação visual capturada em percepções significativas. Danos em qualquer parte da via visual normalmente resultam em algum grau de deficiência visual com manifestações clínicas e funcionais características (Martin et al., 2016).

Face ao exposto, o presente estudo tem como foco identificar o que indicam os estudos sobre os riscos da DVC em crianças com paralisia cerebral. O desenvolvimento desse estudo se justifica uma vez que se faz importante identificar as características visuais e comportamentais comuns na deficiência visual cerebral para que se possa identificar precocemente esta condição e encaminhar para intervenção precoce, possibilitando a superação da DVC ou diminuição de seu impacto no

desenvolvimento visual de bebês e crianças (Marques, 2019).

Metodologia

A fim de alcançar o objetivo utilizou-se a revisão bibliográfica de abordagem qualitativa. Primeiramente se identificou o tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa para a elaboração da revisão integrativa.

Como critério de inclusão, artigos científicos sobre o desvio cortical visual no tratamento em crianças com paralisia cerebral, coletar dados em abordagens já trabalhadas por outros autores.

A resposta para o problema de pesquisa: o que indicam os estudos sobre desvio cortical visual em crianças com paralisia cerebral?

A presente pesquisa trata-se de um estudo de revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, realizado nas seguintes bases de dados: Pubmed e Google Acadêmico, BNV, *Fronteirs in psicology*. O levantamento dos dados consistiu na análise descritiva de artigos científicos publicados nos últimos 10 (dez) anos, ou seja, no período de 2013 a 2023.

As palavras-chave utilizadas foram: Paralisia cerebral. Desvio Córtex Visual. Crianças. Deficiência Visual Cortical. Deficiência Visual Cerebral.

Os critérios de inclusão para essa pesquisa foram a busca por artigos científicos que abordem a temática, que correspondem ao período de 2013 a 2023, nos idiomas português e inglês.

Os critérios de exclusão para essa pesquisa foram a busca por artigos científicos, que não correspondessem ao período de 2013 a 2023, que fossem artigos de revisão e que apresentassem somente resumo e título na base de dados, bem como não estivesse nos idiomas português ou inglês.

Foram encontrados 76 artigos nas bases de dados, dos quais, foram excluídos 54, sendo 04 estudos por estarem indisponíveis, 44 por estarem inferiores ao período, 03 por serem artigos de revisão e 03 por apresentarem apenas título e resumo (Figura 1).

Após a leitura na íntegra, ao final, foram incluídos 22 artigos para subsidiar a revisão de literatura (Tabela 1).

Os dados dos estudos selecionados foram identificados e a análise de dados foi realizada em conformidade com os dados sobre o tratamento fundamentado em riscos de DVC em crianças com PC.

Resultados

A seguir, pode-se verificar na tabela 1 que a literatura científica levantada, num total de 22 artigos que mostraram o que indicam os estudos sobre risco de desvio cortical visual em crianças com paralisia cerebral:

Tabela 1.
Distribuição das publicações (título, autor, ano, achados), entre os anos de 2013 a 2023, sobre o DVC em crianças com paralisia cerebral.
Fonte: Dados do Autor, 2023

Título	Autor/Ano	Achados
Visual Function Classification System for children with cerebral palsy: development and validation	Baranello et al., 2020	Algumas crianças com PC apresentam níveis limitados de funcionamento e participação devido a sua deficiência visual.
Mutations in DOCK7 in individuals with epileptic encephalopathy and cortical blindness	Perrault et al., 2014	Acredita-se cada vez mais que as encefalopatias epilépticas, tendo como característica a Cegueira Cortical sejam de origem genética (Mutações no DOCK7)
Cross-sectional study on childhood cerebral visual impairment in New Zealand	Chong & Dai, 2014	As principais causas de cegueira por deficiência visual cerebral foram hipóxia/asfixia perinatal, lesão não acidental e prematuridade, sendo apontado a cegueira cortical como característica de pessoas que tenham algum tipo de paralisia cerebral. As principais causas de cegueira por deficiência visual cerebral foram hipóxia/asfixia perinatal (25%), lesão não acidental (7%) e prematuridade (7%). Aproximadamente 50% de todos os casos de cegueira por deficiência visual cerebral eram potencialmente evitáveis; destes, 52% foram causados por hipóxia perinatal e 14% por lesão não acidental
Prenatal or Perinatal Injury? Diagnosing the Cortically Blind Infant	Ho, Mansukhani, & Brodsky, 2020	A ressonância magnética mostrou que a perda visual era atribuível a uma etiologia pré-natal com complicações secundárias ao nascimento.
Cerebral Visual Impairment Characterized by Abnormal Visual Orienting Behavior With Preserved Visual Cortical Activation	Kelly et al., 2021	Crianças com deficiência visual cerebral geralmente apresentam comportamentos de orientação visual anormais devido ao córtex visual prejudicado ou danificado.
Factors Associated With Lack of Vision Improvement in Children With Cortical Visual Impairment	Handa, Saffari, & Borchert, 2018	Ao observar melhora na acuidade visual em crianças que apresentam deficiência visual cortical resultante de diferentes tipos de lesão cerebral, não houve melhora em crianças com idade avançada.
Low vision due to cerebral visual impairment: differentiating between acquired and genetic causes	Bosch, Boonstra, Willemsen, Cremers, & Vries, 2014	A deficiência visual cortical pode fazer parte de uma síndrome genética.
More than blindsight: Case report of a child with extraordinary visual capacity following perinatal bilateral occipital lobe injury	Mundinano et al., 2019	A criança com DVC pode identificar prontamente e conscientemente rostos e cores felizes e neutros, tarefas associadas ao processamento do fluxo ventral.
Cerebral visual impairment is a major cause of profound visual impairment in children aged less than 3 years: A study from tertiary eye care center in South India	Pehere, Narasaiah, & Dutton, 2019	Em crianças menores de 3 anos, a DVC é uma das principais causas de deficiência visual.

Contributing factors to VEP grating acuity deficit and inter-ocular acuity difference in children with cerebral visual impairment	Cavascan et al., 2014	As crianças mais velhas e as que estavam sob terapêutica anticonvulsivante apresentavam maior risco de déficits visuais maiores.
Métodos de avaliação visual em crianças com deficiência visual cortical	Chang & Borchert, 2021	A deficiência visual cortical é a principal causa de deficiência visual pediátrica nos países desenvolvidos.
Deficiência visual cerebral: como o oftalmologista pode identificar e intervir	Marques, 2019	A deficiência visual cerebral ou cortical acontece em consequência de alteração ou lesão nas vias ópticas retrogeniculadas, córtex visual primário ou vias de associação.
Resultados cirúrgicos e observação em crianças com paralisia cerebral exotropia e deficiência visual cortical	Ye et al., 2022	Existe prevalência de problemas de acuidade visual (como estrabismo, hipermetropia, miopia e ambliopia) em pacientes pediátricos com PC, levam ao fenômeno de apinhamento e ao atraso na maturação visual.
Além do olho: diferenças corticais no processamento visual primário em crianças com paralisia cerebral	VerMaas et al., 2020	Há alta prevalência de aberrações visuais em pessoas com PC
Achados oculares em pacientes com paralisia cerebral do tipo espástica	Park, Yoo, Chung, & Hwang, 2016	Erros de refração, estrabismo, nistagmo, ambliopia e deficiência visual cortical são observados em 50 a 90% dos pacientes com paralisia cerebral. Todas as crianças com paralisia cerebral espástica podem necessitar de uma avaliação oftalmológica detalhada.
As Diretrizes Multidisciplinares para Diagnóstico e Encaminhamento em Deficiência Visual Cerebral	Boonstra, Bosch, Geldof, Stellingwerf & Porro, 2022	A maioria das crianças com DVC apresenta paralisia cerebral e/ou atraso no desenvolvimento.
Longitudinal neurological analysis of moderate and severe pediatric cerebral visual impairment	Jimenez-Gomez et al., 2022	A DVC é a causa mais comum de deficiência visual pediátrica nos países desenvolvidos e sua prevalência está aumentando nos países em desenvolvimento.
Ophthalmologic characteristics and outcomes of children with cortical visual impairment and cerebral palsy	West, Borchert, & Chang, 2021	Em nosso corte de estudo, crianças com DVC+PC tiveram maior probabilidade de comorbidades oftalmológicas e podem ter piores resultados de cirurgia de estrabismo em longo prazo do que crianças com DVC-PC.
Structural brain damage and visual disorders in children with cerebral palsy due to periventricular leukomalacia	Tinelli et al., 2020	Aponta-se risco de crianças com PC apresentarem DVC.
The effect of visual support strategies on the quality of life of children with cerebral palsy and cerebral visual impairment/perceptual visual dysfunction in Nigeria: study protocol for a randomized controlled trial	Duke et al., 2019	A deficiência visual cerebral (CVI), incluindo a disfunção visual perceptual (PVD), é comum em crianças com paralisia cerebral (PC).
Os centros de habilitação pediátrica noruegueses consideram a sua própria competência em deficiência visual cerebral limitada	Friede et al., 2023	A prevalência de DVC entre crianças com paralisia cerebral foi de apenas 8%, enquanto o status de DVC era desconhecido em 33%.
Avaliação ocular em pacientes com paralisia cerebral em hospitais infantis e oftalmológicos nos hospitais universitários, Lusaka, Zâmbia	Musiwa, Muma, & Mutoloki, 2023	A deficiência visual cortical é observada em 50 a 90% dos pacientes com paralisia cerebral.

Estatisticamente pode-se encontrar os seguintes resultados:

A fim de determinar a prevalência, etiologia e causas evitáveis da deficiência visual cerebral infantil na Nova Zelândia. As principais causas de cegueira por deficiência visual cerebral foram hipóxia/asfixia perinatal (25%), lesão não acidental (7%) e prematuridade (7%). Aproximadamente 50% de todos os casos de cegueira por deficiência visual cerebral eram potencialmente evitáveis; destes, 52% foram causados por hipóxia perinatal e 14% por lesão não acidental (Chong & Dai, 2014).

A deficiência visual cortical é diagnosticada quando um insulto às vias visuais retroquias mais e/ou ao córtex visual resulta em déficit visual bilateral na ausência de patologia ocular significativa ou doença das vias visuais anteriores. Ao observar melhora na acuidade visual em 83% das crianças de um grupo analisado, as quais apresentavam deficiência visual cortical resultante de diferentes tipos de lesão cerebral, associou-se os casos em que não houve melhora a idade avançada (Handa et al., 2018).

Em outro estudo, a DVC é observada em 50 a 90% dos pacientes com paralisia cerebral, sendo indicada uma avaliação oftalmológica detalhada em crianças com paralisia cerebral (Park et al., 2016).

Ainda na atualidade é preciso se fazer avaliações oftalmológicas nas crianças com PC, pois um estudo na Noruega demonstrou que a prevalência de DVC entre crianças com paralisia cerebral foi de apenas 8%, sendo na realidade 33%. A DVC parece ser frequentemente negligenciada em crianças com distúrbios do neurodesenvolvimento (Friede et al., 2023).

Discussão

Todos os estudos selecionados apontam risco de que existe prevalência de deficiência visual cortical em pacientes pediátricos com PC, apesar de nem todos terem como foco responder essa questão.

Além disso, estudos apontam que a PC está associada ao fenômeno de apinhamento e o atraso na maturação visual (Ye et al., 2022).

Acredita-se cada vez mais que as encefalopatias epilépticas e Cegueira Cortical (ou seja, falta de toda sensação visual apesar da integridade do olho) sejam de origem genética (Mutações no DOCK7), embora a etiologia exata permaneça incerta em muitos casos (Perrault et al., 2014). Avaliações adicionais (neurológicas ou genéticas) podem ser necessárias para completar o diagnóstico de DVC e/ou revelar a etiologia (Boonstra et al., 2022).

Portanto, a deficiência visual cortical pode fazer parte de uma síndrome genética e os achados oculares anormais estão presentes com mais frequência nas formas adquiridas de DVC. (Bosch et al., 2014).

Ao investigar fatores que contribuem para o potencial déficit de acuidade visual, viu-se que as crianças mais velhas e as que estavam sob terapêutica anticonvulsivante apresentavam maior risco de déficits maiores (Cavascan et al., 2014).

Comumente, os recém-nascidos com déficit no desenvolvimento visual, apresentam rotação dos olhos e cabeça para o mesmo lado, movimentando de forma a perseguir, e sem cruzar a linha média. Pacientes podem apresentar melhora, porém, quando acometidos pelo cansaço, esse comportamento pode se repetir (Marques, 2019).

Algumas crianças com PC apresentam níveis limitados de funcionamento e participação devido a sua deficiência visual, outras podem utilizar suas habilidades visuais para superar as limitações impostas pelo seu comprometimento motor (Baranello et al., 2020).

Crianças com deficiência visual cerebral, geralmente, apresentam comportamentos de orientação visual anormais devido ao córtex visual prejudicado ou danificado (Kelly et al., 2021). A deficiência visual cortical é a principal causa de deficiência visual pediátrica nos países desenvolvidos (Chang & Borchert, 2021).

Em crianças menores de 3 anos, a DVC é uma das principais causas de deficiência visual profunda e a maioria delas manifesta atraso em diversas áreas do desenvolvimento: atraso motor, atraso cognitivo, atraso na fala e atraso em múltiplas áreas do desenvolvimento (como combinação de atraso motor, cognitivo e de fala) (Pehere et al., 2019).

A ressonância magnética mostrou sinais de disgenesia cortical levando a malformações cerebrais congênitas, como polimicrogiria, consistente com um momento pré-natal de lesão do SNC. Embora as alterações subcorticais da substância branca fossem comuns, os sinais de lesão do córtex visual estavam ausentes, sugerindo que a perda visual era atribuível a uma etiologia pré-natal com complicações secundárias ao nascimento (Ho et al., 2020).

Ao contrário dos pacientes com visão cega, a criança com DVC pode identificar prontamente e conscientemente rostos e cores felizes e neutros, tarefas associadas ao processamento do fluxo ventral. Essas descobertas sugerem um redirecionamento significativo da informação visual (Mundinano et al., 2019).

Dada a alta prevalência da DVC em pessoas com PC, estudo aponta que complicações cerebrais perinatais subjacentes às deficiências sensório-motoras características observadas na PC afetem, simultaneamente, aspectos da via de processamento visual (por exemplo, geniculo estriado, radiações ópticas, córtex visual (VerMaas et al., 2020; Duke et al., 2019).

A DVC resulta de danos nas estruturas do processamento visual cerebral. É a causa mais comum de deficiência visual pediátrica nos países desenvolvidos e sua prevalência está aumentando nos países em desenvolvimento (Jimenez-Gomez et al., 2022; Park et al., 2016).

Atualmente, há uma compreensão limitada sobre como os fatores neurológicos, de desenvolvimento e oftálmicos predizem o resultado da pediátrica. Em concordância com achados anteriores, aspectos da história perinatal e do controle da epilepsia/convulsões podem ajudar a informar a gravidade e o prognóstico na clínica de neurologia geral ou oftalmologia. Por outro lado, esses aspectos, bem como características genéticas e específicas da epilepsia, podem alertar os profissionais de saúde visual na clínica para realizarem avaliação visual em indivíduos em risco (Jimenez-Gomez et al., 2022).

A maioria das crianças com DVC apresenta paralisia cerebral e/ou atraso no desenvolvimento. O diagnóstico precoce é crucial, no entanto, há necessidade de consenso sobre ferramentas de diagnóstico baseadas em evidências e critérios de encaminhamento. Pode ser feita uma diferenciação entre danos corticais e subcorticais e comprometimento da função visual relacionado (Boonstra et al., 2022).

Outra pesquisa evidenciou associação de crianças com DVC+PC, as quais apresentaram maior probabilidade de comorbidades oftalmológicas (West et al., 2021).

Estudo realizado com crianças italianas apontaram risco de PC+DVC. Os resultados indicaram que a gravidade da lesão cerebral se correlacionou fortemente com o escore total da função visual, a acuidade visual, o campo visual, a estereopsia e a cor foram comprometidas quando um dano cortical estava presente, enquanto a motricidade ocular (e em particular a fixação e as sacadas) foram comprometidas na presença de dano cerebral subcortical (Tinelli et al., 2020).

Considerações Finais

Os estudos selecionados foram unânimes em indicar a existência de risco de prevalência de DVC em pacientes pediátricos com PC.

Pode-se verificar que ainda são escassos os estudos sobre as causas de desvio cortical visual em crianças com paralisia cerebral, uma vez que apontam a existência de causas genéticas, bem como causas ainda incertas e fatores que favorecem o déficit de acuidade visual.

Sobre o diagnóstico, afirma-se que por meio de ressonância magnética é possível se determinar o desvio cortical visual em crianças, sendo comum a apresentação visível de mudanças

subcorticais da substância branca. Mas há casos que não se apresentavam sinais de lesão do córtex visual, indicando que que a perda visual poderia ser atribuída a uma etiologia pré-natal com complicações secundárias ao nascimento.

Crianças com paralisia cerebral que apresentam desvio cortical visual, normalmente, apresentam atraso no desenvolvimento motor, cognitivo e de fala.

Recomenda-se mais estudos que tratem, especificamente, dos tratamentos desenvolvidos e os resultados que vêm sendo alcançados em pacientes crianças com paralisia cerebral que apresentem desvio cortical visual, a fim de aprofundar o entendimento a respeito da temática.

Declaração de Conflito

Declaro não estar submetido a qualquer tipo de conflito de interesse junto aos participantes ou a qualquer outro colaborador, direto ou indireto, para o desenvolvimento desse estudo.

Declaro ainda que minha atuação como pesquisador é independente, autônomo e comprometida.

Referências

Baranello, G., Signorini, S., Tinelli, F., Guzzetta, A., Pagliano, E., Rossi, A., Foscan, M., Tramacere, I., & Romeo, D.M.M. (2020). Visual function classification system for children with cerebral palsy: Development and validation. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 62(1), 104-110.

Binha, A. M. P. et al. (2018). Perfil epidemiológico dos pacientes com paralisia cerebral atendidos na AACD - São Paulo. Acta Fisiátr. [Internet]. 25(1):1-6.

Bosch, D. G., Boonstra, F. N., Willemsen, M. A., Cremers, F. P., & Vries, B. B. (2014). Low vision due to cerebral visual impairment: Differentiating between acquired and genetic causes. *BMC Ophthalmology*, 14, 59.

Boonstra, F. N., Bosch, D. G. M., Geldof, C. J. A., Stellingwerf, C., & Porro, G. (2022). The multidisciplinary guidelines for diagnosis and referral in cerebral visual impairment. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 727565.

Cavascan, N. N., Salomão, S. R., Sacai, P. Y., Pereira, J. M., Rocha, D. M., & Berezovsky, A. (2014). Contributing factors to VEP grating acuity deficit and inter-ocular acuity difference in children with cerebral visual impairment. *Documenta Ophthalmologica*, 128(2), 91-99.

Chang, M. Y., & Borchert, M. S. (2021). Métodos de avaliação visual em crianças com deficiência visual cortical. *Current Opinion in Neurology*, 34(1), 89-96.

Chong, C., & Dai, S. (2014). Cross-sectional study on childhood cerebral visual impairment in New Zealand. *Journal of AAPOS*, 18(1), 71-74.

Chorna, O., Solomon, J. E., Slaughter, J. C., Stark, A. R., & Maitre, N. L. (2014). Anormal reatividade sensorial em bebês prematuros durante o primeiro ano se correlaciona com efeitos adversos resultados do neurodesenvolvimento aos 2 anos de idade. *Arquivos de Doenças na Infância: Fetais e Neonatal*, 99(6), 475-479.

Duke, R., Eyong, K., Burton, K., MacLeod, D., Dutton, G. N., Gilbert, C., & Bowman, R. (2019). The effect of visual support strategies on the quality of life of children with cerebral palsy and cerebral visual impairment/perceptual visual dysfunction in Nigeria: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 20(1), 417.

Friede, P., Hollung, S. J., Vik, T., Andersen, G. L., Cameron, D. L., Rodez, S. A., Haugen, O. H., Lundervold, T., Nicholas, J., & Stadskleiv, K. (2023). Os centros de habilitação pediátrica noruegueses consideram a sua própria competência em deficiência visual cerebral limitada. *Acta Pediátrica*, 112(7), 1530-1536.

Fontes, S., Alegrete, N., & Vieira, I. (2013). Caracterização das alterações vertebrais em crianças com paralisia cerebral. *Revista Portuguesa de Ortopedia e Traumatologia*, 21(3), 341-348.

Handa, S., Saffari, S. E., & Borchert, M. (2018). Factors associated with lack of vision improvement in children with cortical visual impairment. *Journal of Neuro-Ophthalmology*, 38(4), 429-433.

Ho, M. L., Mansukhani, S. A., & Brodsky, M. C. (2020). Prenatal or perinatal injury? Diagnosing the cortically blind infant. *American Journal of Ophthalmology*, 211, 56-62.

Jimenez-Gomez, A., Fisher, K. S., Zhang, K. X., Liu, C., Sun, Q., & Shah, V. S. (2022). Longitudinal neurological analysis of moderate and severe pediatric cerebral visual impairment. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 772353.

Kapoor, D., Anand, A., Siddiqui, S., & Sharma, S. (2022). A novel pathogenic variant in DOCK 7 gene in an infant

with dysmorphism, epileptic encephalopathy and cortical blindness. *Clinical Dysmorphology*, 31(1), 39-41.

Kelly, J. P., Phillips, J. O., Saneto, R. P., Khalatbari, H., Poliakov, A., Tarczy-Hornoch, K., & Weiss, A. H. (2021). Cerebral visual impairment characterized by abnormal visual orienting behavior with preserved visual cortical activation. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 62(6), 15.

Marques, L. C. (2019). Deficiência visual cerebral: Como o oftalmologista pode identificar e intervir. *eOftalmo*, 5(3), 107-115.

Martín, M. B. C., Santos-Lozano, A., Hernández, J. M., López-Miguel, A., Maldonado, M., Baladrón, C., Bauer, C. M., & Merabet, L. B. (2016). Deficiência visual cerebral versus ocular: O impacto na neuroplasticidade do desenvolvimento. *Frontiers in Psychology: Cognitive Science*, 7.

Mundinano, I. C., Chen, J., Souza, M., Sarossy, M. G., Joanisse, M. F., Goodale, M. A., & Bourne, J. A. (2019). More than blindsight: Case report of a child with extraordinary visual capacity following perinatal bilateral occipital lobe injury. *Neuropsychologia*, 128, 178-186.

Musiwa, M., Muma, I. M. K., & Mutoloki, M. E. (2023). Avaliação ocular em pacientes com paralisia cerebral em hospitais infantis e oftalmológicos nos hospitais universitários, Lusaka, Zâmbia. *Jornal de Avanços em Medicina e Pesquisa Médica*, 35(4), 1-7.

Park, M. J., Yoo, Y. J., Chung, C. Y., & Hwang, J. M. (2016). Ocular findings in patients with spastic type cerebral palsy. *BMC Ophthalmology*, 16(1), 195.

Pehere, N. K., Narasaiah, A., & Dutton, G. N. (2019). Cerebral visual impairment is a major cause of profound visual impairment in children aged less than 3 years: A study from tertiary eye care center in South India. *Indian Journal of Ophthalmology*, 67(10), 1544-1547.

Perrault, I. et al. (2014). Mutations in DOCK7 in individuals with epileptic encephalopathy and cortical blindness. Am J Hum Genet. 2014 Jun 5;94(6):891-7.

Persson-Bunke, M., Hägglund, G., Lauge-Pedersen, H., Wagner, P., & Westbom, L. (2012). Scoliosis in a total population of children with cerebral palsy. *Spine*, 37(12), 708-713.

Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., Dan, B., & Jacobsson, B. (2007). A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(2), 8-14.

Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2010). *Controle motor: Teoria e aplicações práticas* (3ª ed.). Editora Manole.

Solebo, A. L. et al. (2017). Epidemiology of blindness in children. Arch Dis Child. 2017 Sep;102(9):853-857. Setembro de 2017;102(9):853-857. doi: 10.1136/archdischild-2016-310532.

Tinelli, F., Guzzetta, A., Purpura, G., Pasquariello, R., Cioni, G., & Fiori, S. (2020). Structural brain damage and visual disorders in children with cerebral palsy due to periventricular leukomalacia. *NeuroImage: Clinical*, 28, 102430.

VerMaas, J. R., Embury, C. M., Hoffman, R. M., Trevarrow, M. P., Wilson, T. W., & Kurz, M. J. (2020). Beyond the eye: Cortical differences in primary visual processing in children with cerebral palsy. *NeuroImage: Clinical*, 27, 102318. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102318

West, M. R., Borchert, M. S., & Chang, M. Y. (2021). Ophthalmologic characteristics and outcomes of children with cortical visual impairment and cerebral palsy. *Journal of AAPOS*, 25(4), 223.e1-223.e6.

Ye, H., Liu, Q., Zhan, Q., Zhang, Y., Du, X., Zhang, X., Di, Y., & Qiao, T. (2022). Surgical outcomes and observation in exotropia cerebral palsy children with cortical visual impairment. *BMC Ophthalmology*, 22, 364.

Os Efeitos da Neuroplasticidade no Tratamento Tardio da Ambliopia: uma Revisão Sistemática

Tarciana de Souza Soares

Os Efeitos da Neuroplasticidade no Tratamento Tardio da Ambliopia: uma Revisão Sistemática

Tarciana de Souza Soares[1]

[1]Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina (EPM), São Paulo, SP, Brasil. Email: tarciana.souza12@unifesp.br

Resumo:

Introdução: A ambliopia resulta de um desenvolvimento visual anormal no período crítico de sensibilidade cortical pós-nascimento sob influência da neuroplasticidade e da experiência visual. Considerando o desenvolvimento das funções visuais, o melhor resultado terapêutico ocorre num período de maior plasticidade na infância que vai do nascimento aos 2-3 anos de idade com decréscimo e consolidação aos 7-8 anos e cujos efeitos de plasticidade são residuais no adulto. **Objetivo**: Esta revisão sistemática tem como intuito agregar estudos que demonstraram os efeitos da neuroplasticidade no tratamento tardio da ambliopia. **Métodos**: A revisão sistemática (RS) seguiu as recomendações do protocolo PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) com busca nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scielo, EMBASE, Cochrane Library, Periódicos da Capes e Lilacs em português e inglês de estudos publicados até fevereiro de 2024. A ferramenta ROBIS-I foi utilizada para avaliação do risco de viés. **Resultados**: Esta revisão incluiu 6 estudos segundo os critérios de elegibilidade. Destes, 5 (83,3%) eram ensaios clínicos não randomizados e 1 (16,7%) ensaio clínico randomizado. A média de idade variou de 6,2 a 44,0 anos com amostras de 9 a 42 participantes. A terapia oclusiva foi aplicada isolada ou conjuntamente em 4/6 (66,7%) dos estudos. **Conclusões**: Nos estudos incluídos considerou-se benéfico o tratamento de ambliopia em adultos e crianças. Efeitos tardios da neuroplasticidade precisam ser comprovados com acréscimo de estudos clínicos randomizados com amostras maiores.

Palavras-Chave: Ambliopia, Neuroplasticidade, Diagnóstico Tardio, Terapêutica

Introdução

A ambliopia (do grego, amblyos – fraco, cego; opia – visão) é tradicionalmente definida como a diferença da acuidade visual melhor corrigida entre os olhos igual a duas ou mais linhas da tabela de Snellen ou logarítmica decorrente de algum processo patológico ou fator ambliogênico e na ausência de outras alterações oftalmológicas justificáveis (Holmes & Clarke, 2006; Levi & Li, 2009). Estima-se que a prevalência alcance 2-4% das crianças (Holmes & Clarke, 2006; Birch, 2013), cujo impacto afeta diversas funções visuais, como a visão espacial, percepção de movimento, sensibilidade ao contraste e estereopsia (McKee, Levi & Movshon, 2003).

A ambliopia, uni ou bilateralmente, trata-se de uma disfunção da integração do processamento sensorial da visão durante o período crítico de plasticidade cerebral visual na infância - desde o nascimento até aproximadamente os 7 anos de idade[1]. Durante o desenvolvimento visual, a neuroplasticidade permite que o sistema visual perceptual realize adaptações e otimize as respostas neurobiológicas resultantes da interação binocular anormal por alterações fisiológicas, sensoriais ou de privação de estímulos visuais nítidos – como o estrabismo, a catarata ou ptose congênita, os erros refrativos não-corrigidos, e outras causas correlatas (Castaldi, Lunghi & Morrone, 2020).

No modelo animal proposto por Hubel e Wiesel, a privação do estímulo monocular testada

comprovou que a estrutura binocular no córtex visual primário (V1) e nas colunas de dominância ocular foram afetadas por alterações fisiológicas de deficiência cortical com impacto visual no olho privado devido à redução de neurônios binoculares (Wiesel e Hubel, 1963). Estudos prévios que utilizaram as imagens de ressonância magnética funcional e a tomografia por emissão de pósitrons (PET) mostraram a disfunção e redução da atividade cortical na área de V1 e áreas corticais superiormente integradas em pacientes amblíopes (Wang & Liu, 2023; Mizoguchi, Suzuki & Kiyosawa, 2005; Li et al., 2013).

O tratamento precoce oclusivo do olho dominante para estimulação do olho amblíope é preconizado para o desenvolvimento da binocularidade e prevenção da perda visual irreversível por ambliopia nas crianças (Birch, 2013). Outras formas de tratamento ainda incluem a correção do erro refrativo, o tratamento farmacológico com cicloplégicos e outras drogas como levodopa, e terapias de estimulação binocular (Kaur et al., 2023).

No entanto, a taxa de resposta é mais lenta quando o tratamento da ambliopia ocorre mais tarde, após o período de sensibilidade (Birch, 2013). A privação monocular de início precoce, pós-natal e persistente induz à mudança na dominância ocular e à perda de acuidade visual de difícil recuperação que permanece na vida adulta (Hensch & Quinlan, 2018). A decadência da neuroplasticidade com o avanço da idade e diferentes etiologias de ambliopia afetam o sucesso do tratamento (Thompson et al., 2023). A neuroplasticidade residual do córtex visual adulto para reabilitação ou recuperação fora da janela do período crítico depende da idade de início da privação monocular e da severidade da perda visual e é influenciada pelos estímulos inibitórios/excitatórios e pela integridade de circuitos corticais (Hensch & Quinlan, 2018).

A arquitetura do sistema visual de colunas verticais de dominância ocular e a organização retinotópica já existem no nascimento, mas é a experiência visual pós-nascimento que refina os circuitos neuronais e amadurece o processamento em V1 e áreas extraestriadas desencadeando o aumento da estabilidade de fixação e alinhamento ocular, para promoção da visão binocular (Tailor, Schwarzkopf & Dahlmann-Noor, 2017).

Na meta-análise de Holmes et al de estudos do *Pediatric Eye Disease Investigator Group* (PEDIG), crianças acima dos 7 anos de idade tiveram melhora menos significativa da acuidade visual no tratamento da ambliopia grave ou moderada e os resultados melhores encontrados foram em crianças de 3 a 5 anos quando comparadas às de 5 a 7 anos na ambliopia grave (Holmes et al., 2011).

O objetivo desta revisão sistemática foi sintetizar as evidências disponíveis da neuroplasticidade na efetividade do tratamento tardio da ambliopia.

Métodos

Esta revisão sistemática seguiu as recomendações do protocolo PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; Page et al., 2021).

Critérios de Elegibilidade

Os critérios de inclusão englobaram estudos integrais originais publicados e disponíveis nos idiomas português e inglês. Os tipos de desenhos de estudo incluídos foram: testes de diagnóstico, estudos transversais, estudos de caso-controle, séries de casos, estudos de coorte e revisões sistemáticas. Foram excluídos desta revisão: relatos de caso, cartas, editoriais, revisões bibliográficas, estudos em animais e artigos em que não foi possível obter o conteúdo completo.

Estratégia de pesquisa

Esta revisão incluiu a consulta até fevereiro de 2024 nas seguintes bases de dados:

PubMed/MEDLINE, Scielo, EMBASE, Cochrane Library, Periódicos da Capes e Lilacs. As estratégias de busca usaram os termos descritores das palavras-chaves desta RS (amblyopia/ambliopia, neuroplasticity/ neuroplasticidade, late diagnosis/diagnóstico tardio e therapeutics/terapêutica) e os operadores booleanos (delimitadores) ou termos conectores E/ AND, OU/ OR e NÃO/ NOT.

Seleção dos estudos

A ferramenta web Rayaan permitiu o gerenciamento dos estudos obtidos a partir das estratégias de busca. Os estudos duplicados foram deletados. Os títulos e resumos foram lidos para seleção de estudos elegíveis segundo os critérios de elegibilidade propostos. Os estudos elegíveis foram lidos integralmente e avaliados pelos critérios previstos para inclusão nesta revisão.

Avaliação do risco de viés

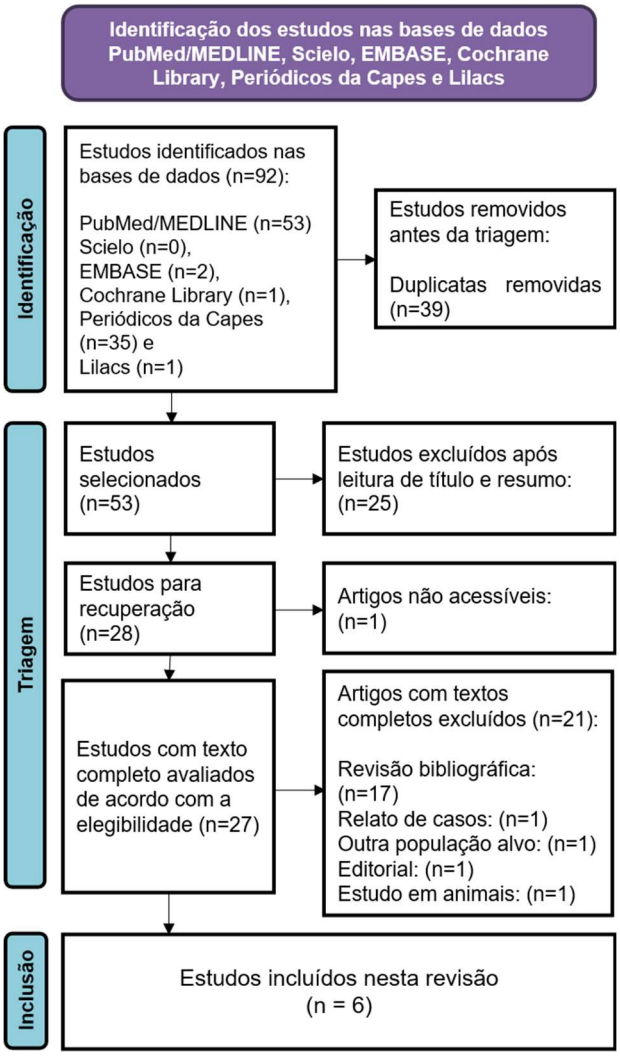
A avaliação do risco de viés para os estudos não randomizados foi realizada com a ferramenta ROBIS- I (Risk Of Bias In Non-randomised Studies - of Interventions) em 7 domínios (Sterne et al., 2016). A ferramenta avalia os domínios de viés com a consideração de perguntas norteadoras em 3 fases: antes (vieses em função de confundimento e seleção dos participantes), durante (viés na classificação da intervenção) e após o início das intervenções (vieses a respeito de desvios nas intervenções, dados ausentes, mensuração dos resultados e de seleção dos resultados relatados).

O julgamento de cada domínio define o estudo como de baixo risco de viés, moderado risco de viés, grave risco de viés, crítico risco de viés ou sem informação.

Resultados

A busca inicial de referências englobou 92 estudos provenientes das bases de dados PubMed/MEDLINE, Scielo, EMBASE, Cochrane Library, Periódicos da Capes e Lilacs (Figura 1). Destes, 39 duplicatas foram excluídas. Um total de 25 estudos foram removidos por não seguirem os critérios de elegibilidade definidos na leitura de título e resumo. Na etapa de triagem com a leitura completa, 22 artigos foram excluídos. Ao final, incluíram-se 6 estudos nesta revisão (Figura 1).

Figura 1
Fluxograma da busca da literatura e dos critérios de inclusão PRISMA para a RS
Fonte: A autora (2024)



Características dos estudos e resultados individuais

Todos os estudos incluídos foram publicados em inglês de 2008 a 2023 e realizados em países europeus e no continente norte americano. Incluíram-se 5 (83,3%) ensaios clínicos não randomizados e 1 (16,7%) ensaio clínico randomizado (Tabela 1).

Tabela 1.
Características dos estudos incluídos na RS (autores e ano de publicação, tipo de estudo, país, número total de participantes, faixa etária e média de idade e distribuição dos sexos).
Fonte: A Autora (2024)

ID	Autor, Ano.	Tipo de estudo	País	Participantes (n)	Faixa etária (média)	Sexo
1	Spiegel DP, et al. 2013.[17]	Ensaio Clínico Não Randomizado	Nova Zelândia	29	19-69 (44)	8 M / 5 F
2	Lunghi C, et al. 2016.[18]	Ensaio Clínico Não Randomizado	Itália	10	5-8 (6,2)	7 M / 3 F
3	Huttunen HJ, et al. 2018.[19]	Ensaio Clínico Randomizado	Finlândia	42	19-57 (37,5)	22 M / 20 F
4	Li RW, et al. 2011.[20]	Ensaio Clínico Não Randomizado	EUA	20	15-61 (31,4)	9 M / 11 F
5	Thompson B, et al. 2008.[21]	Ensaio Clínico Não Randomizado	Canadá	9	20-45 (32,5)	6 M / 3 F
6	Wu C, et al. 2023.[22]	Ensaio Clínico Não Randomizado	EUA	16	9-37(16)	10 M / 6 F

Legenda: ID – identificação do artigo; EUA – Estados Unidos da América; F – feminino; M – masculino; n – número total de indivíduos.

A média de idade variou de 6,2 a 44,0 anos com amostras de 9 a 42 participantes, conforme tabela 1. Os estudos #1, #3 e #5 avaliaram somente adultos.

Na tabela 2, sintetizou-se os objetivos, avaliações visuais e desfechos dos estudos incluídos na RS. Os estudos #1 e #5 estudaram terapia de eletroestimulação transcraniana não-invasiva, #3 e #6 a terapêutica farmacológica e em 4/6 (66,7%) foi avaliado o uso de oclusão com tampão (n=3) e filtros Bargenter (n=1) para demonstrar efeitos da neuroplasticidade visual

Tabela 2.
Síntese do objetivo, avaliações visuais e desfechos dos estudos incluídos na RS.
Fonte: A Autora (2024)

ID	Autor, Ano	Objetivo	Avaliação visual	Desfechos
1	Spiegel DP, et al. 2013.[17]	Avaliar se há melhora na função visual de adultos amblíopes, ou seja, na resposta neural a partir da estimulação anódica transcraniana por corrente contínua (a-tDCS).	Sensibilidade ao contraste antes, durante e 30 min após o tratamento de estimulação.	A técnica de estimulação cerebral não invasiva não demonstrou efeitos confiáveis na ativação do olho amblíope e contralateral nos participantes. Houve melhora da sensibilidade ao contraste em ambos os olhos em um subgrupo de respondedores à técnica. Os testes revelaram uma melhora significativa na sensibilidade ao contraste do olho amblíope em relação ao início e diretamente após (t7 = 5,213, P = 0,001) e 30 minutos após a-tDCS (t7 = 4,763, P = 0,002) nos respondedores.
2	Lunghi C, et al. 2016.[18]	Investigar se a plasticidade homeostática está presente na terapia de oclusão de ambliopia moderada.	Acuidade visual antes e durante a terapia de óculos com filtro de Bangerter no olho amblíope em 4 fases.	AV melhorou em todos os casos nos 2 primeiros meses. Seis em cada 10 crianças recuperaram totalmente a acuidade visual dentro de 5 meses desde o início do tratamento (20/20). O efeito homeostático de predomínio da dominância (índice de neuroplasticidade) do olho amblíope foi comprovado 2h depois da terapia e após 1 mês, mas retornou ao nível medido pré-tratamento, porém é um indicativo da recuperação favorável do olho amblíope.
3	Huttunen HJ, et al. 2018.[19]	Avaliar se o uso de fluoxetina melhora a AV nos adultos amblíopes.	Acuidade visual, avaliação da visão binocular no teste de Bagolini e sensibilidade ao contraste para ambos os grupos controle e fluoxetina.	A AV melhorou no tratamento (medicação, uso de tampão, correção refrativa e aprendizagem perceptual computadorizada) de 10 semanas nos grupos com uso de fluoxetina e placebo. A acuidade visual média no grupo controle mudou de 0,636 no início do estudo para 0,365 em 10 semanas e para 0,420 em 22 semanas. No grupo da fluoxetina, a acuidade visual média mudou de 0,645 no início do estudo para 0,481 às 10 semanas e para 0,474 às 22 semanas. O paradigma de treinamento (novos óculos, oclusão e treinamento perceptual computadorizado) foi tão eficaz quanto a dose de 20 mg de fluoxetina que não proporcionou nenhum benefício adicional.
4	Li RW, et al. 2011.[20]	Avaliar com um pequeno grupo piloto se jogar videogame com olhos amblíopes pode induzir plasticidade cortical e melhorar a visão espacial em adultos com ambliopia.	Acuidade visual, acuidade posicional, atenção espacial e acuidade estereoscópica.	A experiência de videogame, e não apenas o oclusor melhorou a visão amblíope. A acuidade posicional, atenção espacial e acuidade estereoscópica melhoraram com a terapia de video-game. O estudo mostrou que jogar videogame (jogos de ação e não ação) por um curto período de tempo (40-80 horas, 2 horas/dia) usando o olho amblíope resultou em uma melhoria substancial em uma ampla gama de funções visuais fundamentais, de baixo a alto nível, incluindo acuidade visual

				(33%), acuidade posicional (16%), atenção espacial (37%) e estereopsia (54%). Usando um projeto experimental cruzado (primeiras 20 horas: terapia de oclusão e 40 horas seguintes: terapia de video-game), puderam concluir que a melhora não pode ser explicada simplesmente pelo tapa-olho.
5	Thompson B, et al. 2008.[21]	Investigar se a plasticidade visual, medida como uma mudança nos limiares de detecção de contraste, poderia ser manipulada por estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTr), uma técnica não invasiva para estimular o córtex visual em adultos.	Sensibilidade ao contraste em uma grade de baixa frequência espacial e uma grade de alta frequência espacial diretamente antes (T0), diretamente após (T1) e 30 minutos após (T2) EMTr do córtex visual primário. Testaram dois regimes de estimulação diferentes, uma estimulação de baixa frequência de 1 Hz e uma estimulação de frequência mais alta de 10 Hz.	Sete dos nove pacientes responderam à estimulação em um ou em ambos os momentos pós-EMTr e, se esses resultados fossem considerados isoladamente, o efeito da EMTr era confiável em T2. Sete de nove e oito de nove participantes mostraram uma redução na sensibilidade ao contraste em T1 e T2, respectivamente, para olho não amblíope e condição de alta frequência espacial. Para todos os outros participantes, não houve alteração significativa na sensibilidade basal nas diferentes sessões de estimulação ($p > 0,05$), que foram separadas por pelo menos 1 semana, indicando que os efeitos da EMTr foram transitórios. Os dados mostram apenas um efeito transitório, como evidenciado pela falta de diferença entre as medições iniciais em sessões de estimulação sucessivas separadas por pelo menos 1 semana.
6	Wu C, et al. 2023.[22]	Estudar o uso de donepezil oral para tratar ambliopia residual em crianças e adultos ≥ 8 anos de idade. Em indivíduos abaixo dos 18 anos foi indicado oclusão conjunta 2h/dia.	Acuidade visual e acuidade estereoscópica.	A acuidade visual média dos olhos amblíopes melhorou 1,2 linhas (variação de 0,0 a 3,0) e 4/16 (25%) melhoraram ≥ 2 linhas após 12 semanas de tratamento. Os ganhos foram mantidos 10 semanas após a interrupção do donepezil e foram semelhantes para crianças e adultos. A acuidade estereoscópica não mudou significativamente desde o início até 12 semanas de tratamento ou até a consulta final.

Legenda: ID – identificação do artigo; p – p-valor

Avaliação do Risco de Viés

O risco de viés foi moderado em 4/5 (80,0%) dos estudos clínicos não randomizados pela ferramenta ROBIS-I (Figuras 2 e 3). Em Spiegel DP, et al. (2013) o risco de viés foi considerado crítico porque a resposta à intervenção teve influência na avaliação de desfecho de subgrupo de "respondedores" mais favoráveis ao tratamento testado de estimulação anódica transcraniana por corrente contínua para estudar o efeito no córtex visual (Spiegel et al., 2013). Lunghi C et al (2016) teve perda de dados devido à falhas de aderência de todos os participantes (Lunghi et al., 2016). Apenas 50% puderam acompanhar regularmente o estudo durante todo o período de avaliação, gerando vieses adicionais nos resultados pretendidos.

Wu C, et al (2023) teve o uso de tampão como confundidor na população abaixo de 18 anos e viés (Wu et al., 2023). Ademais, características individuais não exploradas nas análises em Thompson B, et al (2008) podem ter influenciado os efeitos da estimulação transcraniana magnética nos sujeitos amblíopes (Thompson et al., 2008).

O único estudo clínico randomizado de Huttunen HJ, et al (2018) teve como viés ausência de um grupo controle com visão normal, mas teve um baixo risco de viés pois considera um delineamento duplo-cego e alocação randomizada e bem distribuída entre os 2 grupos avaliados (placebo vs fluoxetina) (Huttunen et al., 2018).

Figura 2
Análise do risco de viés com a ferramenta ROBIS-I em gráficos tipo: "resumo", em barras, dos resultados para os domínios
Fonte: Adaptada de ferramenta Robvis (McGuinness & Higgins, 2020).

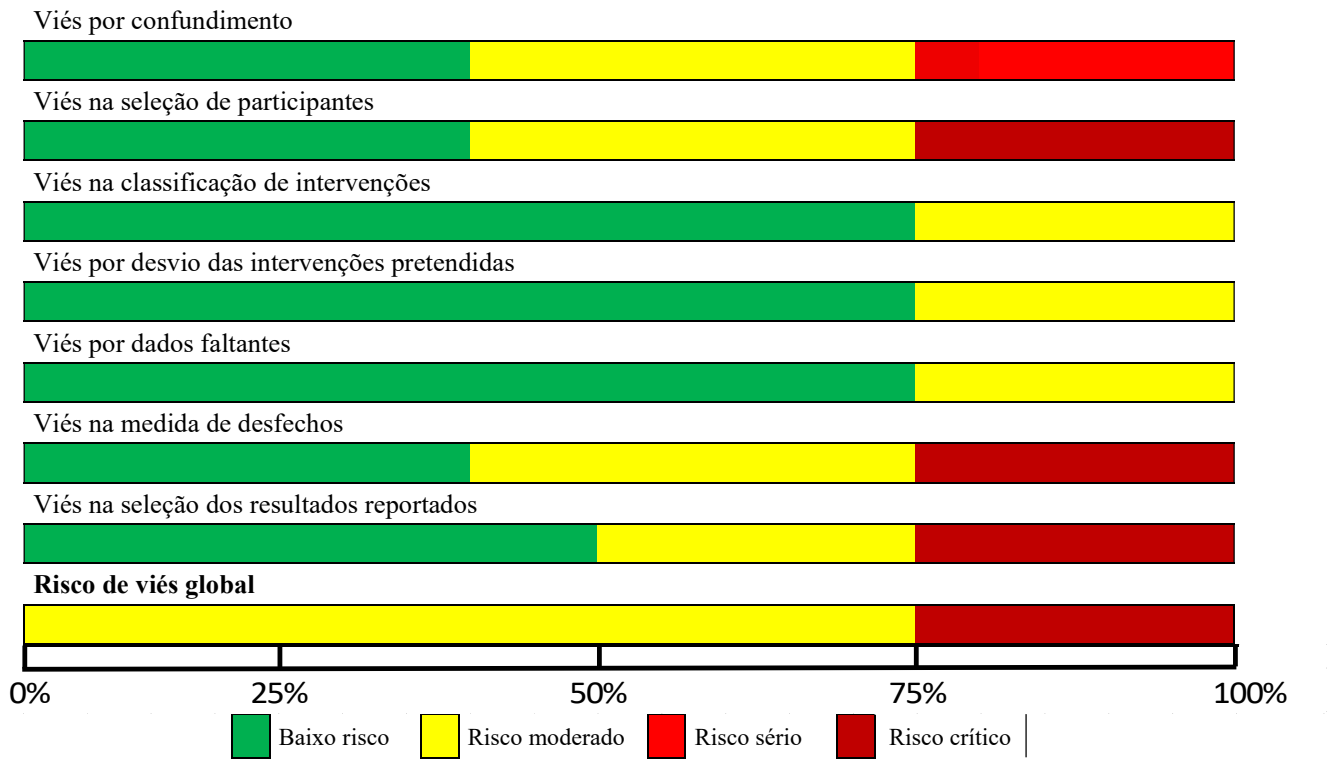


Figura 3
Análise do risco de viés com a ferramenta ROBIS-I em gráficos tipo: "semáforo" com respeito aos domínios para cada estudo individual.
Fonte: Adaptada de ferramenta Robvis (McGuinness & Higgins, 2020).

Estudo	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Global
Siegel et al., 2013	🔴	🟤	🟢	🟢	🟢	🟤	🟤	🟤
Lunghi et al., 2016	🟢	🟢	🟢	🟡	🟡	🟡	🟢	🟡
Li et al., 2011	🟢	🟡	🟢	🟢	🟢	🟢	🟡	🟡
Thompson et al., 2008	🟡	🟡	🟡	🟢	🟢	🟢	🟢	🟡
Wu et al., 2023	🟡	🟢	🟢	🟢	🟢	🟡	🟢	🟡

D1: Viés por confundimento
D2: Viés na seleção de participantes
D3: Viés na classificação das intervenções
D4: Viés por desvio das intervenções pretendidas
D5: Viés por dados faltantes
D6: Viés na medida de desfechos
D7: Viés na seleção dos resultados reportados
Global: Risco de viés global

🟢 Baixo risco
🟡 Risco moderado
🔴 Risco sério
🟤 Risco crítico

Discussão

A abordagem terapêutica na ambliopia reconhece que o diagnóstico precoce permite restabelecer os circuitos neuronais e recuperar funções visuais durante o período crítico de desenvolvimento. No entanto, a ambliopia não-tratada tem impacto na vida adulta na visão e na qualidade de vida como efeito deletério da falta de binocularidade (Chen & Cotter, 2016).

O déficit do processamento visual binocular implica em respostas adaptativas inibitórias de supressão que tornam o diagnóstico mais desafiador. A supressão pode decorrer de uma reação preventiva de diplopia no estrabismo e de confusão visual, consequente à aniseiconia na anisometropia (Tailor, Schwarzkopf & Dahlmann-Noor, 2017). O tampão consegue inibir a supressão interocular e melhorar a visão do olho com pior visão, ou seja, a acuidade visual, a estereopsia e fusão motora (Bretas & Soriano, 2016). Tradicionalmente, é o método padrão preconizado e é associado a alternativas terapêuticas como aprendizagem perceptual, filtros de Bangerter e fármacos. Na infância, a aderência ao tratamento tem influência das perspectivas dos pais e do uso de óculos e tampão pela criança nas atividades diárias e interações sociais (Carlton & Kaltenthaler, 2011). Previamente uma meta-análise de Roda M, et al (2018) não demonstrou superioridade da terapia binocular com relação à oclusão na acuidade visual e estereopsia (Roda et al., 2021).

Outras terapias farmacológicas que usaram donepezil, um inibidor da acetilcolinesterase, e fluoxetina, inibidor seletivo da recaptação de serotonina, foram estudadas para avaliar a recuperação da plasticidade sensorial cortical neuromodulada. Os efeitos são diferentes em estudos de primatas que sugerem a serotonina na melhora da sensibilidade ao contraste, enquanto a acetilcolina atuaria na detecção e discriminação visual (Shimegi et al., 2016). A indicação de donezepil e fluoxetina para tratamento da ambliopia em crianças mais velhas e adultos ainda necessita de estudos

clínicos randomizados adicionais que corroborem em evidência científica robusta para aplicação clínica.

Na vida adulta, a recuperação ainda modesta pode requerer de acordo com a idade e severidade da ambliopa a reativação da plasticidade cortical (etapa permissiva) e enfoque da experiência por meio da aprendizagem perceptual ou treinamento (etapa instrutiva) com estímulos adequados (Hensch & Quinlan, 2018). A neuroplasticidade homeostática no modelo animal destaca a persistência de plasticidade sináptica em camadas superficiais do córtex fora do "clássico" período crítico induzida pela experiência visual capaz de excitar e manter conexões neuronais, mas com fatores limitantes, como a idade e tipo de estímulo (Goel & Lee, 2007).

Os métodos como a estimulação transcraniana não-invasiva buscam estimular áreas-alvo do córtex visual e modular a excitabilidade/inibição dentro do córtex (Hess & Thompson, 2015). Técnicas como a estimulação anódica transcraniana por corrente contínua facilitam a excitabilidade cortical mediada por redução da concentração de neurotransmissores GABA (ácido gama-aminobutírico) e, consequentemente, é testada a aplicação para atenuação da supressão (Hess & Thompson, 2015; Stagg et al.,2009). No entanto, os estudos desta RS sobre eletroestimulação transmagnética e de corrente contínua não produziram resultados confiáveis e permanentes.

Nos estudos incluídos, as limitações recorrem principalmente sobre as amostras pequenas, ausência de grupos controles com visão normal, perda de dados e aderência aos protocolos e cegamento dos ensaios clínicos. A análise de risco de viés feita apenas por um revisor pode ter maior efeito da subjetividade no julgamento.

Contudo, a ambliopia deve ser considerada como um problema de saúde pública passível de intervenções de política pública. A triagem oftalmológica em pré-escolares com acuidade visual, teste de cobertura com ou sem autorefração previne novos casos numa idade precoce de 3-4 anos beneficiando a população de risco, o tratamento e reduzindo sequelas (Carlton et al., 2008).

Conclusão

Os estudos clínicos nesta revisão evidenciaram a possibilidade de tratamento da ambliopia em adultos e crianças. No entanto, a efetividade do tratamento da oclusão estabelecido convencionalmente torna-o o tratamento preconizado pelos estudos incluídos e, inclusive, foi ferramenta adjunta de novas estratégias, e.g., de aprendizagem perceptual, óculos com filtro Bargenter e terapia farmacológica. Em adultos, os resultados são modestos e é essencial reconhecer uma estratégica de diagnóstico precoce na infância para melhores resultados e prognóstico.

Declaração de Conflito

Declaro não estar submetida a qualquer tipo de conflito de interesse.

Referências

Birch, E. E. (2013). Amblyopia and binocular vision. *Progress in Retinal and Eye Research, 33*, 67-84.

Bretas, C. C., & Soriano, R. N. (2016). Amblyopia: neural basis and therapeutic approaches. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia, 79*(5), 346-351.

Carlton, J., & Kaltenthaler, E. (2011). Amblyopia and quality of life: A systematic review. *Eye (London, England, 25*(4), 403-413.

Carlton, J., Karnon, J., Czoski-Murray, C., Smith, K. J., & Marr, J. (2008). The clinical effectiveness and cost-effectiveness of screening programmes for amblyopia and strabismus in children up to the age of 4-5 years: A systematic review and economic evaluation. *Health Technology Assessment, 12*(25), iii, xi-194.

Castaldi, E., Lunghi, C., & Morrone, M. C. (2020). Neuroplasticity in adult human visual cortex. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 112*, 542-552.

Chen, A. M., & Cotter, S. A. (2016). The Amblyopia Treatment Studies: Implications for clinical practice. *Advances in Ophthalmology and Optometry, 1*(1), 287-305.

Goel, A., & Lee, H. K. (2007). Persistence of experience-induced homeostatic synaptic plasticity through adulthood in superficial layers of mouse visual cortex. *Journal of Neuroscience, 27*(25), 6692-6700.

Hensch, T. K., & Quinlan, E. M. (2018). Critical periods in amblyopia. *Visual Neuroscience, 35*, E014.

Hess, R. F., & Thompson, B. (2015). Amblyopia and the binocular approach to its therapy. *Vision Research, 114*, 4-16.

Holmes, J. M., & Clarke, M. P. (2006). Amblyopia. *The Lancet, 367*(9519), 1343-1351.

Holmes, J. M., Lazar, E. L., Melia, B. M., Astle, W. F., Dagi, L. R., Donahue, S. P., Frazier, M. G., Hertle, R. W., Repka, M. X., Quinn, G. E., & Weise, K. K.; Pediatric Eye Disease Investigator Group. (2011). Effect of age on response to amblyopia treatment in children. *Archives of Ophthalmology, 129*(11), 1451-1457.

Huttunen, H. J., Palva, J. M., Lindberg, L., Palva, S., Saarela, V., Karvonen, E., Latvala, M. L., Liinamaa, J., Booms, S., Castrén, E., & Uusitalo, H. (2018). Fluoxetine does not enhance the effect of perceptual learning on visual function in adults with amblyopia. *Scientific Reports, 8*(1), 12830.

Kaur, S., Sharda, S., Aggarwal, H., & Dadeya, S. (2023). Comprehensive review of amblyopia: Types and management. *Indian Journal of Ophthalmology, 71*(7), 2677-2686.

Levi, D. M., & Li, R. W. (2009). Perceptual learning as a potential treatment for amblyopia: A mini-review. *Vision Research, 49*(21), 2535-2549.

Li, H., Yang, X., Gong, Q., Chen, H., Liao, M., & Liu, L. (2013). BOLD responses to different temporospatial frequency stimuli in V1 and V2 visual cortex of anisometropic amblyopia. *European Journal of Ophthalmology, 23*(2), 147-155.

Li, R. W., Ngo, C., Nguyen, J., & Levi, D. M. (2011). Video-game play induces plasticity in the visual system of adults with amblyopia. *PLoS Biology, 9*(8), e1001135.

Lunghi, C., Morrone, M. C., Secci, J., & Caputo, R. (2016). Binocular rivalry measured 2 hours after occlusion therapy predicts the recovery rate of the amblyopic eye in anisometropic children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science, 57*(4), 1537-1546.

McGuinness, L. A., & Higgins, J. P. T. (2020). Risk-of-bias VISualization (robvis): An R package and Shiny web app for visualizing risk-of-bias assessments. *Research Synthesis Methods*, 1-7.

McKee, S. P., Levi, D. M., & Movshon, J. A. (2003). The pattern of visual deficits in amblyopia. *Journal of Vision, 3*(5), 380-405.

Mizoguchi, S., Suzuki, Y., Kiyosawa, M., et al. (2005). Differential activation of cerebral blood flow by stimulating amblyopic and fellow eye. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology, 243*, 576-582.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., & Moher, D. (2021). Updating guidance for reporting systematic reviews: Development of the PRISMA 2020 statement. *Journal of Clinical Epidemiology, 134*, 103-112.

Roda, M., Pellegrini, M., Di Geronimo, N., Vagge, A., Fresina, M., & Schiavi, C. (2021). Binocular treatment for amblyopia: A meta-analysis of randomized clinical trials. *PLoS ONE, 16*(10), e0257999.

Shimegi, S., Kimura, A., Sato, A., Aoyama, C., Mizuyama, R., Tsunoda, K., Ueda, F., Araki, S., Goya, R., & Sato, H. (2016). Cholinergic and serotonergic modulation of visual information processing in monkey V1. *Journal of Physiology-Paris, 110*(1-2), 44-51.

Spiegel, D. P., Byblow, W. D., Hess, R. F., & Thompson, B. (2013). Anodal transcranial direct current stimulation transiently improves contrast sensitivity and normalizes visual cortex activation in individuals with amblyopia. *Neurorehabilitation and Neural Repair, 27*(8), 760-769.

Stagg, C. J., Best, J. G., Stephenson, M. C., O'Shea, J., Wylezinska, M., Kincses, Z. T., Morris, P. G., Matthews, P. M., & Johansen-Berg, H. (2009). Polarity-sensitive modulation of cortical neurotransmitters by transcranial stimulation. *Journal of Neuroscience, 29*(16), 5202-5206.

Sterne, J. A. C., Hernán, M. A., Reeves, B. C., Savović, J., Berkman, N. D., Viswanathan, M., Henry, D., Altman, D. G., Ansari, M. T., Boutron, I., Carpenter, J. R., Chan, A.-W., Churchill, R., Deeks, J. J., Hróbjartsson, A., Kirkham, J., Jüni, P., Loke, Y. K., Pigott, T. D., Ramsay, C. R., Regidor, D., Rothstein, H. R., Sandhu, L., Santaguida, P. L., Schünemann, H. J., Shea, B., Shrier, I., Tugwell, P., Turner, L., Valentine, J. C., Waddington, H., Waters, E., Wells, G. A., Whiting, P. F., & Higgins, J. P. T. (2016). ROBINS-I: A tool for assessing risk of bias in non-randomized studies of interventions. *BMJ, 355*, i4919.

Tailor, V. K., Schwarzkopf, D. S., & Dahlmann-Noor, A. H. (2017). Neuroplasticity and amblyopia: Vision at the balance point. *Current Opinion in Neurology, 30*(1), 74-83.

Thompson, B., Concetta Morrone, M., Bex, P., Lozama, A., & Sabel, B. A. (2023). Harnessing brain plasticity for recovery of visual field loss. *Progress in Retinal and Eye Research, 104*, 102225.

Successful Orthoptic Therapy for a Case of Accommodation Disorder and Convergence Spasm: Case report

Nélide Catach
Mariza Polati

Successful Orthoptic Therapy for a Case of Accommodation Disorder and Convergence Spasm: Case report

Nélide Catach [1], Mariza Polati [2]

[1]Orthoptist, Strabismus Session, Department of Ophthalmology, University of Sao Paulo. Email: nelide.catach@terra.com.br

[2]Strabismus Session, Department of Ophthalmology, University of Sao Paulo. Email: mariza.polati@terra.com.br

Abstract:

This case report proposes a management strategy for a healthy 29-year-old woman who is a heavy smartphone and computer user with the following conditions: far-distance diplopia for a duration of one-year, intermittent convergent deviation, blurred vision, and headaches. All symptoms were successfully treated with total cycloplegic refraction, near-work over-refraction prescription, and orthoptic therapy.
She was asymptomatic for two years but then began to suffer from far diplopia and blurred vision. A second intervention was needed, including orthoptic exercises and Tropicamide eye drops at bedtime. The treatment resolved her diplopia entirely. Conclusion: Patients with AACE, SNR, Convergence and Accommodative Spasm exhibit a disturbance to fusion stability and accommodation status. This suggests that they are part of the same disease spectrum. As per this patient's example, besides other treatments, orthoptic therapy is an additional tool to consider for managing these challenging cases of diplopia.

Keywords: Spasm of Accommodation; Spasm of Convergence; Pseudo-Abducens Nerve Palsy; Acute Acquired Comitant Esotropia; Diplopia After Refractive Surgery; Mild Suppression in Acquired Strabismus

Introduction

Digital and social media have become an integral part of our daily routine. As reported by Georgiev in 2023, half of the global population accesses the internet via mobile devices. Studies suggest that the increased use of electronic devices might contribute to the recent surge in patients with visual complaints. (Gratton et al., 1990; Watten et al., 1994; Iribarren et al., 2001; Blehm et al., 2005; Rosenfield et al., 2011; Park et al., 2014; Lee et al., 2016; Long et al., 2017; Maducdoc et al., 2017; Moulakaki et al., 2017; Munshi et al.,2017; Rechichi et al., 2017; Sheppard et al., 2018; Jaiswal et al., 2019; Kaur et al., 2019; Golebiowski et al., 2020; Vagge et al., 2020; Yan et al., 2020; Yilmaz et al., 2020; Papageorgiou et al., 2021; Szczęśniak et al., 2024)

In the literature, vision symptoms caused by excessive use of digital screens fall into two main categories: those related to accommodative or binocular vision stress (Gratton et al., 1990; Watten et al., 1994; Iribarren et al., 2001; Blehm et al., 2005; Park et al., 2014; Lee et al., 2016; Rechichi et al., 2017; Sheppard & Wolffsohn, 2018; Jaiswal et al., 2019; Golebiowski et al., 2020; Yan et al., 2020; Yilmaz et al., 2020; Papageorgiou et al., 2021), and those linked to external symptoms related to dry eyes. (Akinbinu & Mashalla, 2014; Kim et al., 2016; Maducdoc et al., 2017; Munshi et al., 2017) The most frequent complaints are visual

haze, discomfort, eyestrain, tired eyes, irritation, redness, blurred and double vision, collectively called *Computer Vision Syndrome*.

Excessive near-vision work, especially on digital screens, for prolonged periods without taking breaks, and in a lightless environment can have negative consequences.

In the past, Goldstein & Schneekloth (1996) described *Spasm of the Near Reflex* (SNR) as a group of accommodation abnormalities and binocular disbalance. The symptoms of the patients in their sample included intermittent Esotropia, diplopia, blurry vision, headaches, miosis, and pseudo-myopia. However, it is essential to note that these symptoms were not caused by excessive screen use because they occurred before smartphones became popular and while the internet was in its early stages.

The use of computers requires frequent saccadic eye movements, accommodation, and vergence. The letters in digital screens have blurred edges as compared to printed ones. (Iribarren et al., 2001; Akinbinu & Mashalla, 2014)

Excessive smartphone and computer use makes eye divergence difficult after a prolonged convergence period, and relaxing accommodation becomes difficult when looking at distance. (Gratton et al.,1990; Rosenfield, 2011; Akinbinu & Mashalla, 2014; Hussaindeen et al., 2014; Kim et al., 2016; Yilmaz et al., 2020)

Several authors report that excessive usage of near digital screens might cause accommodation disorders, convergence spasm, and Esotropia and name those cases as *Acute Acquired Comitant Esotropia* (AACE). (Lee et al., 2016; Vagge et al., 2020; Yan et al., 2020; Yilmaz et al., 2020)

Some authors describe these symptoms as SNR despite the isolated Accommodative Spasm being the most usual form of it, rather than impairment of all the three components of the near triad. (Roy et al., 2021; Papageorgiou et al., 2021; Szczęśniak et al, 2024)

Goldstein & Schneekloth (1996) classified SNR as a spectrum of anomalies and a minimal spasm of accommodation if the patient presents a small minus at dry refraction and a small plus at the wet one. They also suggested that the occurrence of miosis might help to reach a diagnosis, but it is frequently challenging to observe it since the fixation pattern at the onset of spasm is often unstable and variable.

There is a hypothesis that near-excessive use of mobile phones causes over-stimulation of the ciliary muscle, hence accommodative spasm. (Park et al., 2014; Lee et al., 2016; Long et al., 2017; Antona et al., 2018; Jaiswal et al., 2019; Kaur et al., 2019; Golebiowski et al., 2020; Wu et al., 2020). Some SNR patients can also paradoxically present hypo accommodation. (Gratton et al., 1990; Watten et al., 1994; Merino et al., 2015; Hyndman, 2018)

Hussaindeen et al. (2014) and Shanker & Nigam (2015) illustrated that SNR must be considered in the differential diagnosis of every AACE case and noticed that one might see Pseudo Abduction limitation during convergence spasm episodes.

Sheppard & Wolffsohn (2018) advised that to avoid visual fatigue one must incorporate regular screen breaks.

Antona et al. (2018) and Chawla et al. (2019) recommended avoiding working frequently in an environment with low levels of illuminance and concluded that prolonged smartphone reading could cause worse asthenopia symptoms than reading from a hard copy under similar conditions. Symptoms could be even worse when reading from a smartphone in the dark.

Some authors stated that AACE can occur in myopic young adults with prolonged near-distance eye use and infrequent outdoor activity, consequently causing far-distance diplopia. (Lee et al., 2016; Wu et al., 2020; Yan et al., 2020; Yilmaz et al., 2020)

Long-time near-distance eye use and rare outdoor activities are reported to be one of the

reasons for the development of increased tonus of the medial rectus muscles, leading to esotropia and diplopia when looking far away. (Watten et al., 1994; Lee et al., 2016; Long et al., 2017; Yan et al., 2020; Yilmaz et al., 2020)

Park et al. (2014) studied the changes in the accommodative function of 63 young adults in their twenties following smartphone use. After 30 minutes, they found that the accommodative lag for smartphone use was significantly higher than for book reading.

Several studies have reported a significant reduction in negative fusional vergence after six hours of daily computer use. (Gratton et al., 1990; Maducdoc et al., 2017; Golebiowski et al., 2020; Wu et al., 2020)

In the literature there is no consensus about how many hours spent on digital screens cause each type of disturbance, some authors refer to 30 minutes a day and others to more than four hours a day. (Gratton et al., 1990; Iribarren et al., 2001; Park et al., 2014; Shanker & Nigam, 2015; Lee et al., 2016; Jaiswal et al., 2019; Kaur et al., 2019; Golebiowski et al., 2020; Vagge et al., 2020; Yilmaz et al., 2020; Papageorgiou et al., 2021)

However, we have seen many cases with a wide variety of those complaints.

Some patients have only far-distance diplopia, others only far blurry vision, and others have both conditions. Accommodation abnormalities may occur not only as pseudo myopia but also in subjects with hyperopia in which the patient is unable to relax accommodation. (Gratton et al., 1990; Jaiswal et al., 2019; Wu et al., 2020; Yan et al, 2020; Papageorgiou et al., 2021; Roy et al., 2021; Szczęśniak, 2024)

We have noticed that these disease conditions share many similarities.

Roy et al. (2021) and Papageorgiou et al. (2021) have devised a management protocol for patients with SNR. The protocol proposed using cycloplegic eye drops, temporary near-vision spectacles to relax accommodation, and accommodative flippers to exercise accommodative agility. The management protocol for patients with only the convergence component was the same, except that they did not recommend cycloplegic eye drops. In such cases, spectacles were prescribed, along with refractive correction, if needed. Exercises with low base-in power were also recommended to encourage divergence and relieve SNR.

The treatment of AACE, Convergence Spasm and SNR with Botulin toxin is another option, showing successful results. (Laria et al., 2015; Merino et al., 2015; Turan & Kansu, 2016; Gupta et al., 2018; Hyndman, 2018)

We report a management strategy with successful orthoptic treatment for a patient who complained of far distance convergent deviation, asthenopia, diplopia and opted out of prisms, surgical treatment, or Botulin toxin.

Method

The subject was a healthy 29-year-old female patient complaining of one-year far-distance diplopia, intermittent convergent deviation, causing her to close the right eye frequently, headaches, photophobia, impaired depth perception, and far blurring.

The patient had no neurological disorders or previous strabismus history in her family and used a smartphone for more than 4 hours daily. She had worked for 8 years as a financial risk analyst, typically siting 25cm away from her computer screen for over 16 hours a day.

She previously had -4.50D OU and had Lasik refractive surgery five years before.

The subjective refraction without cycloplegic drops was OD Plano OS -0.50D, and her total cycloplegic refraction was OD +0.50D -0.25C 105° OS +0.75D -0.75C 75°. The far distance Visual Acuity at Logarithm C Landolt test without optic correction was OD 0.63 OS 1.0 (Decimal).

Because of her diplopia, the patient could not achieve far binocular visual acuity. However, she managed to achieve 6/6 at binocular near vision. Whenever she decompensated the deviation, she preferred the right eye despite its reduced visual acuity.

The prism cover test showed 15Δ at 6m distance Esotropia (ET), and 25Δ at 33cm intermittent ET. She presented -1 of the right lateral rectus and -1/2 of the left lateral rectus, which completely disappeared by the doll's head rotation.

During the Bagolini striated lenses test, the patient demonstrated left eye suppression. However, during the red filter test, the patient could detect binocular diplopia, indicating the development of mild suppression in the deviated eye in low-contrast environments. (Marsh et al., 1977; Abd-Manan et al., 2003; Georgeson & Wallis, 2014)

She could only achieve far fusion with 20Δ left eye base-out prism.

The Titmus Fly test revealed a stereo acuity of 100". Moreover, the near-measured fusional divergence amplitude was 0Δ, considered a low value as per the standards set by Ferrari & Costa (2019). We conducted the near 4Δ test to confirm the absence of mono-fixation syndrome, but the results were inconclusive.

We measured the gradient accommodative convergence ratio (AC/A) using the prism cover test for near distance with the patient's glasses on and an addition of +3.00D in both eyes. The AC/A ratio result was 3.33 ΔD/D.

While assessing the patient's monocular near point of accommodation using the Royal Air Force (R.A.F.) ruler, both eyes presented her age-expected values (11 cm). However, the patient blurred her near binocular vision to maintain fusion during the binocular measurement, resulting in a remote binocular near point of accommodation of 16 cm, which is typical for 38-year-old individuals. Additionally, she presented a low binocular accommodation amplitude of 6D (R.A.F. ruler), whereas the expected average amplitude should be 9.8D.

We found the measurement of the near point of convergence to be 6.0 cm, using a fixation stick (Bernell, Indiana, USA) and a ruler. We measured the fusional vergence amplitude on the Synoptophore using stereoscopic vision slides. The results showed 18Δ convergence and 4Δ divergence. The patient experienced suppression whenever she lost fusion. Vergence reserves, both divergent and convergent, were also measured using isolated prisms with a small fixation light distance target and a near target with a symbol on the fixation stick.

The primary indicator of a fusion break was subjective reporting of diplopia, but the examiner also detected eye deviation.

Treatment

We prescribed two separate glasses: one with full cycloplegic refraction (Hussaindeen et al., 2014; Merino et al., 2015; Shanker & Nigam, 2015; Gupta et al., 2018; Papageorgiou et al., 2021; Roy et al., 2021) and the other only for near-work +1.00DE OU (Shanker & Nigam, 2015). Additionally, we recommended four one-hour orthoptic sessions twice a week. (Hussaindeen et al., 2014; Laria et al., 2015; Merino et al., 2015; Turan & Kansu, 2016; Gupta et al., 2018; Roy et al., 2021)

During the orthoptic therapy sessions, the patient underwent accommodative facility training while reading using positive/negative lenses (±0.50 up to ±3.00DE) on flippers. The patient was advised to alternate between blurred vision (to promote relaxation in esodeviation) and keeping fusion with sharpness. (Bobier et al., 1983; Iribarren et al., 2001; Jainta et al., 2011; Laria et al., 2015; Turan & Kansu, 2016; Gupta et al., 2018; Hyndman, 2018)

Anti-suppressive techniques were incorporated in the therapy to improve fusional stability, as they are known to be effective. (Sheynin et al., 2019)

The therapy included twenty minutes of anti-suppressive exercises, such as Cheiroscope (Kakeue et al., 2023) and a Sbisa/Bagolini filter bar (Koklanis, 2016a). Vergence facility was also trained using physiological diplopia by placing a pen and a distant target between the eyes and gradually moving the target further away once the patient could fuse the most distant target. (Jainta et al., 2011; Vivid Visions Optometry, Inc., 2020)

Stereogram cards were also used at a reading distance. (Cornell et al., 2000; Hyndman, 2018) To enhance the fusion skill and relax the convergence, the "Magic Eye Book" was used, and gradually moved away during training. (Natural Eye Care, *Eye Exercise Reviews*, n.d)

During the last half-hour, the patient underwent negative vergence training to improve her fusional amplitude. This involved gradually lowering the isolated base-out prisms for far distances and increasing base-in prisms for near distances. We also trained the patient on the Synoptophore, Remy Separator, and Diploscope to improve her divergence ability. (Bredemeyer & Bullock, 1968; Hurtt et al., 1977; Koklanis, 2016b)

Additionally, for home treatment, we recommended that she practice physiological diplopia and monocular reading for one hour daily to improve her fusion reflex and decrease suppression. (Marsh et al., 1977; Spiegel et al., 2017; Sheynin et al., 2019)

As part of the patient's treatment plan, we recommended that the patient perform far-home divergence exercises using the "Cantonnet tube" method of simultaneous perception, also known as "a hole in the hand." This exercise involves looking as far as possible inside a tube that the patient places in front of her dominant eye, with her opposite hand outside the end of the tube. The aim is to create a visual illusion where the patient sees a hole in the middle of her hand. (Koklanis, 2016b)

To reduce eye strain, we recommended that the patient limit her use of electronic devices and take regular breaks. (Blehm et al., 2005; Akinbinu & Mashalla, 2014; Sheppard & Wolffsohn, 2018; Vagge et al., 2020; Yilmaz et al., 2020).

Results

In Table 1 (Appendix), we compare the first examination to the first response to the treatment, the recurrent complaints two years later, and the results of the second intervention. The patient improved the fusion reflex, presenting more negative vergence, better stereopsis, and visual comfort.

After the first intervention, the patient achieved a best-corrected binocular visual acuity of 2.0 decimal, normal stereopsis, and esophoria on the prism cover test, a negative 4Δ test for central suppression, and a good binocular near point of accommodation.

After two years, the patient experienced blurred and double vision when looking at far-away objects when tired. She had the same total cycloplegic refraction, far and near distance intermittent esotropia, and negligible divergence amplitude. Her stereo acuity remained normal; the best corrected far-distance binocular visual acuity was 0.16, and her monocular visual acuity was 1.0 OU. Further, she experienced diplopia when measuring the binocular near point of accommodation.

Therapeutic approach: As a second intervention, we advised the patient to use larger screens instead of smartphones, decrease the time spent using electronic devices, ensure a well-lit environment, and take regular breaks.

Tropicamide eye drops were recommended before bedtime for 20 days, to reduce accommodative spasm observed at the binocular far-distance decimal visual acuity of 0.16. (Goldstein & Schneekloth, 1996; Hussaindeen et al., 2014; Gupta et al., 2018; Hyndman, 2018; Roy et al., 2021) We recommended six one-hour orthoptic sessions with the same program as before and the exercise routine described above at home.

Outcomes: The patient's far-distance binocular visual acuity improved while maintaining fusion and became far- and near-distance with Esophoria. She also acquired average binocular near-point Accommodation, better vergence facility, and better binocular Accommodation Amplitude (10D) and had no further complaints.

Discussion

The patient had no previous history of strabismus or ocular motility disorder, strabismus, or ocular motility disturbance. However, the fact that the patient underwent myopic refractive surgery five years before may suggest that her symptoms could have a multifactorial cause. Airiani et al. (2006) described the case of a patient complaining of seeing multiple images and headaches after one month following myopic refractive surgery. In another study, Prakash et al. (2007) found that the AC/A ratio varied after LASIK and stabilized in the first three months after surgery. Additionally, Shetty et al. (2015) reported that Accommodative Spasm could occur in patients with visual disturbances following myopic refractive surgery.

Although the literature describes accommodation disturbance after refractive surgery, our patient only started experiencing double vision four years later. Prior to her refractive surgery, she read at close distance without glasses, which may explain her tendency to move closer to screens. We believe that she had no facility of accommodation (Iribarren et al., 2001; Merino et al., 2015; Long et al., 2017; Sheppard & Wolffsohn, 2018) because whenever she used screens for a long time, she was unable to maintain single binocular vision.

In the two years before attending the clinic, she excessively used near-work electronic devices such as her smartphone (more than 4 hours a day) and computers (16 hours a day) without glasses, keeping screens overly close to her eyes.

During her first examination, she presented the characteristics of convergence spasm. She also had an accommodative spasm due to slight myopia during the dry subjective refraction, and her dominant eye, the right one, showed less far visual acuity on the first exam. Measuring the binocular far-distance visual acuity was impossible because she presented far manifest deviation. She had no more complaints after wearing her total cycloplegic refraction and following a prescribed orthoptic exercise regime to improve her fusional stability and vergences. We added the accommodative facility exercises because she complained of blurred images whenever she had to perform near vision work. However, her symptoms reappeared two years later, and although she could maintain far fusion, she presented poor far binocular visual acuity (0.16 decimal), which indicated an accommodation and convergence disorder.

Therefore, a second therapeutic intervention associated with cycloplegic drops at bedtime became necessary. The diagnosis is clinical and based on the constellation of symptoms and assessment of the near triad.

When the patient used her near vision for a long time, she was unable to relax her accommodation for far distance vision, presenting a considerable worsening of her far binocular visual acuity to maintain fusion.

Authors have proposed surgery, and other authors have suggested orthoptic treatment associated with occlusion, prisms, and Botulinum toxin. However, our patient refused surgery or Botulin toxin.

Challenging cases that may present accommodation disorders, convergence spasms, SNR, or AACE might be improved by associating optical prescription, orthoptic therapy, and, when necessary, using cycloplegic drops. Patients with AACE exhibit most of the symptoms of those with SNR and can have a disturbance to fusion stability and accommodation status. These variable complaints suggest being part of the same disease spectrum.

Nowadays, we recommend using near vision intensively at regular intervals, maintaining moderate distance use, and ensuring good illumination to prevent and alleviate the aforementioned complaints.

Conclusion

Patients with AACE, SNR, Convergence and Accommodative Spasm exhibit a disturbance to fusion stability and accommodation status. This suggests that they are part of the same disease spectrum. As per this patient's example, besides other treatments, orthoptic therapy is an additional tool to consider for managing these challenging cases of diplopia.

Declaration of Interest

The authors declared no conflict of interest and did not receive any financial support.

References

Abd-Manan, F., Jenkins, T. C. A., & Kaye, N. A. (2003). The magnitude of foveal suppression during fixation disparity in presbyopic patients. *Malaysian Journal of Medical Sciences, 10*(2), 50–59. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3561887/

Airiani, S., & Braunstein, R. E. (2006). Accommodative spasm after laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK). *American Journal of Ophthalmology, 141*(6), 1163–1164. https://doi.org/10.1016/j.ajo.2006.01.069

Akinbinu, T. R., & Mashalla, Y. J. (2014). Medical Practice and Review Impact of computer technology on health: Computer Vision Syndrome (CVS). *Academic Journals, 5*(November), 20–30. https://doi.org/10.5897/MPR.2014.0121

Antona, B., Barrio, A. R., Gascó, A., Pinar, A., González-Pérez, M., & Puell, M. C. (2018). Symptoms associated with reading from a smartphone in conditions of light and dark. *Applied Ergonomics, 68*, 12–17. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.10.014

Blehm, C., Vishnu, S., Khattak, A., Mitra, S., & Yee, R. W. (2005). Computer vision syndrome: A review. *Survey of Ophthalmology, 50*(3), 253–262. https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2005.02.008

Bobier, W. R., & Sivak, J. G. (1983). Orthoptic treatment of subjects showing slow accommodative responses. *American Journal of Optometry and Physiological Optics, 60*(8), 678–687. https://doi.org/10.1097/00006324-198308000-00006

Bredemeyer, H. G., & Bullock, K. (1968). *Orthoptics: Theory and practice*. C. V. Mosby Co. Chawla, A., Lim, T. C., Shikhare, S. N., Munk, P. L., & Peh, W. C. (2019). Computer vision syndrome: Darkness under the shadow of light. *Canadian Association of Radiologists Journal, 70*(1), 5–9. https://doi.org/10.1016/j.carj.2018.10.005

Cornell, E., Thompson, K., Salah, A., & Moss, N. (2000). Negative vergence training and its effect on the divergence range and heterophoria size. *Australian Orthoptic Journal, 35*, 13–21. https://doi.org/10.3316/informit.402180719441144

Ferrari, A. P., & Costa, M. F. da. (2019). Study of normative values of the fusional amplitudes of ocular convergence and divergence. *EOftalmo, 5*(4), 167–172. https://doi.org/10.17545/eoftalmo/2019.0028

Georgeson, M. A., & Wallis, S. A. (2014). Binocular fusion, suppression and diplopia for blurred edges. *Ophthalmic and Physiological Optics, 34*(2), 163–185. https://doi.org/10.1111/opo.12108

Georgiev, D. (2023). *39+ Smartphone Statistics You Should Know in 2023*. Review42. https://review42.com/resources/smartphone-statistics

Goldstein, J. H., & Schneekloth, B. B. (1996). Spasm of the near reflex: A spectrum of anomalies. *Survey of Ophthalmology, 40*(4), 269–278. https://doi.org/10.1016/S0039-6257(96)82002-9

Golebiowski, B., Long, J., Harrison, K., Lee, A., Chidi-Egboka, N., & Asper, L. (2020). Smartphone use and effects on tear film, blinking and binocular vision. *Current Eye Research, 45*(4), 428–434. https://doi.org/10.1080/02713683.2019.1663542

Gratton, I., Piccoli, B., Zaniboni, A., Meroni, M., & Grieco, A. (1990). Change in visual function and viewing distance during work with VDTs. *Ergonomics, 33*(12), 1433–1441. https://doi.org/10.1080/00140139008925344

Gupta, S., Gan, J., & Jain, S. (2018). Efficacy of Botulinum Toxin in the Treatment of Convergence Spasm. *Strabismus, 26*(3), 122–125. https://doi.org/10.1080/09273972.2018.1483952

Hurtt, J., Rasicovici, A., & Windsor, C. E. (1977). *Comprehensive review of orthoptics and ocular*

motility: Theory, therapy, and surgery (2ª ed.). C. V. Mosby Company.

Hussaindeen, J. R., Mani, R., Agarkar, S., Ramani, K. K., & Surendran, T. S. (2014). Acute adult onset comitant esotropia associated with accommodative spasm. *Optometry and Vision Science, 91*(4), S46–S51. https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000182

Hyndman, J. (2018). Spasm of the near reflex: Literature review and proposed management strategy. *Journal of Binocular Vision and Ocular Motility, 68*(3), 78–86. https://doi.org/10.1080/2576117X.2018.1486680

Iribarren, R., Fornaciari, A., & Hung, G. K. (2001). Effect of cumulative near work on accommodative facility and asthenopia. *International Ophthalmology, 24*(4), 205–212. https://doi.org/10.1023/A:1022521228541

Jainta, S., Bucci, M. P., Wiener-Vacher, S., & Kapoula, Z. (2011). Changes in vergence dynamics due to repetition. *Vision Research, 51*(16), 1845–1852. https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.06.014

Jaiswal, S., Asper, L., Long, J., Lee, A., Harrison, K., & Golebiowski, B. (2019). Ocular and visual discomfort associated with smartphones, tablets and computers: What we do and do not know. *Clinical and Experimental Optometry, 102*(5), 463–477. https://doi.org/10.1111/cxo.12851

Kakeue, K., Mihara, M., & Hayashi, A. (2023). Utility of a cheiroscope to test for simultaneous perception and sensory fusion. *Clinical and Experimental Optometry, 106*(1), 56–61. https://doi.org/10.1080/08164622.2021.2011150

Kaur, S., Sukhija, J., Khanna, R., Takkar, A., & Singh, M. (2019). Diplopia after excessive smart phone usage. *Neuro-Ophthalmology, 43*(5), 323–326. https://doi.org/10.1080/01658107.2018.1518988

Kim, J., Hwang, Y., Kang, S., Kim, M., Kim, T. S., Kim, J., Seo, J., Ahn, H., Yoon, S., Yun, J. P., Lee, Y. L., Ham, H., Yu, H. G., & Park, S. K. (2016). Association between exposure to smartphones and ocular health in adolescents. *Ophthalmic Epidemiology, 23*(4), 269–276. https://doi.org/10.3109/09286586.2015.1136652

Koklanis, C. (2016a). *Bagolini Filter Bar* [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=UiZfTVe_fGU

Koklanis, C. (2016b). *Divergence Exercises* [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=kcdvC-2GvxQ

Laria, C., Merino-Suárez, M. L., Piñero, D. P., Gómez-Hurtado, A., & Pérez-Cambrodí, R. J. (2015). Botulinum toxin as an alternative to treat the spasm of the near reflex. *Seminars in Ophthalmology, 30*(5–6), 393–396. https://doi.org/10.3109/08820538.2014.912337

Lee, H. S., Park, S. W., & Heo, H. (2016). Acute acquired comitant esotropia related to excessive Smartphone use. *BMC Ophthalmology, 16*, Article 37. https://doi.org/10.1186/s12886-016-0213-5

Long, J., Cheung, R., Duong, S., Paynter, R., & Asper, L. (2017). Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones. *Clinical and Experimental Optometry, 100*(2), 133–137. https://doi.org/10.1111/cxo.12453

Maducdoc, M. M., Haider, A., Nalbandian, A., Youm, J. H., Morgan, P. V., & Crow, R. W. (2017). Visual consequences of electronic reader use: A pilot study. *International Ophthalmology, 37*(2), 433–439. https://doi.org/10.1007/s10792-016-0281-9

Marsh, R. J., Dulley, B., & Kelly, V. (1977). External ocular motor palsies in ophthalmic zoster: A review. *British Journal of Ophthalmology, 61*(11), 677–682. https://doi.org/10.1136/bjo.61.11.677

Merino, P., Rojas, P., Gómez de Liaño, P., & Franco Iglesias, G. (2015). Spasm of the near reflex: Treatment with botulinum toxin. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología (English Edition), 90*(5), 244–246. https://doi.org/10.1016/j.oftale.2015.05.008

Moulakaki, A. I., Recchioni, A., Águila-Carrasco, A. J. Del, Esteve-Taboada, J. J., & Montés-Micó, R. (2017). Assessing the accommodation response after near visual tasks using different handheld electronic devices. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia, 80*(1), 9–13. https://doi.org/10.5935/0004-2749.20170004

Munshi, S., Varghese, A., & Dhar-Munshi, S. (2017). Computer vision syndrome—A common cause of unexplained visual symptoms in the modern era. *International Journal of Clinical Practice, 71*(7), e12962. https://doi.org/10.1111/ijcp.12962

Natural Eye Care. (n.d.). *Eye Exercise Reviews*. https://www.naturaleyecare.com/eye-conditions/computer-eye-strain/magic-eye-exercise-reviews.asp

Papageorgiou, E., Kardaras, D., Kapsalaki, E., Dardiotis, E., Mataftsi, A., & Tsironi, E. E. (2021). Spasm of the near reflex: A common diagnostic dilemma? *International Journal of Ophthalmology, 14*(4), 541–546. https://doi.org/10.18240/ijo.2021.04.10

Park, M., Ahn, Y. J., Kim, S. J., You, J., Park, K. E., & Kim, S. R. (2014). Changes in accommodative function of young adults in their twenties following smartphone

use. *Journal of Korean Ophthalmic Optics Society, 19*(2), 253–260. https://doi.org/10.14479/jkoos.2014.19.2.253

Prakash, G., Choudhary, V., Sharma, N., & Titiyal, J. S. (2007). Change in the accommodative convergence per unit of accommodation ratio after bilateral laser in situ keratomileusis for myopia in orthotropic patients: Prospective evaluation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery, 33*(12), 2054–2056. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2007.07.030

Rechichi, C., De Mojà, G., & Aragona, P. (2017). Video game vision syndrome: A new clinical picture in children? *Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus, 54*(6), 346–355. https://doi.org/10.3928/01913913-20170510-01

Rosenfield, M. (2011). Computer vision syndrome: A review of ocular causes and potential treatments. *Ophthalmic and Physiological Optics, 31*(5), 502–515. https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2011.00834.x

Roy, S., Bharadwaj, S. R., Patil-Chhablani, P., & Satgunam, P. N. (2021). Spasm of near reflex: A comprehensive management protocol and treatment outcomes. *Journal of AAPOS, 25*(3), 162.e1–162.e6. https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2021.02.010

Shanker, V., & Nigam, V. (2015). Unusual presentation of spasm of near reflex mimicking large-angle acute acquired comitant esotropia. *Neuro-Ophthalmology, 39*(4), 187–190. https://doi.org/10.3109/01658107.2015.1053619

Sheppard, A. L., & Wolffsohn, J. S. (2018). Digital eye strain: Prevalence, measurement and amelioration. *BMJ Open Ophthalmology, 3*(1), e000146. https://doi.org/10.1136/bmjophth-2018-000146

Shetty, R., Deshpande, K., Kemmanu, V., & Kaweri, L. (2015). The role of aberrometry in accommodative spasm after myopic photorefractive keratectomy. *Journal of Refractive Surgery, 31*(12), 851–853. https://doi.org/10.3928/1081597X-20151118-02

Sheynin, Y., Proulx, S., & Hess, R. F. (2019). Temporary monocular occlusion facilitates binocular fusion during rivalry. *Journal of Vision, 19*(5), 23. https://doi.org/10.1167/19.5.23

Spiegel, D. P., Baldwin, A. S., & Hess, R. F. (2017). Ocular dominance plasticity: Inhibitory interactions and contrast equivalence. *Scientific Reports, 7*(1), 39913. https://doi.org/10.1038/srep39913

Szczęśniak, M., Sikorska, E., Rajca, M., Koper, M., Kopacz, W., Sikorski, P., Maciejewicz, P., & Kasarełło, K. (2024). The etiology, diagnostics, and treatment of the spasm of the near reflex—A narrative review. *European Journal of Ophthalmology*. Advance online publication. https://doi.org/10.1177/11206721241237309

Turan, K. E., & Kansu, T. (2016). Acute acquired comitant esotropia in adults: Is it neurologic or not? *Journal of Ophthalmology, 2016*, Article 2856128. https://doi.org/10.1155/2016/2856128

Vagge, A., Giannaccare, G., Scarinci, F., Cacciamani, A., Pellegrini, M., Bernabei, F., Scorcia, V., Traverso, C. E., & Bruzzichessi, D. (2020). Acute acquired concomitant esotropia from excessive application of near vision during the COVID-19 lockdown. *Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus, 57*(6), e88–e91. https://doi.org/10.3928/01913913-20200828-01

Vivid Visions Optometry, Inc. (2020). *40. NEW Vision Training for Convergence, Divergence, & Physiological Diplopia* [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=ZQOY0GKRasE

Watten, R. G., Lie, I., & Birketvedt, O. (1994). The influence of long-term visual near-work on accommodation and vergence: A field study. *Journal of Human Ergology, 23*(1), 27–39. https://doi.org/10.11183/jhe1972.23.27

Wu, Y., Dai, S., Liang, F., & Sun, B. (2020). Excessive smartphone use may cause acute acquired comitant esotropia. *Journal of Ophthalmology and Vision Research, 2*(1). https://escientificpublishers.com/excessive-smartphone-use-may-cause-acute-acquired-comitant-esotropia-JOVR-02-0014

Yan, L., Ji, A., & Chen, X. (2020). Primary observation of clinical features in acute acquired distance esotropia. *Ophthalmology in China, 29*(2), 138–141. https://doi.org/10.13281/j.cnki.issn.1004-4469.2020.02.013

Yilmaz, P. T., Fatihoglu, Ö. U., & Sener, E. C. (2020). Acquired comitant esotropia in children and young adults: Clinical characteristics, surgical outcomes, and association with presumed intensive near work with digital displays. *Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus, 57*(4), 251–256. https://doi.org/10.3928/01913913-20200422-02

Appendix:

Table 1. Summary of findings
Source: Created by the authors

Motor and Sensorial test applied	First Examination	After best corrected prescription	After 4 orthoptic sessions+ home exercises	Two years later complaining again	After 6 orthoptic sessions+ home exercises+ Tropicamide eye drops at bedtime
Versions	OD -1LR OS -1/2LR	OD -1LR OS -1/2LR	OD -1LR OS -1/2LR	OD -1LR OS -1/2LR	OD -1LR OS -1/2LR
Doll's head rotation	unremarkable	unremarkable	unremarkable	unremarkable	unremarkable
Decimal Visual Acuity **Monocular (far)**	OD 0.63 OS 1.0	OD 1.0 OS 1.0	OD 1.60 OS 1.60	OD 1.0 OS 1.0	OD 1.60 OS 1.60
Decimal Binocular Visual Acuity (far)	impossible - diplopia	impossible - diplopia	2.0	0.16	1.60
Visual Acuity **(near)**	OD 6/6 OS 6/6	OD 6/6 OS 6/6	OD 6/6 OS 6/6	OD 6/6 OS 6/6	OD 6/6 OS 6/6
Prism Cover test **Far (6m)** **Near (33cm)**	 ET 15Δ E(T)25Δ	 ET 8Δ E(T) 20Δ	 E 8Δ E12Δ	 E(T) 12Δ E(T) 20Δ	 E 6Δ E 8Δ
4Δ test	Inconclusive	Inconclusive	No central suppression	No central suppression	No central suppression
Titmus Fly test	100”	100”	40”	40”	40”
Near Point of Convergence	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm
Divergence amplitude **Far (6m)** **Near (33cm)**	 0Δ 0Δ	 0Δ 2Δ	 6Δ 10Δ	 0Δ 0Δ	 3Δ 12Δ
Synopthopore: **divergence amplitude**	4Δ	4Δ	10Δ	8Δ	10Δ
Synopthopore: convergence amplitude	18Δ	18Δ	18Δ	18Δ	28Δ
(GRADIENT) AC/A	3.33ΔD/D	3.33ΔD/D	5ΔD/D	5ΔD/D	3.67ΔD/D

Motor and Sensorial test applied	First Examination	After best corrected prescription	After 4 orthoptic sessions+ home exercises	Two years later complaining again	After 6 orthoptic sessions+ home exercises+ Tropicamide eye drops at bedtime
R.A.F. ruler **NPA (cm/age)** **Monocular**	OU 11cm/29yrs	OU 11cm/29yrs	OU 10cm/25yrs	OU 13cm/34yrs	OU 9.0cm/20yrs
R.A.F. ruler **NPA (cm/age)** **Binocular**	OU 16cm/38yrs	OU 16cm/38yrs	OU 10cm/25yrs	OU impossible-diplopia	OU 10cm/25yrs
Accommodation Amplitude (R.A.F. ruler)	6D	6D	10D		10D

Revisão Sistemática sobre Análise da Visão Funcional em Indivíduos com Transtornos do Espectro Autista

Márcia Baêta da Silva
Stéphanie Bruno Paroni

Revisão Sistemática sobre Análise da Visão Funcional em Indivíduos com Transtornos do Espectro Autista

Márcia Baêta da Silva[1], Stéphanie Bruno Paroni[2]

[1]Fisioterapeuta especialista em Psicomotricidade, São Paulo, SP, Brasil. Email: mbsfisio@terra.com.br

[2]Neuropsicopedagoga especialista em Psicomotricidade, São Paulo, SP, Brasil. Email: stebparoni@gmail.com

Resumo:

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) representa uma complexa condição que afeta o desenvolvimento e o funcionamento social, comunicativo e comportamental de indivíduos, sendo a causa multifatorial. No âmbito deste estudo, a adoção da "avaliação da visão funcional" serve como um meio eficaz para compreender as implicações práticas da visão no contexto do TEA. Objetivo: Analisar o comportamento da visão funcional de indivíduos com TEA abrangendo todas as faixas etárias. Métodos: Os estudos foram selecionados por meio de busca eletrônica em bases de dados via PubMed, Periódico Capes e BVS. Resultados: Não foram encontrados artigos que abordassem sobre a visão funcional. Os estudos atuais em indivíduos com TEA, de ambos sexo e diversas faixas etárias, trata-se de revisão do desempenho da função visual,sendo eles: via magnocelular, fluxo dorsal, parvocelular, resposta de contraste , processamento visual, processamento de movimento, supressão sacádica, processamento de formas finas, fluxo ventral, processamento facial,visão e discriminação de cores, múltiplas visões, visão funcional e rivalidade binocular. Conclusão: A literatura sobre o processamento visual em pessoas com TEA é limitada. Não há estudos que se concentrem na visão funcional, ou seja, como esses indivíduos usam a visão no dia a dia. Isso dificulta o desenvolvimento de programas de intervenção para melhorar as habilidades visuais e a funcionalidade visual em pessoas dessa população. Mais pesquisas sobre a avaliação da visão funcional em pessoas com TEA são necessárias.

Palavras-Chave: Visão Funcional, Transtorno do Espectro Autista, Fluxo Dorsal e Magnocelular

Introdução

De acordo com Rosa e Cavalcanti (2022), o Transtorno do Espectro Autista (TEA) apresenta dificuldades no processamento e ordenamento das informações coletadas e percebidas no ambiente. Essas dificuldades podem ser causadas pela inexistência de sensibilidade para alguns estímulos ou pela sobrecarga sensorial.

Segundo a Associação Americana de Psiquiatria (2013), o transtorno do Espectro Autista é caracterizado como uma desordem neurológica, com variações de sintomas e acometimentos, afetando principalmente as áreas de comunicação e habilidades sociais, apresentando ainda, movimentos estereotipados e comportamentos repetitivos.

Essa abordagem ampla é crucial para o desenvolvimento de estratégias de intervenção mais eficazes. Ao explorar as contribuições de Gagliardo (2003) e Kandel (1997), compreendemos que a visão desempenha um papel sofisticado na definição de objetos, pessoas, cores, contraste e limites espaciais. No entanto, a percepção visual diferenciada em indivíduos com TEA, conforme destacado, implica em comprometimentos que nem sempre são evidentes de imediato. Essa perspectiva enriquece nossa compreensão da experiência visual única desses indivíduos, destacando a

importância de estratégias personalizadas para abordar suas necessidades específicas.

A revisão de Simmons et al. (2009) e Bakroon & Lakshminarayanan (2016) revela uma vasta gama de alterações na visão em indivíduos com TEA. Essas alterações abrangem desde questões optométricas até desafios no processamento visual baixo nível, na organização perceptual, leitura, detecção de olhar, reconhecimento de movimento biológico e de emoção em rostos. A complexidade desses impactos sugere uma interconexão multifacetada entre as características visuais e as manifestações clínicas do TEA.

Ludlow et al. (2006, 2012, 2014), e Wilkinson e Milvane (2013) corroboram essas descobertas, enfatizando que as alterações na visão não são apenas prevalentes, mas também podem ter um impacto significativo nas atividades diárias, como leitura, interação social e aprendizagem. Isso destaca a necessidade premente de uma abordagem abrangente na avaliação e intervenção para atender às necessidades visuais específicas desses indivíduos. No âmbito deste estudo, a adoção da "avaliação da visão funcional" serve como um meio eficaz para compreender as implicações práticas da visão no contexto do TEA.

Entretanto, as observações de Rossi et al. (2013) ressaltam a complexidade do termo, que pode abranger diferentes conceitos na literatura, como avaliação funcional, funcionalidade da visão ou função visual. Essa consideração destaca a importância de uma definição clara e consensual para orientar pesquisas e práticas clínicas. Colenbrander (2005) oferece uma distinção valiosa entre função visual e visão funcional, destacando a necessidade de considerar não apenas as propriedades físicas do olho e do sistema visual, mas também a eficácia prática da visão nas atividades cotidianas.

Em síntese, essa revisão ressalta a complexidade e a diversidade das alterações visuais no TEA, sublinhando a necessidade de uma abordagem abrangente na avaliação, definição de termos e intervenção. Compreender a visão funcional e suas nuances específicas no contexto do TEA é crucial para desenvolver estratégias mais eficazes, promovendo assim uma melhor qualidade de vida para indivíduos dentro desse espectro.

A revisão literária realizada no presente artigo, não apenas destaca os avanços recentes no entendimento das alterações na visão em indivíduos com TEA, mas também questões não resolvidas que justificam futuras investigações. O conhecimento aprofundado dessas alterações é crucial para o desenvolvimento de abordagens terapêuticas mais precisas e individualizadas, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e inclusão desses indivíduos na sociedade. O objetivo deste estudo é analisar o comportamento da visão funcional de indivíduos com TEA abrangendo todas as faixas etárias.

Métodos

Trata-se de uma revisão integrativa na qual a coleta de dados ocorreu entre novembro e dezembro de 2023, pelas bases de dados: Periódicos CAPES, Portal da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e PubMed.

Os descritores em inglês utilizados para busca foram “autism”, “dorsal stream”, “magnocellular”, “visual scanning”, “visual impairment”, “functional vision” e “visual behavior”. Em português, foram utilizados “autismo”, “fluxo dorsal”, “funcional da visão”, “deficiência visual”, “funcionalidade da visão”, “comportamento visual” e em espanhol “autismo”, “corriente dorsal”, “visión funcional”, “discapacidad visual”, “funcionalidad de la visión” e “comportamento visual”, sendo que nesses dois últimos idiomas não foi localizado artigos pertinentes a temática. Para o cruzamento dos descritores nas bases de dados foram utilizados os operadores booleanos “OR” e “AND”, os quais foram associados de diferentes maneiras, a fim de resgatar a maior quantidade de artigos relacionados sobre o tema.

Os critérios de inclusão adotados foram estudos com indivíduos com TEA abrangendo todas as faixas etárias, estudos que abordaram a temática

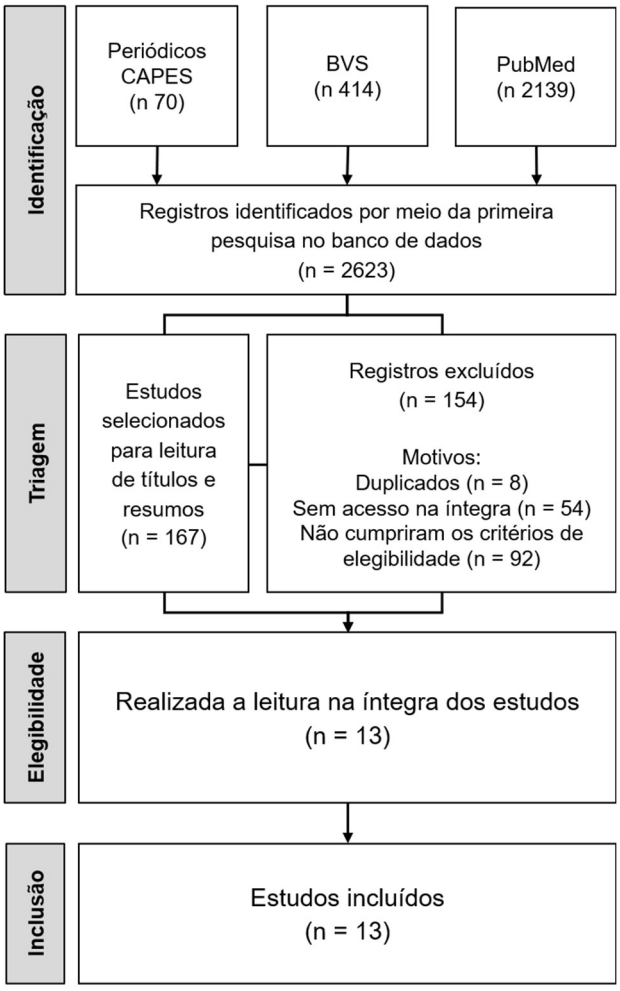
processamento visual, avaliação da função visual e funcionalidade da visão, nos idiomas em inglês, português ou espanhol, publicados nos últimos 10 anos.

Foram excluídos da revisão os estudos que avaliaram crianças, adolescentes e adultos com diferentes distúrbios do neurodesenvolvimento, assim como indivíduos típicos, ou ainda as temáticas sobre funções executivas, reconhecimento e percepção das emoções da face, visuomotor e sensorial, bem como, estudos piloto e de revisões.

Resultados

Foram selecionados 2623 artigos, após a triagem que seria a leitura dos títulos e dos resumos, artigos duplicados, sem acesso à íntegra, seguindo os critérios de exclusão e elegibilidade tivemos um número total de 153. A amostra final desta revisão é composta por 13 artigos científicos, selecionados pelos critérios de inclusão previamente estabelecidos. A sequência desses dados está na figura 1.

Figura 1
Fluxograma do processo de seleção dos estudos para inclusão na revisão integrativa, segundo o modelo PRISMA
Fonte: *As autoras (2024)*



Legenda: N = Número de artigos

Destes 13 artigos selecionados, elaboramos uma tabela de resultados que representa as especificações de cada um dos estudos, conforme a Tabela 1 (Apêndices).

Com base no estudo de Frey et al. (2013) o sistema magnocelular, por outro lado, mostra uma função de resposta totalmente diferente, com uma função de ganho de contraste inicialmente muito acentuada que satura rapidamente entre 10 e 15% de contraste. Assim, quando o contraste muda de níveis médios para altos (isto é, de uma linha de base de pedestal alto), apenas as células parvocelulares deveriam mostrar sensibilidade,

enquanto flutuações de contraste abaixo de 10% devem influenciar substancialmente a capacidade de resposta à divisão magnocelular.

O estudo de Greenaway et al. (2013) investigou a sensibilidade ao contraste de luminância em crianças TEA e em crianças com DT. A sensibilidade foi medida em duas tarefas: no pedestal pulsado não houve diferença significativa na sensibilidade ao contraste entre os grupos; e pedestal estável (41,2%) das crianças com TEA apresentaram comprometimento seletivo na sensibilidade ao contraste, esses resultados sugerem que esta população pode ter um déficit no processamento magnocelular, que é responsável pela visão de baixo contraste.

Já no estudo de Jackson et al. (2013) e de Castanho e Crewther (2017) corroboram ao levantaram que as maiores diferenças de grupo foram observadas na resposta do kernel (K1, K2.1, K2.2) ao estímulo de alto contraste (96%) .Em alto contraste, a amplitude do pico K2.2 P1 (90 ms) foi menor para o grupo TEA $F = 9,88$, ($p < 0,006$), assim como a amplitude do pico P2 (130 ms) (1,17).Em baixo contraste (24%), não houve diferenças significativas entre as amplitudes médias dos picos dos grupos para (K1, K2.1, K2.2), ou seja potenciais evocados visualmente não lineares (VEPs) de alto contraste (96%) agrupam respostas e interações do núcleo.

Foi realizado um experimento no estudo de Robertson et al. (2014) por R-fMRI para julgar a direção do movimento de pontos em um estímulo visual, para analisar o processamento visual. A duração da visualização do estímulo foi de 0,2 ou 0,6 segundos e a proporção de pontos se movendo na direção correta teve coerência de (4%**,** 15%, 30%, 50% ou 75%). No TEA houve um desempenho mais impactado por durações curtas ($p < 0,015$) e coerência baixa ($p < 0,008$). Diferenças na ativação cerebral entre os grupos, no córtex visual primário, teve maior ativação no grupo DT para coerência baixa ($p < 0,05$), na área temporal média, teve maior ativação no grupo DT para coerência alta ($p < 0,05$) e no sulco intraparietal, maior ativação no grupo DT para todas as coerências ($p < 0,05$).

Não foi possível observar diferença significativa no estudo de Elst et al., (2015) entre os grupos em termos de idade, sexo ou anos de escolaridade. Em relação ao estudo de Crewther et al. (2015), ambos os indivíduos apresentaram efeitos potenciais evocados visuais diferenciais semelhantes em épocas posteriores (80-160 ms) em alto contraste. Os resultados também sugerem que o preconceito em relação ao estilo perceptual local relatado nessa população pode ser devido à supressão seletiva de informações de baixa frequência espacial que acompanham cada movimento sacádico.

No estudo de Shafai et al. *(*2015) não foram encontradas evidências de desempenho superior na detecção de orientação pelo grupo com TEA em nenhuma das orientações. Em vez disso, o grupo com TEA mostra a tendência oposta, com sensibilidade ligeiramente inferior em todas as orientações, sugerindo que a fonte das capacidades perceptivas alteradas deve ser procurada noutro local, possivelmente a jusante de V1.

Para Yamasaki et al. (2017), os adultos com TEA apresentaram latência N1 mais longa para grades cromáticas ($p = 0,013$), latência N1 mais curta para grades acromáticas de alto contraste ($p < 0,001$), latência P1 mais curta e latência N170 prolongada para estímulos faciais ($p < 0,001$). Com relação à amplitude média de N1, não houve efeitos principais ou de interação significativos.

Em relação aos estudos de Castanho e Crewther (2017) a inteligência não-verbal foi incluída como um fator, as principais diferenças fisiológicas do grupo giraram em torno das não-linearidades geradas parvocelularmente. A ativação parvocelular (resposta K2.2 de segunda ordem) mostrou amplitudes P2 significativamente menores para o grupo TEA na estimulação visual de alto contraste em comparação com o grupo indivíduos com desenvolvimento típico (TD).

Já para os resultados encontrados em relação à função visual, Zachi et al. (2017), descreveram que há um prejuízo em cerca de 30% nas crianças com TEA em suas visões perceptivas em comprimentos de ondas verde, vermelha e azul.

Em seu estudo, Huang et al. (2018), propõe uma nova estrutura para analisar redes de conectividade funcional do cérebro, visando melhorar a detecção das múltiplas visões dos sujeitos com TEA. A principal inovação reside na utilização de redes múltiplas, combinando informações de diferentes perspectivas para obter uma representação mais completa da conectividade cerebral. A acurácia da proposta alcança (79,35%), superando métodos de rede única por pelo menos 7%. Em comparação com outros métodos de rede múltipla, a proposta também apresenta o melhor desempenho, com pelo menos (11%) de melhora na precisão.

No estudo de Bhaskaran et al. (2018) as crianças com TEA apresentam diversas alterações visuais, incluindo problemas de acomodação (7%), estrabismo (27%), estereopsia (30%), sacadas anormais (63%), movimentos de perseguição anormais (36%) e dificuldades em algumas tarefas de processamento visual e habilidades visuoespaciais (50%).

Para finalizar, de acordo com Spiegel et al. (2019) usando apenas dados neurais, foram capazes de prever a gravidade dos sintomas do autismo e classificar corretamente o status diagnóstico dos indivíduos (autista versus controle; precisão de 87%), em relação a rivalidade binocular mais lenta.

Discussão

Os estudos atuais em indivíduos com TEA, de ambos sexos e diversas faixas etárias, trata-se de revisão do desempenho da função visual, sendo eles: via magnocelular, fluxo dorsal, parvocelular, resposta de contraste, processamento visual, processamento de movimento, supressão sacádica, processamento de formas finas, fluxo ventral, processamento facial, visão e discriminação de cores, múltiplas visões, visão funcional e rivalidade binocular.

Com base nos dados coletados, podemos afirmar que o objetivo deste estudo, fica mais evidente a necessidade de pesquisas focadas na área clínica para compreender e sermos mais assertivos no comportamento visual dessa população.

Após analisar os achados que compõem a revisão integrativa, percebe-se que são escassas as publicações que denotam a visão funcional no TEA.

Em relação aos aspectos de processamento visual de entradas centrais e periféricas, através dos estudos de Frey et al. (2013), demonstram anomalias nos padrões de fixação e na balística dos movimentos oculares presentes no TEA, afetando o desenvolvimento de mapas visuoespaciais e, especificamente, as entradas periféricas via magnocelular, isto pode ser justificado pelas peculiaridades no comportamento de fixação e movimento ocular. Pelas pesquisas de Jackson et al. (2013), seja provável que ambos os aferentes magno e parvocelulares contribuam, com a falta de saturação e sugere que, pelo menos em alto contraste, tais respostas são dominadas pela entrada parvocelular não saturante e o desempenho do público TEA de médio e baixo funcionamento são semelhantes. Já para os grupos TEA de alto funcionamento a amplitude do pico era consideravelmente maior comparando com o grupo de baixo funcionamento.

Outra descoberta que poderia estar potencialmente relacionada à representação aprimorada do espaço periférico é o comportamento de olhar lateral, acredita-se que ver um objeto em movimento através do olhar lateral seja um comportamento compensatório para que os indivíduos com TEA percebem facilmente as informações, de acordo com Coulter et al. (2009), relataram que a visão lateral é uma tentativa de regular a informação visual filtrando informações de alta frequência espacial, bem como informações de alta frequência temporal para que a informação

visual possa ser processada com mínimo desconforto e confusão, ou seja, a visão lateral é um comportamento no qual o indivíduo tenta usar o processamento visual periférico no lugar da visão central.
Com base nos dados de Castanho e Crewther (2017), eles descrevem uma relação singular ligando inteligência não-verbal, percepção global e a eficiência neural da via parvocelular, presente no TEA, mas não demonstrada no grupo com desenvolvimento típico, sugerindo algum tipo de restrição na conectividade funcional.

Os estudos de Bakroon et al. (2016), apontam que a pesquisa eletrofisiológica sugere que existem diferenças neurológicas específicas em TEA e contribuem para as diferenças funcionais observadas e medidas nesta população. Pesquisa sobre a via magnocelular mostrou alterações significativos em crianças com TEA, em concordância com Greenaway et al. (2013), demonstrou um alto limiar na sensibilidade ao contraste, com alteração atencionais, percepção de alteração global e local, dificuldade nos aspectos espaciais, além da compreensão de cenas complexas, percepção global e local, campo útil e campo amplo. A corrente dorsal é afetada no TEA, no entanto, evidências de comprometimento na integração de nível superior e processamento global no fluxo ventral também foi encontrado que pode ser consistente com a hipótese de disfunção no sistema de neurônios-espelho.

Pelos estudos de Yamasaki et al. (2017) sugerem que a disfunção do fluxo ventral, que inclui V1 e V4, pode contribuir para o processamento social anormal no TEA. Os adultos com TEA apresentam processamento aprimorado de formas finas (HSF local) no córtex visual primário (V1), processamento de cores prejudicado no (V1), processamento facial gestalt prejudicado devido a déficits na integração de informações faciais locais do HSF no córtex visual (V4).

Já em relação à pesquisa de Robertson et al. (2014), demonstra que os déficits de percepção de movimento coerente estão associados ao processamento atípico de sinais de movimento nas primeiras áreas visuais do cérebro, em vez do processamento básico intacto e a um déficit específico na formação de decisões ou integração de alto nível. Para Bakroon et al. (2015), a percepção do movimento também é relativamente prejudicada nestes indivíduos, tendo como objetivo o aprofundamento nas pesquisas, pois como essa população tem facilidade em distrair-se com detalhes pode não conseguir realizar determinadas habilidades, como por exemplo, ser capaz de ser um condutor veicular.

Os resultados dos estudos de Coulter et al. (2009), demonstram que essa população tem desempenho intacto ou superior em algumas tarefas visuais estáticas, no entanto, apresentam déficits em tarefas que exigem processamento dinâmico da visão, incluindo percepção de movimento, exigindo maior integração e conectividade.

Ainda sobre o mesmo assunto, de acordo com os nossos levantamentos não é prática encontrar dificuldades discriminativas relacionadas a acuidade visual e visão de contraste, corroborando com o estudo Elst et al. (2015).

Em relação a supressão sacádica, segundo Crewther et al. (2015), a disfunção na via visual magnocelular tem sido associada a anomalias perceptivas e fisiológicas nessa população levantando hipóteses se a supressão sacádica está alterada no fenótipo mais amplo do TEA. Sujeitos com TEA alto, mas não baixo, apresentam diferenças de potencial pré-corticais sacádica X fixação, para uma barra grande, de baixo contraste e piscando pseudo-aleatoriamente,certificando com Niranjan et al. (2021), indivíduos com disfunção da corrente dorsal tendem a ter dificuldade em realizar movimentos oculares sacádicos de um objeto para outro e isso ocorre porque sua atenção visual limitada é “consumida” pelo primeiro objeto e as impede de perceber o próximo e essas crianças tendem a mover a cabeça ao em vez dos olhos.

Já nas pesquisas de Shafai et al. (2015), apesar da acuidade visual destes indivíduos com TEA estejam intactas, este estudo sugere, que o processamento de aspectos simples de estímulos visuais, como orientação e frequência espacial, consideradas funções do córtex visual inicial, tenha alteração, ou seja, os primeiros níveis de processamento da retina são um candidato improvável como fonte de diferenças nestes indivíduos, apresentando alteração principalmente em percepção e detecção (resolução), corroborando com os estudos de Simmons et al. (2009).

O prejuízo nas visões perceptivas, encontrados no estudo de Zachi et al. (2017), revela a importância das adaptações de materiais e ambientes para esta população, já que possivelmente apresentem estas alterações, no entanto em nossa vivência clínica, não encontramos este tipo de preocupação. Seria interessante no caso de alteração de visão de cores, os tipos de materiais utilizados na prática clínica, pois podemos causar uma confusão nos materiais apresentados para estes indivíduos, não porque eles não tenham competência funcional e sim, competência discriminativa, já que foi encontrado pelo autor prejuízo na discriminação cromática, ou seja, a cor tem que estar muito evidente para evitar a confusão.

De acordo com os achados Huang et al. (2018), propôs um novo método para identificar pacientes com TEA utilizando redes de conectividade funcional e aprendizagem multivisão. O método constrói Redes De Conectividade Funcional (FCNs) com diferentes níveis de dispersão e os combina de forma linear para melhorar a representação da conectividade funcional do cérebro. A nova estrutura de classificação obteve melhor desempenho do que métodos baseados em rede única e métodos baseados em múltiplas redes.

O estudo realizado por Bhaskaran et al. (2018), foi para avaliar a visão funcional em crianças com TEA, utilizando uma bateria de função visual cognitiva, além de exames oftalmológicos padrão. A maioria dos sujeitos tinha visão normal de cores, contraste, discriminação de formas e percepção de direcionalidade. A maioria não foi capaz de identificar ilusões de ótica ou diferenciar testes de emoções. As buscas oculares, sacadas e o reconhecimento de diferenças de tamanho eram frequentemente anormais. O mau fechamento visual foi observado em indivíduos, corroborando com os estudos de Coulter et al. (2009), que mostra que a capacidade de completar visualmente formas parcialmente ocluídas e usar influências contextuais era mais fraca. A duração da fixação no alvo facial de Heidi foi inversamente proporcional à gravidade do TEA. Este estudo estabeleceu ainda que a deficiência visual cognitiva estava presente em crianças com TEA, independentemente da gravidade.

Por fim, o rastreamento visual comparado a pessoas com TEA é mais lentificado, de acordo com Spiegel et al. (2019), a rivalidade binocular pode ser marcador potencial de equilíbrio de excitação/inibição nestes indivíduos, ou seja, a condição de ajuste é mais lenta comparado a pessoas com desenvolvimento típico, portanto, é extremamente necessário o nosso entendimento desta condição de rivalidade binocular para que possamos direcionar melhor as intervenções, pois não podemos esperar um rastreamento igual ao desenvolvimento típico, já que o componente de rastreamento desta população é mais lentificada, assim como os achados de Spiteri et al. (2021) no qual observaram que a função visual binocular também é lentificada no TEA, ainda observaram uma incidência anormalmente alta de estrabismo nessa população.

Embora encontre-se na literatura algumas revisões que de algum modo trataram do processamento visual do indivíduo com TEA, no entanto, não foi encontrado estudos que abordassem a questão da visão funcional, os diversos estudos consultados indicam falta de um termo unificado para designar a observação da maneira como indivíduos utilizam as condições anátomo morfológicas e as suas funções dentro das habilidades e funcionalidade visual.

Ainda há muito a ser explorado em relação à funcionalidade visual, portanto investir em pesquisas sobre essa temática abre portas para um futuro promissor, um campo em constante evolução com um impacto significativo para melhorar a qualidade de vida dessa população.

Conclusão

A literatura sobre o processamento visual em pessoas com TEA é limitada. Não há estudos que se concentrem na visão funcional, ou seja, como esses indivíduos usam a visão no dia a dia. Isso dificulta o desenvolvimento de programas de intervenção para melhorar as habilidades visuais e a funcionalidade visual em pessoas dessa população. Mais pesquisas sobre a avaliação da visão funcional em pessoas com TEA são necessárias.

O presente estudo oferece dados para profissionais que atuam diretamente com esta população, partindo da especificidade visual do TEA, programas de intervenção de Habilitação e Reabilitação visual poderão ser planejados de modo a estimular o aumento das vivências das funcionalidades básicas para a população em questão.

Observa-se que grande parte dos estudos, carecem de embasamento de pesquisas sobre a avaliação da visão funcional nesta população específica, ainda é um campo aberto sendo um desafio para os profissionais que atuam na área.

Agradecimentos

Às nossas famílias pelo encorajamento e apoio, à Dra. Marcia Bestilleiro Lopes por nos incentivar a continuar as buscas por esse tema, pois olhar para o mundo sob o ponto de vista dos sujeitos com TEA é enxergar além dos olhos e temos um garotinho que nos ensina diariamente a ter essa visão, a do amor sincero e verdadeiro, Joaquim filho da nossa amiga Márcia, pertencente a esse grupo.

Declaração de Conflito

No decorrer das buscas sobre o tema nos deparamos com a ausência de artigos sobre esse tema e devido a isso poucas informações para fomentar e discorrer uma dissertação mais fidedigna. As autoras deste artigo estão à disposição para possíveis convites de universidades de pesquisas para elaborarem um estudo com o foco no tema estudado nesse artigo.

Referências

American Psychiatric Association. 2013 ,Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5) American Psychiatric Pub.

Bakroon, A., & Lakshminarayanan, V. (2016). Visual function in autism spectrum disorders: a critical review. In *Clinical & experimental optometry* (Vol. 99, Issue 4, pp. 297–308). John Wiley and Sons Inc. https://doi.org/10.1111/cxo.12383

Bhaskaran, S., Lawrence, L., Flora, J., & Perumalsamy, V. (2018). Functional and cognitive vision assessment in children with autism spectrum disorder. *Journal of AAPOS*, *22*(4), 304–308. https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2018.03.010

Brown, A. C., & Crewther, D. P. (2017). Autistic children show a surprising relationship between global visual perception, non-verbal intelligence and visual parvocellular function, not seen in typically developing children. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00239

Coulter, R. A. (2009). *Understanding the Visual Symptoms of Individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD)*. http://www.covd.org.

Crewther, D. P., Crewther, D., Bevan, S., Goodale, M. A., & Crewther, S. G. (2015). Greater magnocellular saccadic suppression in high versus low autistic tendency suggests a causal path to local perceptual style. *Royal Society Open Science*, *2*(12). https://doi.org/10.1098/rsos.150226

Frey, H. P., Molholm, S., Lalor, E. C., Russo, N. N., & Foxe, J. J. (2013). Atypical cortical representation of peripheral visual space in children with an autism spectrum disorder. *European Journal of Neuroscience*, *38*(1), 2125–2138. https://doi.org/10.1111/ejn.12243

Huang, H., Liu, X., Jin, Y., Lee, S. W., Wee, C. Y., & Shen, D. (2019). Enhancing the representation of functional connectivity networks by fusing multi-view information for autism spectrum disorder diagnosis.

Human Brain Mapping, *40*(3), 833–854. https://doi.org/10.1002/hbm.24415

Jackson, B. L., Blackwood, E. M., Blum, J., Carruthers, S. P., Nemorin, S., Pryor, B. A., Sceneay, S. D., Bevan, S., & Crewther, D. P. (2013). Magno- and Parvocellular Contrast Responses in Varying Degrees of Autistic Trait. PLoS ONE, 8(6). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066797

Jure, R. (2022). The "Primitive Brain Dysfunction" Theory of Autism: The Superior Colliculus Role. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, *16*. https://doi.org/10.3389/fnint.2022.797391

Ldf, R., Gc, V., Gr, S., Ao, B., & Rhc, A. (2013). *Avaliação da Visão Funcional em Crianças: Revisão da Literatura* (Vol. 37).

Little, J. A. (2018). Vision in children with autism spectrum disorder: a critical review. In *Clinical and Experimental Optometry* (Vol. 101, Issue 4, pp. 504–513). Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1111/cxo.12651

Lopes, M. C. B., Costa, M. F. da, Santos, M. A. dos, & Nakanami, C. R. (2020). DESENVOLVIMENTO DO PROTOCOLO DA AVALIAÇÃO DA VISÃO FUNCIONAL INFANTIL (AVFI) PARA CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL. *Psicologia e Saúde Em Debate*, *6*(1), 91–110. https://doi.org/10.22289/2446-922x.v6n1a7

Marked selective impairment in autism on an index of magnocellular function. (n.d.).

Pehere, N. K., & Dutton, G. N. (2021). Perceptual visual dysfunction in children - An Indian perspective. In *Indian Journal of Ophthalmology* (Vol. 69, Issue 8, pp. 2004–2011). Wolters Kluwer Medknow Publications. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1996_20

Reynolds, M., & Culican, S. M. (2023). Visual Autism. In *Children* (Vol. 10, Issue 4). MDPI. https://doi.org/10.3390/children10040606

Robertson, C. E., Thomas, C., Kravitz, D. J., Wallace, G. L., Baron-Cohen, S., Martin, A., & Baker, C. I. (2014). Global motion perception deficits in autism are reflected as early as primary visual cortex. *Brain*, *137*(9), 2588–2599. https://doi.org/10.1093/brain/awu189

Rosa,C.,R.,E.,M.,Cavalcanti.,M.,R.,R.,S.,A.(2022) A percepção visual das pessoas com Transtorno do Espectro Autista e suas implicações: uma abordagem a partir da Gestalt Research, Society and Development, v. 11, n. 11. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33416

Samson, F., Mottron, L., Soulières, I., & Zeffiro, T. A. (2012). Enhanced visual functioning in autism: An ALE meta-analysis. *Human Brain Mapping*, *33*(7), 1553–1581. https://doi.org/10.1002/hbm.21307

Shafai, F., Armstrong, K., Iarocci, G., & Oruc, I. (2015). Visual orientation processing in autism spectrum disorder: No sign of enhanced early cortical function. *Journal of Vision*, *15*(15). https://doi.org/10.1167/15.15.18

Simmons, D. R., Robertson, A. E., McKay, L. S., Toal, E., McAleer, P., & Pollick, F. E. (2009). Vision in autism spectrum disorders. In *Vision Research* (Vol. 49, Issue 22, pp. 2705–2739). https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.08.005

Smith, D., Ropar, D., & Allen, H. A. (2015). Visual integration in autism. *Frontiers in Human Neuroscience*, *9*(JULY). https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00387

Spiegel, A., Mentch, J., Haskins, A. J., & Robertson, C. E. (2019). Slower Binocular Rivalry in the Autistic Brain. *Current Biology*, *29*(17), 2948-2953.e3. https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.07.026

Spiteri, S., & Crewther, D. (2021). Neural Mechanisms of Visual Motion Anomalies in Autism: A Two-Decade Update and Novel Aetiology. In *Frontiers in Neuroscience* (Vol. 15). Frontiers Media S.A. https://doi.org/10.3389/fnins.2021.756841

Van Elst, L. T., Bach, M., Blessing, J., Riedel, A., & Bubl, E. (2015). Normal visual acuity and electrophysiological contrast gain in adults with high-functioning autism spectrum disorder. *Frontiers in Human Neuroscience*, *9*(AUGUST). https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00460

Yamasaki, T., Maekawa, T., Miyanaga, Y., Takahashi, K., Takamiya, N., Ogata, K., & Tobimatsu, S. (2017). Enhanced fine-form perception does not contribute to gestalt face perception in autism spectrum disorder. *PLoS ONE*, *12*(2). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170239

Zachi, E. C., Costa, T. L., Barboni, M. T. S., Costa, M. F., Bonci, D. M. O., & Ventura, D. F. (2017). Color vision losses in autism spectrum disorders. *Frontiers in Psychology*, *8*(JUN). https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01127

Apêndices:

Tabela 1
Descrição dos artigos encontrados para resultados
Fonte: As autoras (2024)

Autor (ano)	N° Sujeitos	População	Intervenção como ele fez metodologia	Controle	Desfechos
Frey et al., 2013	Total n=51 participantes. Grupo TEA (n=22). Grupo DT (n= 31).	Grupo TEA= Crianças e adolescentes do sexo feminino, com idade 7 a 17 anos. Grupo DT = Crianças e adolescentes do sexo feminino, com idade 6 a 18 anos.	Um padrão xadrez subtendendo 6,4° de ângulo visual (vertical e horizontalmente) e com números iguais de marcas claras e escuras foi utilizado ao longo deste estudo. Os participantes estavam sentados em uma câmara de gravação de EEG eletromagneticamente protegida a 70 cm de distância de um monitor CRT de 21 polegadas com taxa de atualização de 60 Hz e resolução de 1024 por 768 pixels. Cada participante foi submetido a três execuções para cada condição de estímulo (Full-Range VESPA, Magno VESPA e PEV /VEPE com apresentação dos estímulos no centro da tela e 6,2° para a direita. Para obter VEPs, o tabuleiro de xadrez de contraste total foi invertido a cada segundo. Para a VESPA, o contraste do padrão xadrez foi modulado a cada atualização da tela por um sinal estocástico não binário, que teve sua potência distribuída uniformemente entre 0 e 30 Hz.	Foi aplicada a mesma intervenção com o grupo de controle	Para estímulos apresentados na periferia, foram encontradas diferenças claras entre os grupos TEA e DT (desenvolvimento típico). Para o PEV, a amplitude relativa média para estímulos periféricos foi de 0,41 (±0,23) no grupo TEA e de 0,25 (± 0,14) para o DT. Ou seja, o processamento periférico no autismo, pode estar alterado, pois muitas vezes apresentam peculiaridades no comportamento de fixação e movimento ocular, o que provavelmente influencia o desenvolvimento de representações visuais corticais periféricas. O sistema magnocelular, inicialmente mostra uma resposta entre 10 e 15% de contraste.
Greenaway et al; 2013	Total n= 34 participantes Grupo TEA puro ou Asperger n= 17 crianças; Grupo DT n= 17 participantes	Grupo 1- TEA e DT: 13 sexo masculino, todos com 12 anos. Grupo 2- TEA e DT: 4 sexo feminino entre 9 e 14 anos	Foi usado o Software DMDX (Forster & Forster, 2003) para medir a luminância da tela e foi usado o fotômetro Minolta CS100A. Uma caixa preta com dois orifícios de visualização foi utilizada para manter a luminância surround constante, minimizar os movimentos da cabeça e manter uma distância de visualização constante de 45 cm. Estímulos visuais (quadrados) foram apresentados na fixação. Ordem das condições contrabalançadas entre	Foi aplicada a mesma intervenção com o grupo de controle	As crianças com TEA apresentaram desempenho similar ao de crianças DT em um teste de função magnocelular. Esse resultado mostra que as crianças com TEA não apresentam deficiências na função magnocelular e as diferenças não podem ser explicadas por atenção atípica, adaptação ou visão de alto nível, diferente de estudos anteriores.

			participantes. Os participantes do grupo DT executaram as condições na mesma ordem que os do grupo TEA pareados. Precisavam indicar qual dos quatro quadrados era o mais brilhante. A resposta foi dada através de caixa de botão com quatro botões (escolha forçada espacial de quatro alternativas). O tom sinalizava no início do teste. O feedback não era oferecido.		No pedestal pulsado não houve diferença significativa na sensibilidade ao contraste entre os grupos; e pedestal estável (41,2%) sensibilidade a contraste.
Jackson et al; 2013	Total n=29 participantes Grupo TEA baixo n= 9, médio n= 12 e alto n= 8	Grupo TEA baixo, médio e alto: 15 sexo masculino e 14 feminino	VEPs foram registrados de 19 hexágonos de tamanhos iguais em um monitor de taxa de quadros de 75 Hz. Foram analisadas apenas as respostas do patch central (5° do ângulo visual). Os kernels K1, K2.1 e K2.2 dos VEPs foram extraídos usando o software VERIS 3.01. Amplitudes e latências de pico foram comparadas entre os subgrupos TEA (baixo, médio e alto) em cinco contrastes de luminância. Foi criado um estímulo visual com pontos aleatórios em movimento, com algumas condições: Vida útil limitada vs. ilimitada dos pontos, contraste de luminância alto vs. baixo, direção do movimento (para cima, para baixo, esquerda ou direita). Foi detectada diferenças nos limiares de percepção entre os grupos e as condições e o grupo TEA baixo apresentou um pior desempenho em todas as condições.	Foi aplicada a mesma intervenção com os três grupos	Nos resultados foi observado que a amplitude do pico era consideravelmente maior no grupo TEA alto em comparação ao grupo TEA baixo para todos os contrastes. Não houve diferença significativa entre os grupos TEA médio e baixo. A resposta do kernel (K1, K2.1, K2.2) ao estímulo de alto contraste (96%) e em baixo contraste (24%), não houve diferenças significativas entre as amplitudes médias dos picos dos grupos para (K1, K2.1, K2.2).
Robertson et al; 2014	Total: 43 participantes Grupo TEA n= 21. Grupo DT n= 22	TEA e DT, todos do sexo masculino e com idades entre 15 e 27 anos	Foi realizado um experimento por R-fMRI para julgar a direção do movimento de pontos em um estímulo visual. A duração da visualização do estímulo foi de 0,2 ou 0,6 segundos e a proporção de pontos se movendo na direção correta teve coerência de 4%, 15%, 30%, 50% ou 75%. Na precisão nos julgamentos de movimento e ambos os grupos apresentaram o mesmo padrão de precisão: Desempenho diminuía com coerência reduzida e durações de visualização mais curtas.	Foi aplicada a mesma intervenção com os dois grupos.	Em precisão não houve diferença geral entre os grupos TEA e DT. Quando a duração do estímulo era curta, diminuiu em ambos os grupos, porém essa queda foi mais acentuada no grupo TEA. O tempo de resposta foi maior no grupo TEA do que no grupo controle e aumentou em ambos os grupos com a diminuição da coerência do movimento. No TEA o houve um desempenho mais impactado por durações curtas ($p < 0,015$) e coerência baixa ($p < 0,008$). Diferenças na ativação cerebral entre os grupos, no córtex

					visual primário, teve maior ativação no grupo DT para coerência baixa ($p < 0,05$), na área temporal média, teve maior ativação no grupo DT para coerência alta ($p < 0,05$). e no sulco intraparietal, maior ativação no grupo DT para todas as coerências ($p < 0,05$).
Elst et al.,2015	Total n=33 participantes Grupo autismo (n=11) e controle (n=12).	Todos os grupos do sexo feminino e foram pareados em termos de idade, sexo e nível de escolaridade	A acuidade visual (baseada em optótipo) e a hiperacuidade visual (acuidade de Vernier) foram avaliadas psicofisicamente por meio do teste de visão de Freiburg (FrACT). Todos os sujeitos apresentaram acuidade visual maior que 20/25 (=menor que +0,1 logMAR), com correção adequada na distância utilizada para estimulação visual. Para estimulação, registro e análise, utilizou-se o sistema EP2000. Os estímulos foram gerados com resolução de 800 × 600 pixels a uma taxa de quadros de 75 Hz em uma sala pouco iluminada. Possíveis diferenças na acuidade visual, no ganho de contraste do PERG e nos ruídos de fundo da retina dos dois grupos foram calculados usando MANCOVA.	Nenhum dos indivíduos do grupo controle estava em uso de qualquer medicação psicotrópica. Houve diferença significativa nos escores psicométricos entre os dois grupos, no entanto após a correção para idade e medicação, a comparação entre os dois grupos não revelou diferença significativa para os principais desfechos. Relataram um coeficiente de correlação entre a acuidade de Vernier e a acuidade optotípica de $r = 0,8$ para indivíduos normais. Em nossa população total, encontramos que $r = 0,52$ ($p < 0,001$); para nossos controles, encontramos $r = 0,55$ ($p = 0,0025$); e para TEA, encontramos $r = 0,57$ ($p = 0,0057$). Assim,	Nem a acuidade visual psicofisiológica nem a hiperacuidade de Vernier diferiram entre os participantes do TEA e os controles. Além disso, não houve alterações no processamento eletrofisiológico dos estímulos de contraste retiniano com relação ao ganho de contraste retiniano ou ruído de fundo retiniano.

				aproximadamente metade da variância foi comum a esses dois tipos de acuidades; isso deixou espaço para efeitos diferenciais entre TEA e controle, o que não observamos.	
Crewther et al., 2015	Total: 62 participantes Grupo 1- TEA baixo n= 14 e alto n=13 Grupo 2 - TEA alto n= 14 e TEA baixo n= 14	Grupo 1 e 2: Adultos e sem registro de sexo	Estímulos: grade gerada em Vpixx, apresentada em monitor CRT. A luminância média é de 60 cd/m² com duração de 2 quadros de monitor (27 ms) e a taxa de atualização é de 75 Hz. A grade é apresentada imediatamente após a detecção do início da sacada com atraso de 170 ms após o início da sacada antes da apresentação da grade. Controle de contraste: protocolo de quatro escolhas forçadas alternativas (4AFC) e localização espacial da grade apresentada. Estímulo VEP - um retângulo uniforme (50°×8°), foi alternado de forma pseudo aleatória entre dois níveis de luminância. Dois pontos separados por 10 foram usados para fixação ou como alvos sacádicos.	Foi aplicada a mesma intervenção com os dois grupos	O grupo de TEA alta, apresentou uma supressão sacádica mais forte para grades de baixa frequência espacial do que para grades de alta frequência espacial. O grupo de TEA baixa apresentou uma supressão sacádica similar para grades de alta e baixa frequência espacial. A supressão sacádica para grades de baixa frequência espacial foi menor no grupo TEA baixa do que no grupo TEA alta. Ambos os indivíduos apresentaram efeitos potenciais evocados visuais diferenciais semelhantes em épocas posteriores (80-160 ms) em alto contraste.
Shafai et al.,2015	Total N=58 participantes Grupo com TEA, (n=8 mulheres, n= 21 homens) Grupo controle sem TEA (n=9 mulheres, n= 20 homens)	Grupo com autismo, adultos, sexo feminino e masculino Idade: 23,2 ± 7,1 anos e Grupo controle adultos sexo feminino e masculino com idade de 26,3 ± 7,8 anos.	Todos os 29 participantes de cada grupo completaram o Experimento 1 ; 18 desses participantes de cada grupo completaram o Experimento 2 ; e 15 de cada grupo que participaram do Experimento 2 também completaram o Experimento 3, foi limitada a investigação à orientação visual , padrão Gabor como estímulo. Foram especificadas três tarefas básicas destinadas avaliar o processamento primário da orientação visual: A discriminação de orientação, percepção verídica e detecção de orientação. Todos os participantes tinham acuidade visual normal ou corrigida para normal, confirmada	No grupo controle também foi avaliada uma série de orientações básicas. Esta comparação entre as formas globais das curvas de desempenho e os perfis característicos do efeito oblíquo permitiu-nos verificar desvios qualitativos da função visual normal. Por outro lado, as diferenças no	Não foram encontradas evidências de desempenho superior na detecção de orientação pelo grupo com TEA em nenhuma das orientações. Em vez disso, o grupo com TEA mostra a tendência oposta, com sensibilidade ligeiramente inferior em todas as orientações. Com base nas hipóteses principais: (a) Indivíduos com TEA são quantitativamente distintos de indivíduos sem TEA e apresentam percepção de orientação superior, e (b) indivíduos com TEA são qualitativamente distintos de indivíduos sem TEA e apresentam um padrão alterado que se desvia do efeito oblíquo. No entanto, concluem

			por um optometrista. A acuidade visual normal foi definida como 20/30 ou melhor (ou seja, 20/24 na distância intermediária). Todos os participantes com autismo (n=29) foram previamente diagnosticados por um médico utilizando os critérios do DSM-4	nível de desempenho entre os dois grupos permitiram examinar desvios quantitativos, como processamento aprimorado ou prejudicado.	com segurança que nenhuma dessas hipóteses é apoiada, sugerindo que a fonte das capacidades perceptivas alteradas deve ser procurada noutro local, possivelmente a jusante de V1.
Yamasaki et al; 2017	Total: 28 participantes Grupo TEA de alto funcionamento n= 14 Grupo DT n=14	Grupo TEA – sexo feminino 5 e masculino 9. Idade: 29.9 ± 7.1 anos Grupo DT - sexo feminino 5 e masculino 9 homens. Idade: 28.6 ± 10.0 anos	Os potenciais evocados visuais foram registrados em adultos com TEA de alto funcionamento e adultos com DT Foi utilizado três tipos de estímulos visuais: grades cromáticas isoluminantes (vermelho/verde, RG), grades acromáticas de alto contraste (preto/branco, PB) com alta frequência espacial (HSF, 5,3 ciclos/grau) e faces (neutras, rostos felizes e irritados). Além disso, uma maior diferença na latência entre P1 e N170, ou entre N1 para PN e N170 (ou seja, o prolongamento do tempo de condução córtico-cortical entre V1 e V4) foi observada em adultos com TEA.	Em comparação com os controles DT, os adultos com TEA exibiram latência N1 mais longa para GP, latência N1 mais curta para PN e latência P1 mais curta, mas latência N170 prolongada, para estímulos faciais.	Os resultados indicam que adultos com TEA melhoraram o processamento de formas finas (HSF local), mas prejudicaram o processamento de cores em V1. Além disso, eles exibem processamento facial gestalt prejudicado devido a déficits na integração de múltiplas informações faciais locais do HSF em V4. Assim, a função alterada do fluxo ventral pode contribuir para o processamento social anormal no TEA. Os adultos com TEA apresentaram latência N1 mais longa para grades cromáticas ($p = 0,013$), latência N1 mais curta para grades acromáticas de alto contraste ($p < 0,001$), latência P1 mais curta e latência N170 prolongada para estímulos faciais ($p < 0,001$). Com relação à amplitude média de N1, não houve efeitos principais ou de interação significativos.
Castanho & Crewther (2017)	Total n= 25 participantes Grupo TEA n=11 Grupo DT n=14	Grupo TEA crianças do sexo masculino, com idade:7 a 11 anos. Grupo DT crianças do sexo masculino, com idade:7 a 11 anos Os participantes foram recrutados em uma escola	Os testes foram baseados em dois períodos com um intervalo de 2 semanas entre eles. O primeiro período funcionou como uma familiarização com as tarefas e os protocolos de teste. O segundo período incluiu a coleta de dados psicofísicos e eletrofisiológicos (PEV). **TI usando números globais e locais:** os estímulos globais/locais usados nas tarefas de TI consistiram em figuras complexas (peixes, caminhões e borboletas), cada uma composta por formas geométricas simples (círculos, triângulos ou quadrados), foram exibidos em duas orientações diferentes usando a reversão	O grupo DT apresentou médias de TI consistentemente menores em comparação com o grupo autismo. Não houve casos de ocorrência no grupo DT para familiarizar com os estímulos como no grupo de autismo.	A comparação dos escores de Raven não mostrou diferença significativa entre os grupos, já na comparação dos escores no teste Child CBPQ, uma medida de características autísticas, mostrou uma clara diferença entre os grupos TEA e DT, com o grupo TEA pontuando mais nas características autistas do que o grupo controle.Os resultados mostram uma relação singular ligando inteligência não-verbal, percepção global e a eficiência neural da via parvocelular, presente no grupo TEA, mas não demonstrada no grupo DT, no entanto, comparação do PEV não linear entre os grupos

		primária nos subúrbios orientais de Melbourne, Austrália. Todos os membros do grupo de TEA preencheram os critérios de necessidades especiais com base no autismo (neste caso, avaliado pelo DSM-IV). O grupo DT foi pareado por idade cronológica, gênero e inteligência não-verbal por meio do teste Matrizes Progressivas Coloridas de Raven	esquerda/direita para diminuir a possível dependência da detecção de características locais durante a condição global. **PEV não linear**: eletrodos de copo de ouro preenchidos com pasta de eletrodos foram colocados em locais preparados Oz referenciados a Fz (sistema 10/20) com a orelha direita utilizada como solo. **Pré-processamento de dados:** O sinal foi amplificado 50.000 vezes com filtragem passa-banda entre 1 Hz e 1 kHz. Os dados foram amostrados em 1 kHz. Foram analisadas apenas as respostas registradas a partir do remendo central.		TEA e DT não mostrou diferenças no processamento magnocelular, diferença esperada de estudos de tendência autística em populações de alto funcionamento. A ativação parvocelular (resposta K2.2 de segunda ordem) mostrou amplitudes P2 significativamente menores para o grupo ASD na estimulação visual de alto contraste em comparação com o grupo TD.
Zachi et al., 2017	Total n=56 3 Grupos: Grupo TEA (n=09); Grupo AS (n=11) Grupo Controle (n= 36)	Todos os grupos sexo masculino. Crianças e adolescentes. Idade-6 a 19 anos.	A visão de cores foi avaliada pelo Cambridge Color Test (CCT). O protocolo Trivector foi administrado para determinar os limiares de discriminação de cores ao longo das linhas de confusão de cores protan, deutan e tritan. Para avaliar se a redução da discriminação de cores era de origem congênita, o sujeito foi testado com placas pseudoisocromáticas de Ishihara.O teste de Ishihara foi realizado com a edição de 1981 de 24 placas pseudoisocromáticas e todos os participantes tiveram acuidade visual melhor corrigida 20/20 ou melhor pelo gráfico ETDRS (tumbling E) a 3 m de distância do sujeito. Avaliação: 1. Discriminação Cores (pelo teste CCT); para lentidão na CCT elevada pelos limiares de discriminação (RVP).	Os valores dos limiares de discriminação de cores obtidos pelo grupo controle mostraram aderência à distribuição normal com o teste de Kolmogorov-Smirnov. O defeito de visão de cores entre indivíduos com TEA foi determinado usando limites de tolerância baseados nos limiares de visão de cores dos controles.	O resultado confirma uma deficiência congênita da visão de cores no eixo vermelho-verde, ou seja, nos eixos protan e deutano, ou na dimensão azul, no eixo tritan, equivalente a (30%) de prejuízo na discriminação cromática.

Huang et al. 2018	Total: 92 participantes Grupo TEA n= 45 Grupo DT n= 47	Grupo TEA: sexo masculino 38 e feminino 7. Idade: 11,1 ± 2,3 anos; Grupo DT: sexo masculino 36 e feminino 11. Idade: 11,0 ± 2,3 anos	Os dados de R-fMRI foram coletados em um Scanner Siemens Allegra 3.0 T no NYU Langone Medical Center. Os Indivíduos foram instruídos a relaxar com os olhos abertos e olhando para uma cruz de fixação. O tempo de aquisição foi de 6 minutos, 180 volumes de imagens EPI, com TR/TE = 2.000/15 ms e ângulo de inclinação = 90°, com 33 cortes, com espessura de corte = 4 mm e matriz de imagem = 64 × 64. Os dados foram então pré-processados no Software AFNI, incluindo a remoção dos primeiros 10 volumes, suavização espacial (FWHM = 6 mm), redução de tendência de sinal, filtragem passa-banda (0,005–0,1 Hz), regressão de sinais incômodos (ventrículo, substância branca e sinais globais), normalização para o espaço MNI (3 × 3 × 3 mm), regressão de seis sinais de movimento da cabeça. O cérebro foi parcelado em 116 ROIs de acordo com o atlas ALL. Após o pré-processamento, obtivemos a série temporal média de fMRI de 116 ROIs. O estudo avalia um novo método de classificação para estados clínicos usando FCNs. O método é testado usando LOOCV para garantir a justiça da avaliação. A seleção de características é realizada em duas etapas: teste t e SVM-RFE. O valor ideal para a seleção de características e os coeficientes ponderados são determinados usando validação cruzada quíntupla. O método proposto foi capaz de identificar características discriminativas e alcançar boa performance na classificação de estados clínicos e a validação cruzada aninhada garante a generalização do método.	Foi aplicada a mesma intervenção com os dois grupos	Foi investigado a construção de múltiplas redes com base na conectividade funcional estática usando o consenso e os princípios complementares da aprendizagem multivisão bem-sucedida. Nos resultados foi avaliado o desempenho do método proposto em um conjunto de dados do banco de dados ABIDE e foi alcançado um melhor desempenho de classificação entre todos os métodos baseados em rede única e métodos baseados em múltiplas redes, sugerindo que a fusão de FCNs esparsos de grupo com múltiplos níveis de dispersão pode fornecer biomarcadores mais informativos para auxiliar no diagnóstico de doenças cerebrais. A acurácia da proposta alcança (79,35%), superando métodos de rede única por pelo menos 7%. Em comparação com outros métodos de rede múltipla, a proposta também apresenta o melhor desempenho, com pelo menos (11%) de melhora na precisão.
Bhaskaran et al. 2018	Total n= 30 participantes	Sexo masculino 25 e feminino 5. Idade: 5 a 14 anos	Os participantes foram recrutados em uma escola para crianças com TEA. Além de um exame oftalmológico abrangente, todas as	Foi aplicada a mesma intervenção com os dois grupos	As crianças com TEA apresentam diversas alterações visuais, incluindo problemas de acomodação (7%), estrabismo (27%),

	Grupo TEA leve e moderado n=16 TEA grave n= 14		crianças foram submetidas a uma avaliação cognitiva da visão em um centro terciário de atendimento oftalmológico na Índia. Foi avaliado a acuidade visual e exames oculares: Medição da acuidade visual para perto e para longe, exame de fundo de olho, avaliação da acomodação (capacidade de focar), teste de alinhamento ocular (estrabismo), avaliação dos campos visuais, teste de estereopsia (visão 3D), exame da pupila e segmento anterior do olho, medição da refração (miopia, hipermetropia, astigmatismo). Na acuidade visual foi usado cartões de Teller, Lea Symbol 15 Line ou Snellen. Na acomodação: retinoscopia dinâmica. No alinhamento ocular: teste de Hirschberg e teste de cobertura e descoberta. Nos campos visuais: método de confronto. Na estereopsia: Lang Stereotest I. Na refração: após cicloplegia (dilatação da pupila). A estereopsia não foi testada em crianças pequenas. Na avaliação Cognitiva Visual As crianças que não são verbais podem ser testadas com a ajuda de um cuidador ou educador especial e os testes foram realizados em uma única ocasião e os resultados podem variar ao longo do tempo. A avaliação foi realizada da seguinte maneira: **Fixação:** Observou-se se a criança fixava em um alvo por 5 segundos. **Visão de cores:** Teste de Ishihara para verificar se a criança reconhece cores. **Sensibilidade ao contraste:** Teste Hiding Heidi para verificar se a criança consegue ver objetos com baixo contraste. **Movimentos oculares:** Teste NSUCO - movimentos sacádicos e de perseguição de olho. **Reconhecimento de direções:** Jogo Lea Mailbox para verificar se a criança reconhece as direções das linhas. **Conceito de**		estereopsia (30%), sacadas anormais (63%), movimentos de perseguição anormais (36%) e dificuldades em algumas tarefas de processamento visual e habilidades visuoespaciais (50%). A duração da fixação no alvo facial de Heidi foi inversamente proporcional à gravidade do TEA. O estudo estabeleceu ainda que a deficiência visual cognitiva estava presente em crianças com TEA, independentemente da gravidade do TEA.

			mesmo/diferente: Quebra-cabeça Lea para verificar se a criança consegue identificar peças iguais e diferentes. **Preciação de diferenças de tamanho:** Jogo Lea Rectangle para verificar se a criança consegue identificar diferentes tamanhos. **Discriminação figura-fundo:** Escolher um objeto específico em uma bandeja. **Fechamento visual:** Nomear/combinar um objeto parcialmente escondido. **Percepção de ilusões de ótica:** Encontrar imagens ocultas em uma ilusão ótica. **Percepção de emoções:** Identificar emoções em emojis. **Características de deficiência visual cerebral (IVC):** Questionário para pais/educadores se a criança apresenta dificuldades dentro de uma listagem específica.		
Spiegel et al., 2019	Total n=37 participantes Grupo TEA-n=18 Grupo controle n=19	Todos os grupos adultos pareados pela idade e QI.	Os 2 grupos, visualizaram exibições de rivalidade binocular marcadas com frequência verdadeiras e simuladas, enquanto SSVEPs foram medidos sobre o córtex occipital usando EEG. Foram realizados estímulos e exibição, onde os participantes visualizaram um monitor CRT ViewSonic E70fB a uma distância de 30,25 cm, através de um estereoscópio de espelho. Testes de prática, rivalidade e simulação de rivalidade, as sessões de teste foram compostas por três fases: tentativas práticas (duas tentativas de 15 s), tentativas de rivalidade (três blocos de seis tentativas de 30 s) e tentativas de controle de simulação de rivalidade (três blocos de seis tentativas de 30 s). Cada tentativa foi separada por um intervalo de 15 segundos, indicado pelo escurecimento do fundo da tela e durante o qual os participantes foram incentivados a piscar. Aquisição e pré-processamento de dados EEG, onde os dados contínuos de EEG foram	Os indivíduos controles tenham relatado trocas perceptuais em 0,35 (interruptores por segundo) ± 0,02 Hz STE	Rivalidade binocular mais lenta em indivíduos com autismo, em 87%.

			adquiridos usando um sistema Biosemi ActiveTwo de 36 eletrodos posteriores do couro cabeludo, digitalizados a 512 Hz com um filtro passa-baixa a 0,16 Hz e um filtro passa-alta a 100 Hz. Análise de dados SSVEP cálculo SNR, para calcular as relações sinal-ruído (SNRs) para cada banda de frequência marcada (5,7 ou 8,5 Hz), uma Transformada Rápida de Fourier (FFT) foi aplicada aos dados para cada tentativa de 30 s para extrair as amplitudes médias do teste do SSVEP resposta em cada banda de frequência marcada para cada participante. Análise de dados SSVEP extraindo amplitude de resposta ao longo do tempo, estes dados do SSVEP foram posteriormente analisados de três maneiras. Primeiro, para extrair a amplitude de resposta em cada banda de frequência em função do tempo, os dados de cada ponto de tempo no teste de 30 s foram filtrados passa-banda ± 0,5 Hz em torno da frequência desejada e analisados usando mínimos quadrados recursivos (RLS) filtrar Análise de dados SSVEP cálculo antifásico de cursos de tempo de amplitude de resposta e simulações de ruído, em segundo lugar, usamos essas medições contínuas de amplitudes de resposta (traços RLS) para testar se as bandas de frequência dos olhos esquerdo e direito eram antifásicas, como seria esperado durante a rivalidade. Análise de dados SSVEP cálculo do índice de rivalidade neural, terceiro, para quantificar a frequência característica das alternâncias de rivalidade de cada indivíduo, utilizamos as medidas contínuas de amplitudes de resposta descritas acima para calcular um índice de rivalidade neural (NRI) para cada participante.		

			Análise de dados SSVEP frequências de intermodulação, no qual relatórios anteriores sugerem que as interações entre os sinais de cada olho podem produzir energia em frequências de intermodulação não lineares quando um participante vê uma percepção mista durante a rivalidade Análise de máquina de vetores de suporte; classificação diagnóstica Para determinar se os dados neurais podem ser usados para classificar o status diagnóstico de um participante (autismo versus controle), treinamos e testamos um classificador de máquina de vetores de suporte binário. Análise de dados comportamentais, estas análises de rivalidade binocular foram idênticas às usadas em nossos estudos publicados anteriormente.		

Legenda: TEA,Transtorno do Espectro Autista;AS, Síndrome de Asperger; DT - Tipicamente em Desenvolvimento; CCT, Cambridge Color Test; RVP, Processamento Rápido de Informações Visuais; AQ, Quociente do espectro do autismo; EQ, quociente de empatia; SSVEPs, potenciais evocados visualmente em estado estacionário; EEG, etroencefalografia;DT, Desenvolvimento típico; ITS, tempo de inspeção; PEVs/VEPE, potenciais evocados não lineares;VEPA análise de espectro de espalhamento evocado visual; ADOS-escala de observação diagnóstica do autismo; QI – Quociente de Inteligência; ABIDE - Autism Brain Imaging Data Exchange; R-fMRI - Ressonância Magnética Funcional Em Estado De Repouso; ACC- Precisão; Sem – Sensibilidade; SPE – Especificidade; VPP - Valor Preditivo Positivo; VPN - Valor Preditivo Negativo; FCNs - Redes De Conectividade Funcional; ANOVA - Análise De Variância De Desenho Misto; ROIs – Regiões de Interesse; ALL - Automated Anatomical Labeling; LOOCV – Validação Cruzada Leave-one-out.

Influência do Comprimento Axial do Olho na Resposta ao Tratamento Cirúrgico de Esotropias

Ana Luiza Baldissera Casagrande Medeiros
Micheli Pofahl de Araujo Bomfim

Influência do Comprimento Axial do Olho na Resposta ao Tratamento Cirúrgico de Esotropias

Ana Luiza Baldissera Casagrande Medeiros[1], Micheli Pofahl de Araujo Bomfim[2]

[1] Médica Oftalmologista, Florianópolis, SC, Brasil. Email: analuizabc@hotmail.com

[2] Terapeuta Ocupacional, Florianópolis, SC, Brasil. Email: to.michelipofahl@gmail.com

Resumo:

Para que o ser humano apresente visão binocular é necessário que os olhos se encontrem em ortoforia. Quando alterações funcionais ou mecânicas afetam os músculos oculares extrínsecos desenvolvem-se os estrabismos. Cerca de 80% dos pacientes estrábicos precisam ser submetidos a cirurgias corretivas. O principal desafio do tratamento cirúrgico do estrabismo reside no planejamento adequado que é realizado com auxílio de tabelas cirúrgicas que baseiam o número de milímetros do músculo que deve ser ressecado ou recuado na medida do desvio. Inúmeros trabalhos demonstram evidências de que a resposta à cirurgia do estrabismo está relacionada ao comprimento axial do olho. Apesar disso, a maioria dos cirurgiões não leva este fato em consideração no seu planejamento cirúrgico.

Palavras-Chave: Visão Binocular, Estrabismo, Cirurgia, Planejamento, Músculos.

Introdução

Para que o ser humano apresente visão binocular, o córtex visual deve receber dois estímulos, um de cada olho. Estes estímulos são unificados, no processo denominado fusão, resultando na percepção de um só objeto. Para que isto ocorra, ambos os olhos devem encontrar-se numa posição tal que recebem imagens do objeto fixado em suas fóveas, ou seja, encontrar-se em ortotropia (Souza-Dias & Diaz 2002).

Quando, patologicamente, um dos olhos fixa o objeto e a fóvea do outro olho não está direcionada para este objeto, dizemos que existe heterotropia (desvio dos olhos) (Souza-Dias & Diaz 2002).

Os desvios horizontais podem ser do tipo esotropia (desvio medial) ou exotropia (desvio lateral). Entre os europeus e seus descendentes, as esotropias são mais comuns do que as exotropias, numa relação de aproximadamente 10:1. Tais desvios ocorrem por alterações funcionais ou mecânicas dos músculos reto medial e/ou reto lateral. (Souza-Dias & Diaz 2002).

Cerca de 80% dos pacientes estrábicos precisam ser submetidos a cirurgias corretivas. Para os casos de esotropia a cirurgia baseia-se em enfraquecimento dos músculos retos mediais com técnica de recuo e/ou encurtamento dosmúsculos retos laterais com técnica de ressecção. (Souza-Dias & Diaz 2002).

O recuo consiste em desinserção e reinserção do músculo numa posição mais posterior ao local da inserção original, como se o músculo tivesse sido alongado. O efeito debilitante aumenta com o tamanho do recuo, sendo que recuos muito amplos acarretam perda de torque, em razão da perda do arco de contato. Assim, existem limites de recuo classicamente estabelecidos para cada músculo: 5-6mm para o reto medial; 7-8mm para o reto lateral. (Souza-Dias & Diaz 2002).

Na ressecção, por sua vez, o músculo é desinserido e, após ter um segmento extirpado, reinserido em sua inserção original. Em estrabismo comitante com músculos normais, os

retos horizontais não devem ser ressecados mais do que 5 ou 6mm para que não ocorram limitações passivas de rotação ocular. (Souza-Dias & Diaz 2002).

O principal desafio do tratamento cirúrgico do estrabismo reside no planejamento adequado que, atualmente, é realizado com auxílio de fórmulas cirúrgicas que baseiam o número de milímetros do músculo que deve ser ressecado ou recuado na medida do desvio apresentado pelo paciente. (Kushner et al. 1989), (Parks 1998).

Inúmeros trabalhos demonstram evidências teóricas de que a resposta à cirurgia do estrabismo está relacionada ao comprimento axial do olho. (Kushner & Vrabec 1987). Apesar disso, a maioria dos cirurgiões não leva este fato em consideração no seu planejamento cirúrgico, fato que talvez possa ajudar explicar a grande variabilidade observada na resposta ao tratamento cirúrgico do estrabismo. (Kushner et al. 1989).

Sabe-se que quanto maior o olho, maior o arco de contato muscular e, portanto, maior o torque gerado. Assim, ao realizar-se um recuo muscular em um olho de grande comprimento axial a redução esperada no arco de contato é proporcionalmente menor do que a esperada ao realizar o mesmo recuo em um olho de pequeno comprimento axial, desta forma é de se esperar que a diminuição do torque conseguida numa cirurgia de recuo muscular seja maior quanto menor o comprimento axial do olho. (Souza-Dias & Diaz 2002).

Como o planejamento cirúrgico da correção de estrabismo atual leva em conta apenas a medida do desvio apresentada pelo paciente, este trabalho objetiva verificar se houve correlação entre o comprimento axial do olho e a resposta ao tratamento cirúrgico de esotropias nos pacientes estudados.

Objetivos

Verificar se houve correlação entre o comprimento axial do olho e a resposta ao tratamento cirúrgico de esotropias nos pacientes submetidos a duplo recuo de retos mediais no serviço de oftalmologia do Hospital Regional de São José Dr. Homero de Miranda Gomes (HRSJ-HMG) e no Instituto de Olhos de Florianópolis (IOF), no período de janeiro de 2014 a junho de 2015.

Avaliar as variáveis: idade, sexo, dioptrias de desvio apresentadas no pré-operatório, medida em milímetros de recuo dos retos mediais realizado na cirurgia, dioptrias de desvio apresentadas no pós-operatório, dioptrias de desvio corrigidas 6 meses após o procedimento cirúrgico e comprimento axial do olho.

Metodologia

Trata-se de um estudo clínico e observacional, com delineamento longitudinal e coleta prospectiva dos dados.

A amostra foi constituída por pacientes selecionados no Serviço de Oftalmologia do Hospital Regional de São José (HRSJ-HMG) e na Clínica Instituto de Olhos de Florianópolis (IOF).

Foram incluídos no estudo pacientes com idade entre 1 e 60 anos; que apresentavam esotropia congênita, esotropia adquirida não-acomodativa e esotropia parcialmente acomodativa com relação convergência acomodativa/acomodação (CA/A) normal; e que foram submetidos a procedimento cirúrgico de recuo simétrico de músculos retos mediais em ambos os olhos para tratamento de esotropia no período de janeiro de 2014 a junho de 2015.

Foram excluídos pacientes submetidos a cirurgia com sutura ajustável, transposição de músculos retos horizontais para correção de anisotropias em “A” ou “V”, mioescleropexia retroequatorial, cirurgia simultânea de músculos oblíquos, microftalmia, megalocórnea, nistagmo, anisometropias axiais, cirurgia para correção de estrabismo prévia e pacientes com restrições mecânicas verificadas ao teste de ducção forçada. Foram também excluídos pacientes com esotropia parcialmente acomodativa com alto índice convergência acomodativa/acomodação (CA/A), bem como

pacientes com esotropia por excesso de convergência.

Os dados – idade, sexo, dioptrias de desvio apresentadas no pré-operatório, medida em milímetros de recuo dos retos mediais realizado na cirurgia, dioptrias de desvio apresentadas no pós-operatório, dioptrias de desvio corrigidas 6 meses após o procedimento cirúrgico e comprimento axial do olho (AXL) – foram coletados através do prontuário médico dos pacientes (anexo 1). Os pacientes que não apresentavam registro do comprimento axial em seu prontuário, tiveram este dado obtido em consulta pré ou pós operatória, tendo sido realizado em, no máximo, 1 mês antes ou após a realização da cirurgia.

Todos os dados foram coletados mediante aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital Regional de São José/Dr. Homero de Miranda Gomes – HRSJ-HMG, sob o parecer no 998.796 (anexo 2), com garantia de sigilo do nome dos participantes. Os pacientes que aceitaram participar do estudo assinaram termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 3).

A apresentação dos dados foi realizada através do método estatístico descritivo, lançados na planilha eletrônica do Microsoft Excel. A seguir, os dados foram analisados através do programa de análise estatística IBM SPSS Statistics. Foram consideradas diferenças estatisticamente significativas, aquelas com valor $p < 0,05$.

Resultados

Foram incluídos no estudo 10 pacientes submetidos a cirurgia de duplo recuo de retos mediais, dos quais, 4 apresentavam esotropia congênita e 6 esotropia adquirida infantil. Os pacientes apresentavam idade de 13,59 ± 9,57 anos (2,58 a 27 anos) (tabela 1). Quanto ao sexo, 4 eram do sexo feminino e 6 do sexo masculino. Neste estudo verificou-se desvio no pré-operatório de 40 ± 8,27 dioptrias (28 a 56 dioptrias); recuo cirúrgico dos retos mediais realizado de 5,06 ± 0,74 milímetros (4 a 6,3 milímetros); e desvio no pós operatório de 7,8 ± 6,21 dioptrias (ortotropia a 18 dioptrias) (tabela 1).

A partir desses dados, calculou-se a dioptria corrigida por milímetro de duplo recuo realizado de 3,17 ± 0,27 dioptrias corrigidas por milímetro de duplo recuo de retos mediais realizado (2,75 a 3,63) (tabela 1). Os pacientes apresentavam comprimento axial médio (AXL médio) de 21,56 ± 1,67 milímetros (19,18 a 23,24 milímetros). A variação máxima encontrada entre o comprimento axial dos olhos de cada paciente estudado foi de 0,23 milímetros (tabela 1).

Tabela 1
Dados coletados
Fonte: As Autoras (2024)

Paciente	Idade em anos	Sexo	Dioptria de desvio Pré Op (ET)	Recuo Cirurgicos de Retos Mediais	Dioptria de Desvio Pós Op.	Dioptrias Corrigidas	AXL OD	AXL OE	AXL Médio	Dioptria Corrigida por mm de recuo
ARG	3	F	40	5,5	0	40	19,16	19,20	19,180	3,636
AJNM	6	F	40	4,8	6	34	19,18	19,23	19,205	3,542
AJP	2,58	F	36	4,5	6	30	19,54	19,57	19,555	3,333
SGBM	10	M	35	5	4	31	21,06	21,08	21,070	3,100
GGG	7,33	M	45	6	6	39	22,02	22,25	22,135	3,250

Paciente	Idade em anos	Sexo	Dioptria de desvio Pré Op (ET)	Recuo Cirurgicos de Retos Mediais	Dioptria de Desvio Pós Op.	Dioptrias Corrigidas	AXL OD	AXL OE	AXL Médio	Dioptria Corrigida por mm de recuo
MW	10	F	45	4,5	18	27	22,22	22,25	22,235	3,000
HM	23	M	56	6,3	18	38	22,78	22,79	22,785	3,016
PSR	27	M	30	4,5	2	28	23,03	23,02	23,025	3,111
CAM	22	M	28	4	6	22	23,17	23,15	23,160	2,750
PK	25	M	45	5,5	12	33	23,22	23,27	23,245	3,000
Média:	**13,59**		**40,00**	**5,06**	**7,80**	**32,20**	**21,54**	**21,58**	**21,56**	**3,17**

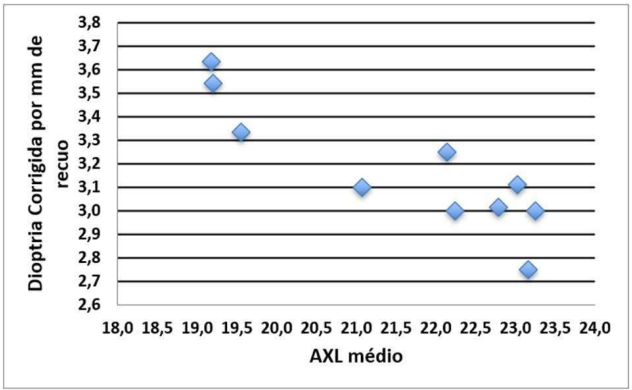
Foi verificado, através do teste de correlação de Pearson, forte correlação negativa entre a resposta ao tratamento cirúrgico de esotropias (dioptrias corrigidas por milímetro de duplo recuo de retos mediais realizado) e o comprimento axial médio dos olhos (AXL médio) – quanto menor o comprimento axial, maior a dioptria corrigida por milímetro de recuo realizado - com significância estatística (p= 0,001); sendo obtido coeficiente de correlação de -0,880.

O gráfico a seguir demonstra a dispersão linear das variáveis estudadas (comprimento axial médio X dioptrias corrigidas por milímetro de duplo recuo de mediais realizado).

Gráfico 1

Comprimento axial médio X Dioptria corrigida por milímetro de recuo de retos mediais realizado

Fonte: As Autoras (2024)



Discussão

Como esperávamos, este estudo encontrou uma forte correlação negativa entre a resposta ao tratamento cirúrgico das esotropias (dioptrias corrigidas por milímetro de recuo) e o comprimento axial do olho (AXL) – quanto menor o comprimento axial, maior a dioptria corrigida por milímetro de recuo realizado.

Esta constatação está de acordo com o fato amplamente conhecido de que, quanto maior o olho, maior o arco de contato muscular e, portanto, maior o torque gerado. (Souza-Dias & Diaz 2002). Assim, ao realizar-se um recuo muscular em um olho de grande comprimento axial a redução esperada no arco de contato é proporcionalmente menor do que a esperada ao realizar o mesmo recuo em um olho de pequeno comprimento axial, desta forma é de se esperar que a diminuição do torque conseguida numa cirurgia de recuo muscular seja maior quanto menor o comprimento axial do olho.

Kushner et al demonstraram em seu estudo realizado com 36 pacientes a mesma correlação encontrada neste trabalho, sugerindo que a resposta ao tratamento cirúrgico das esotropias está inversamente relacionada ao comprimento axial do olho. (Kushner et al. 1989).

Apesar da forte correlação observada neste e em outros trabalhos, o planejamento do tratamento cirúrgico das esotropias ainda é realizado com auxílio de tabelas cirúrgicas que baseiam o

número de milímetros do músculo que deve ser recuado unicamente na medida do desvio apresentado pelo paciente (Kushner et al. 1989), (Parks 1998), não levando em consideração o comprimento axial do olho, fato que ajuda explicar a grande variabilidade observada na resposta ao tratamento cirúrgico do estrabismo. (Kushner et al. 1989).

Tal fato, deixa claro a necessidade da realização de estudos maiores sobre este assunto, para obtenção de uma fórmula que considere o comprimento axial do olho na programação do tratamento cirúrgico de esotropias aumentando, desta maneira, a previsibilidade da resposta cirúrgica.

Além de trabalhar com grupos maiores, também é necessário a realização de estudos que incluam apenas pacientes submetidos à mesma magnitude de recuo muscular. Nesta pesquisa, foram incluídos pacientes submetidos a diferentes valores de recuos de retos mediais (4 a 6,3 milímetros), o que gerou um fator de confusão, uma vez que se sabe que quanto maior o recuo realizado, maior será o número de dioptrias corrigidas por milímetro de recuo. (Souza-Dias & Diaz 2002).

É importante ressaltar também que, apesar do comprimento axial do olho ter se mostrado um importante fator para a resposta cirúrgica do estrabismo, provavelmente não é o único. Kushner et al através de seu trabalho sugeriram que apenas 28% da variação à resposta cirúrgica do estrabismo possa ser atribuída ao comprimento axial do olho; e que, uma fórmula cirúrgica que levasse em conta o comprimento axial diminuiria, mas não eliminaria, esta variação. (Kushner et al.,1989). Assim, outros trabalhos são necessários para que sejam também pesquisados fatores como força muscular, distância da inserção muscular ao limbo e refração do paciente.

Considerações Finais

Este estudo verificou forte correlação negativa entre a resposta ao tratamento cirúrgico de esotropias e o comprimento axial do olho – quanto menor o comprimento axial, maior a dioptria corrigida por milímetro de recuo simétrico de retos mediais realizado; sugerindo a necessidade de outros estudos, que incluam maior número de pacientes, para pesquisar um possível fator de correção em função do comprimento axial para as tabelas cirúrgicas atualmente utilizadas, aumentando, assim, a previsibilidade da cirurgia.

Agradecimentos

Agradecemos à família pelo amor e apoio incondicional. Aos nossos pacientes por serem inspiração diária para estudar, crescer e ir além. E, aos professores deste curso, que nos acompanharam ao longo deste ano e não mediram esforços para dividir conhecimento. Muito obrigadas.

Declaração de Conflito

Não há conflito de interesse.

Referências

Kushner, B. J., Lucchese, N. J., & Morton, G. V. (1989). The influence of axial length on the response to strabismus surgery. *Archives of Ophthalmology*, 107(11), 1616–1618. https://doi.org/10.1001/archopht.1989.01070030080026

Kushner, B. J., & Vrabec, M. (1987). Theoretical effects of surgery on length tension relationships in extraocular muscles. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus*, *24*(3), 126–131. https://doi.org/10.3928/0191-3913-19870501-07.

Parks, M. M. (1998). Concomitant esodesviations. In T. D. Duane (Ed.), *Clinical ophthalmology* (Vol. 1, pp. 1–13). Philadelphia, PA: Harper & Row Publishers Inc.

Souza-Dias, C., & Pietro-Diaz, J. (2002). *Estrabismo* (4th ed.). Editora Santos.

Anexos

Anexo 1
Instrumento de coleta de dados

INICIAIS DO NOME	IDADE	SEXO	DIOPTRIA DE DESVIO PRE OP	RECUO DE RETOS MEDIAIS EM MM	DIOPTRIA DE DESVIO POS OP	DIOPTRIA CORRIGIDA	AXL OD	AXL OE

Anexo 2
Parecer consubstanciado do comitê de ética HRSJ

HOSPITAL REGIONAL DE SÃO JOSÉ/ DR. HOMERO DE MIRANDA GOMES - HRSJ

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: INFLUÊNCIA DO COMPRIMENTO AXIAL DO OLHO NA RESPOSTA AO TRATAMENTO CIRÚRGICO DE ESOTROPIAS
Pesquisador: Ana Luiza Baldissera Casagrande
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 42445015.4.0000.0112
Instituição Proponente: Hospital Regional de São José
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 998.796
Data da Relatoria: 24/03/2015

Apresentação do Projeto:
Para que o ser humano apresente visão binocular o córtex visual deve receber dois estímulos, um de cada olho. Estes estímulos são unificados, no processo denominado fusão, resultando na percepção de um só objeto. Para que isto ocorra ambos os olhos devem encontrar-se numa posição tal que recebem imagens do objeto fixado em suas fóveas, ou seja, encontrar-se em ortotropia.
Quando, patologicamente, um dos olhos fixa o objeto e a fóvea do outro olho não está direcionada para este objeto, dizemos que existe heterotropia (desvio dos olhos).
Cerca de 80% dos pacientes estrábicos precisam ser submetidos a cirurgias corretivas
Como o planejamento cirúrgico da correção de estrabismo atual leva em conta apenas a medida do desvio apresentada pelo paciente, este trabalho objetiva verificar se houve correlação entre o comprimento axial e a resposta ao tratamento cirúrgico de esotropias nos pacientes estudados.
O estudo será do tipo observacional e prospectivo. Os dados – idade, sexo, erro refrativo, dioptrias de desvio apresentadas no pré-operatório, medida em milímetros de recuo dos retos mediais realizado na cirurgia, número de dioptrias corrigidas 6 meses após o procedimento cirúrgico e AXL - serão inicialmente coletados através do prontuário médico dos pacientes. No caso de não haver no prontuário o registro do AXL, este dado será obtido em consulta pré ou pós operatória do

Endereço: Rua Adolfo Donato da Silva s/n°
Bairro: Praia Comprida **CEP:** 88.103-901
UF: SC **Município:** SAO JOSE
Telefone: (48)3271-9066 **Fax:** (48)3271-9018 **E-mail:** cep.hrsjhmg@gmail.com

HOSPITAL REGIONAL DE SÃO JOSÉ/ DR. HOMERO DE MIRANDA GOMES - HRSJ

Continuação do Parecer: 998.796

paciente, sendo realizado em, no máximo, 1 mês antes ou após a realização da cirurgia.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar se houve correlação entre o comprimento axial e a resposta ao tratamento cirúrgico de esotropias nos pacientes estudados.

Objetivo Secundário:

Correlacionar as variáveis: idade, sexo, erro refrativo, dioptrias de desvio apresentadas no pré-operatório, medida em milímetros de recuo dos retos mediais realizado na cirurgia, número de dioptrias corrigidas 6 meses após o procedimento cirúrgico e AXL.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O trabalho será observacional, não acarretando riscos aos pacientes.

Benefícios:

Cuidadosa análise de dados do prontuário.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de relevância científica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta documentação exigida conforme Resolução 466/2012.

Recomendações:

Atualizar o cronograma - proposta de pesquisa 2014?

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendencias

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Adolfo Donato da Silva s/n°
Bairro: Praia Comprida **CEP:** 88.103-901
UF: SC **Município:** SAO JOSE
Telefone: (48)3271-9066 **Fax:** (48)3271-9018 **E-mail:** cep.hrsjhmg@gmail.com

HOSPITAL REGIONAL DE SÃO JOSÉ/ DR. HOMERO DE MIRANDA GOMES - HRSJ

Continuação do Parecer: 998.796

SAO JOSE, 25 de Março de 2015

Assinado por:
Renata Helena Ribeiro Fernandes
(Coordenador)

Endereço: Rua Adolfo Donato da Silva s/n°
Bairro: Praia Comprida **CEP:** 88.103-901
UF: SC **Município:** SAO JOSE
Telefone: (48)3271-9066 **Fax:** (48)3271-9018 **E-mail:** cep.hrsjhmg@gmail.com

Anexo 3
Termo de consentimento livre e esclarecido

HOSPITAL REGIONAL DE SÃO JOSÉ DR. HOMERO DE MIRANDA GOMES
PROGRAMA DE RESIDÊNCIA MÉDICA EM OFTALMOLOGIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Está sendo realizada uma pesquisa intitulada: "**Influência do comprimento axial do olho na resposta ao tratamento cirúrgico de esotropias"**, com o objetivo verificar relação entre o tamanho do olho e a resposta à cirurgia de estrabismo convergente (esotropia).

Nessa pesquisa, os dados serão obtidos de seu prontuário. Não haverá qualquer investigação clínica ou laboratorial nem interferência em seu tratamento médico. A sua participação é voluntária e não remunerada, sendo garantido o sigilo e privacidade de seus dados. Em qualquer momento da pesquisa a mesma poderá ser suspensa sem prejuízo do seu tratamento.

Todos os dados referentes a essa pesquisa serão eventualmente publicados e apresentados em reuniões científicas.

A pesquisa será conduzida pela residente em oftalmologia do HRSJ, Ana Luiza Baldissera Casagrande, sob orientação do oftalmologista Dr. Eduardo Moritz dos Santos.

Caso concorde em participar o Sr (a) e o pesquisador responsável deverão assinar este termo de consentimento em 2 vias, sendo que uma cópia deverá ficar com o Sr. (a) e outra com o pesquisador.

Desde já agradecemos sua colaboração.

Eu,_____ (paciente ou responsável), concordo com a minha participação nesta pesquisa, e autorizo a utilização dos dados contidos no meu prontuário médico.

São José,_____.

_____
Assinatura do participante da pesquisa

_____
Assinatura do responsável pelo projeto

Aspectos Subjacentes ao Crowding Visual: em que Implica Esse Fenômeno?

Maria Amélia Marques Franco

Aspectos Subjacentes ao *Crowding* Visual: em que Implica Esse Fenômeno?

Maria Amélia Marques Franco [1, 2]

[1]Estudante de graduação do curso de Terapia Ocupacional pelo Centro Universitário Unifatecie (Unifatecie), Paranavaí, Paraná, Brasil. Email: mameliafranco@gmail.com

[2]Reabilitadora visual e autora do Visão na Infância, Brasil. Email: mameliafranco@visaonainfancia.com

Resumo:

Durante o processamento espacial, quando há dificuldade em discriminar contornos e características salientes em estímulos visuais circundados por outros, ocorre o *crowding* visual. Esta revisão integrativa busca compreender os aspectos subjacentes a esse efeito, que acarretariam uma falha na integração de características alvo-flanco, inviabilizando o reconhecimento do estímulo de interesse. O levantamento bibliográfico realizado na base de dados DeCS/MeSH foi criterioso em distinguir o efeito de crowding do de clutter, resultando em uma amostra de 235 artigos, dos quais 45 foram selecionados. O crowding visual pode ocorrer com diferentes arranjos e tipos de estímulos, como alinhamento de barras, orientação de grades/barras, direção da abertura (C,), cores, formas, objetos, letras, faces, movimento biológico. Foram observados a influência da excentricidade, do espaçamento crítico, dos tipos de estímulos, da quantidade e posição dos flanqueadores, da similaridade alvo-flanco, do tamanho e complexidade dos estímulos e de aspectos temporais de apresentações alvo-flanco. A possibilidade de combinação de características entre esses elementos dentro de um mesmo campo de integração parece ser uma questão-chave na ocorrência do crowding, simplificando a aparência quando o alvo e os estímulos vizinhos são percebidos como uma única textura, gerando-se uma percepção global..

Palavras-Chave: Crowding Visual, Agrupamento, Visão Perifoveal, Processamento Espacial

Introdução

As avaliações para detecção de *crowding* visual invadiram os consultórios oftalmológicos. São aquelas tabelas com o alvo cercado por flancos, geralmente um optotipo ladeado por barras, ou optotipos adensados. São testes que buscam medir como a interferência de estímulos circundantes afeta a resolução do estímulo-alvo.

O crowding visual caracteriza-se pela dificuldade de discriminar contornos e características salientes em estímulos visuais circundados por outros estímulos (de flancos), sejam esses estacionários ou em movimento, que estejam muito próximos um dos outros. Isso tem impacto na leitura e no reconhecimento de objetos em ambientes aglomerados no cotidiano.

Existem na literatura estudos sobre crowding visual em diversas funções visuais como na discriminação do alinhamento de barras (acuidade de Vernier), de orientação de grades/barras e da lacuna de estímulos como Landolt C, na discriminação de cores, de estímulos em movimento, na resolução de formas e de objetos, e no reconhecimento de letras, de faces (ver revisões de Pelli & Tillman, 2008 e Whitney & Levi, 2011) e de movimento biológico (Fademrecht et al., 2017).

Utiliza-se o termo em inglês crowding como o mais adequado, pois as traduções para o português confundiriam ainda mais o que de

fato consiste esse fenômeno: seria um apinhamento visual, um embaralhamento visual ou uma aglomeração visual? A meu ver, nenhuma das opções sugeridas na tradução para o português, afinal o crowding visual não implica perceber os elementos apinhados, um sobre o outro; ou misturados, embaralhados; tampouco deveria ser confundido com um efeito de aglomeração per se, descartando-se o papel dos espaçamentos (Pelli & Tillman, 2008), da complexidade do estímulo alvo e de flanco (Bernard & Chung, 2011; Chung et al., 2007), da posição (Pelli e Tillman, 2008) e do deslocamento no espaço (Bex & Dakin, 2005).

Para compreender os aspectos subjacentes ao crowding visual, esta revisão de literatura considerou publicações a partir de 2008, quando houve duas importantes revisões sobre o tema, após uma onda de estudos sobre o tema no início dos anos 2000, buscando explicar quais mecanismos estariam por trás desse fenômeno.

Nessa época já se questionava o que caracterizaria ou não o crowding visual. Tende-se a descartar a relação com mascaramento lateral (Levi, 2008; Pelli et al., 2004) e a hipótese de supressão periférica (Petrov et al., 2007). Pluháček et al. (2021) argumentam que, dependendo da configuração dos flancos (barras), pode haver maior interferência da interação de contorno na fóvea. Além da fóvea a integração de contornos e de características do estímulo se sobreporia a esses fatores.

Na região perifoveal o detalhe de objetos individuais e suas formas e posição são reduzidas. Quando indefinidos, há um processamento limitado das características de cada elemento gerando uma percepção de textura (Rosenholtz, 2016; Strasburger, 2020).

Novos modelos matemáticos estão surgindo, lançando luz sobre a integração de contorno como fator chave para essa ocorrência, no guarda-chuva da integração de características (van den Berg et al., 2010).

Objetos que podem ser facilmente identificados isoladamente parecem indistintos e confusos quando cercados por outros (Levi, 2008). Essa afirmação se aplica a diferentes tipos de estímulos e as tarefas suscetíveis a esse efeito de aglomeração envolvem várias detecções de características de estímulos-alvo e circundantes que precisam ser integradas para serem resolvidas. (Pelli et al., 2004). Esses autores sugerem que o crowding visual esteja relacionado a uma integração excessiva de características. Ou seja, o que está em questão não é simplesmente a detecção, mas a integração do que está sendo detectado, para que seja então discriminado. Envolve a saliência de estímulos ao longo da hierarquia visual.

Avançando nessa linha, Ho & Cheung (2011) também concluíram que o crowding representa uma falha na integração de características na visão periférica, mesmo havendo um efeito atenuado dos flancos perceptivamente suprimidos na identificação do alvo. Em conjunto, descobriram que o crowding independe da consciência e da atenção, apesar de poder ser modulada por mecanismos atencionais (ver também Nador & Reeves, 2023; Lin et al., 2022). Peng et al. (2018) sugerem que essa aglomeração ocorre automaticamente e que isso apoia a ideia de que o crowding visual se origina do agrupamento Gestalt.

A literatura traz diferentes fatores que implicam na integração espacial e, por consequência, no crowding visual, como o espaçamento crítico entre estímulos, o distanciamento desses estímulos da fóvea (excentricidade), a similaridade e a posição do estímulo circundante em relação ao alvo, que serão abordados adiante.

Pode haver correlação com falha em conexões do córtex visual primário (V1) com áreas visuais de ordens superiores (Zhaoping, 2023). Em especial, van den Berg (2010) atribui a V4 o locus cortical das células de integração de contorno, mediada com V1-V2. Henry e Kohn (2022) sugere uma perda mais acentuada de informações para integração espacial em V4, que possui neurônios com campo receptivo maiores, do que em V1 para resolução de orientação de um estímulo de grades aglomerado. Atribuem isso a diferentes estágios da hierarquia visual, mensurando a atividade de

spiking da população neuronal em V1, V2 e V4. Kim e Pasupathy (2023) igualmente encontraram correlações entre as respostas dos neurônios na área cortical visual V4 e crowding visual, testando diferentes arranjos alvo-distratores. No entanto, em seus achados, as respostas das células V4 foram mais fortes na presença de alvo único ou alvo-flanco diferentes, do que na condição alvo-flanco semelhantes. Outra linha de estudo recente investigou a interferência do processamento local x global no crowding visual e parece que ele ocorre simultaneamente em vários níveis e depende crucialmente da configuração espacial do estímulo e de interações complexas alvo-flanco (Jimenez et al., 2022).

Sugere-se que o crowding visual surge da deficiência na verificação de feedback de outras instâncias visuais com V1 para um reconhecimento contínuo do que está na periferia visual. Embora não se tenha consciência das sacadas para escaneamento do espaço, detalhes do campo periférico são brevemente verificados no campo visual central, para que a visão perifoveal e foveal sejam integradas em uma percepção unificada, por meio de feedback de cima para baixo (Zhaoping, 2023). Outra hipótese pondera a origem do crowding na integração espacial em V1 (Morton et al., 2023).

Portanto, esta pesquisa bibliográfica busca levantar os principais aspectos subjacentes ao crowding visual estudados até o momento. Apesar de existirem esforços em buscar uma causa, parece não se tratar de apenas um mecanismo subjacente, mas um conjunto de fatores e condições, envolvendo múltiplos níveis da hierarquia visual.

Método

Revisão integrativa a partir de levantamento bibliográfico em bases de dados nacionais e internacionais, por meio de busca DeCS/MeSH na BVS - Biblioteca Nacional de Saúde.

Os termos de pesquisa utilizados foram "(crowding) AND (visual) AND NOT (behaviour). Como critério de exclusão, foram desconsiderados aqueles sobre clutter e agrupamento, sugerindo similaridade ao crowding. Houve cuidado em considerar na amostra apenas artigos mencionando "crowding" e "clutter" como entidades distintas. Esses são termos com significados diferentes (Cambridge Dictionary, 2024) que se confundem na linguagem coloquial e na literatura sobre percepção visual. Mais experimentos psicofísicos necessitam verificar a correlação entre o que é difundido como clutter/desordem em cenas densas, ou como crowding visual/aglomeração. Isso é relevante porque em apresentações densas - que simulam um espaço caótico cheio de estímulos visuais (clutter) - há interferência de distratores semelhantes mais próximos, independentemente do espaçamento crítico e da excentricidade. Por outro lado, esses dois fatores necessariamente impactam apresentações com ajuntamento de estímulos em apresentações mais esparsas (Van et al., 2024; Bornet et al., 2021).

Foram considerados 828 artigos, após exclusão de duplicados ou fora do tema de pesquisa (apinhamento ortodôntico, aspectos comportamentais em multidões). Destes, 593 foram excluídos da análise, resultando uma amostra de 235 artigos, dos quais 45 foram selecionados para este manuscrito.

Resultados

Por meio da pesquisa dos termos "(crowding) AND (visual) AND NOT (behaviour)", de um total de artigos 235 artigos considerados para a análise, foram incluídos 41 desde 2008 e 4 publicados anteriormente, priorizando os mais atuais ou relevantes ao tema. Daquela amostra inicial, foram descartados aqueles mais antigos, quando sobrepostos por outros mais recentes, de escopo similar e com validação de hipóteses já testadas, e aqueles anteriores a 2015 de relevância menor.

Os aspectos subjacentes ao crowding visual que se destacaram nessa pesquisa envolvem diferentes aspectos no processamento espacial.

Excentricidade

Quanto mais afastado um estímulo-alvo está da fóvea, pior é o efeito de aglomeração. O crowding se estende por uma extensão espacial maior na periferia do que na fóvea, tanto para estímulos de primeira como segunda ordens (Chung et al., 2007). Levi (2008), atribui o crowding visual a um fenômeno além da fóvea, observando estudos em que um efeito de aglomeração na fóvea foi demonstrado ser fraco, percebido a apenas 4–6 minutos de arco ou é relatado nem ocorrer.

Espaçamento crítico

Há uma distância crítica entre estímulos para a ocorrência do crowding visual. Segundo o que Pelli e Tillman (2008) denominaram Lei de Bouma, baseado na observação de Herman Bouma em 1970, para um objeto que pode ser identificado isoladamente, a capacidade de identificá-lo entre objetos semelhantes depende exclusivamente da razão: espaçamento entre objetos/espaçamento crítico do observador. O efeito de crowding surge sempre que essa proporção é menor que um. Outra abordagem da regra de Buoma diz que uma distância dos flancos de aproximadamente metade da excentricidade do alvo corresponde ao espaçamento crítico.

A região onde o espaçamento entre objetos excede o espaçamento crítico seria onde não ocorre o crowding visual (Pelli & Tillman, 2008). Essa regra valeria para diferentes tipos e tamanhos de alvos visuais, e com distintas orientações, matizes e níveis de saturação (van den Berg et al., 2007). No entanto, o status de lei não seria o mais adequado na visão de Whitney & Levi (2011): há uma constante de espaçamento, porém o espaçamento crítico depende das características do estímulo, dos requisitos da tarefa e dos fatores atencionais. Não seria um valor absoluto. O cerne está nessa questão: não seria um valor absoluto, tampouco uma constante. O espaçamento crítico estaria relacionado à função de magnificação cortical. Para Strasburger (2022), a presença de um crowding assimétrico, sendo pior na periferia do que na fóvea, seria atribuída à correspondência também assimétrica do espaço retinotópico x espaço cortical. Ele sinaliza que a distância crítica de aglomeração cortical está longe de ser constante, aumentando acentuadamente dentro da fóvea e atingindo um platôapenas além da excentricidade de ∼5°.

Coates et al. (2021) concluem que o espaçamento crítico é maior quando o mesmo estímulo é usado para o alvo e os flancos (a mesma letra, mas com orientações diferentes) e menor quando os flancos são diferentes do alvo (letras diferentes). No exemplo que usou, o espaçamento crítico foi de 1,34 a 1,55 vezes maior quando uma letra alvo U foi flanqueada por quatro letras Us do que quando foi flanqueada por quatro outras letras.

Para Herzog et al. (2015), a configuração espacial de todo o estímulo no campo visual pode aumentar ou deteriorar a força do crowding, conforme o tipo e quantidade de flancos adicionados, apresentados muito fora da janela de Bouma. A lei de Bouma poderia ser reinterpretada como um padrão de crowding por proximidade.

Tipos de estímulos

Para letras-alvos e flancos de primeira ordem (processados em V1) o fenômeno de crowding visual é ausente ou fraco na fóvea, mesmo na menor separação de letras (Chung et al., 2007), e aumenta na perifóvea, assim como apontaram estudos anteriores comparados pelo autor. Chung et al. (2007) observaram, porém, que para aqueles de segunda ordem (processados em V2), o efeito de aglomeração é muito maior. Já, quando as letras alvo e as de flanco são de ordem mista, a aglomeração cruzada é menor do que a de segunda ordem.

Características que estão intimamente relacionadas no sistema visual podem mostrar

desempenho vinculado (como orientação e frequência espacial; luminância e matiz), enquanto pares de características mais distintas (como matiz e movimento) geram efeitos dissociáveis (Greenwood & Parsons, 2020; Cass & Van, 2023). Nos experimentos de Greenwood e Parsons, envolvendo essas duas características dissociáveis, houve mais erros para discriminação do matiz do alvo quando os flancos eram de tonalidade semelhantes, enquanto houve mais acertos da direção do alvo para os mesmos estímulos, e vice-versa. Ou seja, a percepção da direção do movimento do alvo não foi afetada pela aglomeração da tonalidade do alvo. Bem como em condição inversa, houve mais acertos para tons distintos, com menor desempenho quando a direção do movimento era similar. Nos testes de Cass e Van (2023), eles verificaram a existência dessa dupla dissociação combinando características de luminância, matiz e orientação. O desempenho da orientação é principalmente restringido pela orientação do flanco, mas não pela sua cor; inversamente, o desempenho da luminância do alvo é restringido pela tonalidade do flanco em vez da sua orientação.

Influência do tipo e da quantidade de flancos

Observam-se diferenças no efeito de crowding visual quando o estímulo alvo (letras) está ladeado por barras, ou quando há um adensamento de estímulos semelhantes (Pluháček et al., 2021).

Para observar diferenças da interferência da interação de contorno e do crowding na fóvea, os autores realizaram procedimentos tendo como alvo caracteres de fonte Sloan Black (C D H K N O R S V Z), apresentados de forma aleatória, ora isolados, ora cercados por 1, 2 ou 4 flancos dispostos horizontalmente ou verticalmente. Os flancos foram constituídos por barras, ou por letras de mesma fonte e diferentes complexidades (N, D, K, O), mas sem repetir a mesma letra do alvo. Pluháček et al. (2021) defendem que estímulos-alvo circundados por outros semelhantes sofrem maior interferência para sua identificação, do que aqueles cercados por barras, especialmente para separações menores entre alvo e flancos, e à medida que o número de flancos aumenta (não há diferença significativa na disposição com um flanco, ou de flancos no eixo horizontal). Isso seria perceptível apenas para separações menores que 40% de largura do alvo. Os autores alegam que na primeira configuração ocorreria o fenômeno de crowding visual; naquela cujos flancos são formados por barras haveria interferência da interação de contorno.

Outra abordagem sugere que o crowding visual pode variar, facilitando ou piorando a discriminação do alvo, de acordo com a quantidade e comprimento das barras de flanco, à esquerda e à direita de dado estímulo de alinhamento de Vernier. Manassi et al. (2012) demonstraram que quanto mais linhas são adicionadas (1, 2, 4 ou 8), nem sempre o crowding é menor, isso depende da relação agrupamento-desagrupamento entre alvos e flanqueadores. Em seu experimento, além da quantidade de flancos adicionados, as linhas mais compridas facilitaram mais a detecção do alvo, em comparação com as linhas mais curtas. Porém com a adição de linhas de mesmo tamanho o desempenho permaneceu igual, e quando utilizados flancos com linhas trêmulas, mesmo com o aumento da quantidade de linhas, o efeito foi pior.

Variados mecanismos de agrupamento dos flancos podem influenciar a força ou deterioração do crowding visual, incluindo similaridade, regularidade, agrupamento de contornos e boa Gestalt (ver revisão de Herzog et al., 2015). Como isso é atribuído no processamento global e em que aspectos caracterizaria o crowding visual é ainda incerto.

Posição dos flancos

O efeito de crowding muda conforme a posição dos flancos em relação ao estímulo-alvo, a sua distribuição verticalmente ou horizontalmente no campo visual, bem como em relação a distância da fóvea nessas disposições. É dito que o crowding visual não é isotrópico na visão periférica.

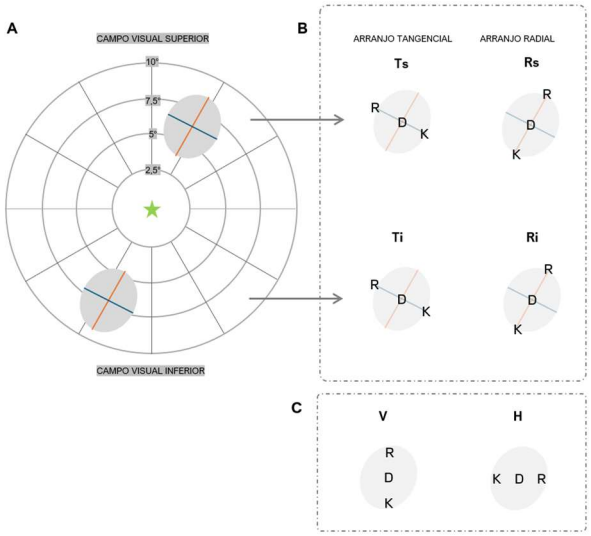
Utilizando estímulos Gabor de 5 ciclos/grau e contraste reduzido (47%) a 7,5° de excentricidade, Chen et al. (2023) identificaram crowding assimétrico entre flancos internos e externos, sendo que o flanco interno (mais próximo à fóvea) exibiu efeito mais fraco, independentemente se no campo visual esquerdo ou direito.

Conforme Whitney & Levi (2011), considerando um ponto de fixação no meridiano vertical, os flancos dispostos verticalmente induzem mais crowding do que os dispostos horizontalmente. No meridiano horizontal, há tendência à aglomeração nos flancos dispostos horizontalmente. Ainda, os flancos posicionados radialmente induzem um efeito de crowding mais forte do que aqueles posicionados tangencialmente ao estímulo-alvo. Além disso, o efeito de aglomeração parece ser mais forte no campo superior do que no inferior.

Morton et al. (2023) concluíram que as características anisotrópicas do crowding podem ter origem na integração espacial não uniforme de informações por neurônios no córtex visual primário (V1), nos estágios iniciais do processamento cortical. Os autores confirmaram que distratores colocados em um ponto mais excêntrico no eixo radial exercem maior influência na percepção de aglomeração do que aqueles no eixo tangencial. Em outro estudo, essa anisotropia radial-tangencial esteve presente já em V1 e permaneceu significativa nas áreas a jusante, apoiando a ideia de que V1 contribui para o crowding visual (Kwon et al., 2014).

Figura 1

Ilustração da anisotropia do crowding visual.
A - Arranjos dos flancos dispostos em uma configuração tangencial e radial em relação ao eixo visual, em campo visual superior e inferior, considerando-se a estrela verde como ponto de fixação central. A zona de crowding é demonstrada pela forma oval em cinza, com o meridiano tangencial em azul e radial em laranja.
B - Exemplos de diferentes arranjos com as letras R, D e K, sendo D o estímulo-alvo, flanqueado por R e K: Ts - crowding tangencial em campo superior; Ti - crowding tangencial em campo inferior; Rs - crowding radial com K interno e mais próximo à fóvea; Ri - crowding radial com K externo.
C – Arranjos nos meridianos vertical e horizontal: V - crowding vertical; H- crowding horizontal.
Fonte: Adaptado de Kwon et al., 2014



Outro aspecto é um potencial aumento do crowding visual se houver grande diferenças de profundidade entre alvo e flanco. Quando o alvo está na profundidade de fixação, o efeito de aglomeração mostra-se mais pronunciado com os flancos atrás do alvo; e quando são os flancos que estão em profundidade de fixação, o crowding aumenta com o alvo atrás dos flancos (Smithers et al., 2023). O estudo simulou distâncias de profundidade do mundo real, com uso de telas multiplanos a 0,4 m, 1,26 m e 4 m de visualização. Segundo os autores, esses achados sugerem que a aglomeração fora dos limites da fusão binocular pode ter um impacto significativo no reconhecimento de objetos e na percepção visual no campo periférico.

Figura 2
O crowding visual em cenas naturais pode ser observado na imagem. Considerando a fixação ocular do motorista ao longo da pista, dificilmente o homem entre as placas, ou mesmo o homem entre os demais trabalhadores seria discriminado durante sua passagem.
Fonte: Saunders, 2014.



Conjunção de estímulos e similaridade

Diferenças entre a propriedade do estímulo-alvo e dos que o cercam diminuem o crowding visual, como sintetizaram Whitney & Levi (2011): variação de frequência espacial, tamanho, forma, polaridade, matiz, movimento e deslocamento. Ou uma diferença de orientação de cerca de 90° ou de 2 oitavas nas frequências espaciais (Levi & Carney, 2009).

O efeito é mais fraco entre objetos diferentes e há mais interferência para identificação quando estímulos-alvo estão ladeados por outros semelhantes (Pluháček et al., 2021; Xi et al., 2020; Bernard & Chung, 2011). E o aumento dessa interferência parece influenciar o espaçamento crítico (Coates et al., 2021).

Ademais, o contraste crítico para aglomeração é independente do contraste do estímulo-alvo (Levi & Carney, 2009).

Usando potenciais visuais evocados em estado estacionário, ao verificar as respostas neurais ao alvo e aos flancos separadamente com sinais EGG, Chicherov & Herzog (2015) analisaram que o alvo é seletivamente suprimido para atender à necessidade ecológica de uma interpretação global eficiente do input visual. Em seus experimentos o processamento do flanco não foi afetado pela cor do alvo, enquanto o processamento do alvo dependeu da cor dos flanqueadores. Os estímulos utilizados foram Vernier ladeados por linhas vermelho ou verde isoluminantes, sendo a semelhança ou diferença de cor entre alvo e flanco que determinou a força da aglomeração. O crowding por flancos da mesma cor foi mais forte do que por flancos de cores diferentes, assim como aqueles com padrões vermelho-verde alternados criando um padrão regular com o grupo alvo.

Complexidade de flancos

Agregar mais características aos estímulos circundantes aumenta as possibilidades de combinação alvo-flanco e de haver erros perceptuais, como no modelo de Bernard & Chung (2021) com letras-flanco com serifas e estilizadas. Mas a conformação resultante do estímulo parece ser mais relevante do que a complexidade da letra em si. Durante a leitura, os pesquisadores verificaram que letras-alvo de maior complexidade são menos afetadas por flancos do que letras-alvo de menor complexidade. Eles realizaram três experimentos para medir os efeitos da complexidade espacial dos flancos com as fontes ornamentais Edwardian/Aristocrat, e da similaridade alvo-flanco no desempenho de

identificação de letras aglomeradas para fontes Courier/Times Roman. Para tanto, usaram trigramas apresentados a 10° de excentricidade no campo visual inferior. Todas as três letras foram sorteadas aleatoriamente, com tempo de exposição de 100ms. Letras-alvo como c, i, l foram definidas como de baixa complexidade, e estas foram mais suscetíveis ao crowding quando apresentadas com letras-flanco de maior complexidade, como g, m, w. Já o efeito de aglomeração diminuiu com letras-alvo também complexas.

Outro aspecto de complexidade seria a adição de flanqueadores. Contudo, embora adicionar mais elementos de flanco induza a pensar que aumentaria a complexidade e o efeito de crowding, experimentos demonstraram o contrário: tende a facilitar o agrupamento dos distratores e leva a menos aglomeração (Manassi et al., 2012).

Tamanho

O reconhecimento de um estímulo-alvo é mais limitado pelo espaçamento do que pelo seu tamanho, embora sua dimensão possa limitar a velocidade de leitura e de localização espacial (Pelli & Tillman, 2008). O tamanho dos estímulos aglomerados é um aspecto menos relevante, ponderando-se sobre os limites de resolução conforme a excentricidade. Estudos mais recentes sobre crowding visual usam estímulos proporcionalmente maiores na periferia para compensar a redução da acuidade visual, evitando-se confundir o fenômeno com as limitações específicas do processamento espacial (Coates et al., 2021).

Aspectos temporais

Estudos recentes vêm investigando aspectos temporais do crowding visual, utilizando-se apresentações alternadas dos estímulos alvos e de flancos. Destacam-se a identificação de que uma representação visual estável requer um tempo surpreendentemente longo de processamento (testes feitos com intervalos de até 475 ms); de que taxas de alternância de aproximadamente 3 Hz liberaram metade do efeito total de aglomeração, enquanto taxas de alternância de 10 Hz provocaram desempenho quase lotado; de uma magnitude semelhante da aglomeração temporal central e periférica; de que apresentar o alvo primeiro provocou melhor desempenho do que apresentar os flanqueadores antes (Sahar & Yeshurun, 2024; Silva et al., 2023; Tkacz-Domb & Yeshurun, 2021).

Discussão

Existem alguns pontos notáveis que caracterizam o crowding visual: 1. a discriminalidade de um estímulo-alvo depende de uma distância crítica entre ele e os estímulos circundantes, que se comportam como distratores; 2. quanto mais distante da fóvea, ou seja, quão maior a excentricidade do alvo e dos estímulos de flanco, o efeito de aglomeração é também maior; 3. flancos posicionados radialmente induzem um crowding mais forte do que aqueles posicionados tangencialmente ao estímulo-alvo; em disposição horizontal, o flanqueador externo induz efeito mais forte; e essa anisotropia pode ocorrer na relação campo superior versus inferior, para estímulos dispostos verticalmente versus horizontalmente; 4. a semelhança alvo-flanco, independente do contraste, aumenta a incidência do fenômeno, se comparado com estímulos ladeados diferentes; 5. a saliência atencional e condições de agrupamento dos flancos, desvinculando-os do alvo, favorecem a desaglomeração.

Levando em conta que os olhos durante o rastreamento visual simulam certo movimento para o processamento das informações, cabe pontuar o estudo de Sahar e Yeshurun (2024) demonstrando que a representação visual estável requer um tempo “surpreendentemente longo de processamento” (de até 475 ms). Em que proporção esses aspectos temporais teriam influência na integração de características do estímulo-alvo e flancos?

Criar, confrontar e validar novos parâmetros psicofísicos tem tornado intensa a pesquisa sobre crowding, como se nota pela vastidão de artigos publicados. É algo necessário para poder

extrapolar esses achados com um parâmetro controlado e preciso de teste para cada tipo de estímulo, nas diversas dimensões de características (orientação, frequência espacial, contraste, textura, matiz etc.), em associação com as diversas posições e conformações dos flancos. Em condições monoculares e binoculares, e considerando a distância do observador, a excentricidade e a magnificação cortical. Conforme Bornet et al., 2019, explorando a complexidade do sistema visual.

Parâmetros para a eleição de sujeitos aptos a realizar os experimentos poderiam ser igualmente definidos. Nos estudos pesquisados, quando houve registro das condições visuais de inclusão dos sujeitos eleitos para os testes, citou-se apenas a acuidade visual corrigida como sendo 20/20 ou melhor, eventualmente testou-se a visão de cores. Não houve registros de uma avaliação oculomotora extensiva, descartando-se microestrabismos, forias ou alterações no planejamento sacádico e nas sacadas, embora a amostragem dos resultados tenha observado outliers estatísticos que justificaram a exclusão de sujeitos e dados. Houve evidência de aglomeração em condição monocular e/ou binocular.

Persistem os dilemas da influência do campo receptivo e da interação de contornos em V1, e/ou de processos de segmentação e de integração de recursos em múltiplos estágios, em ordens superiores do processamento visual, e do mecanismo de feedback periferia-fóvea (ver Stewart et al., 2020 para revisão das interações entre visão periférica e visão foveal). Permanece a incerteza de onde estaria o gargalo que resulta no efeito de crowding.

Aspectos como o espaçamento crítico e a excentricidade têm relação com a interação entre visão perifoveal (~10° centrais) e foveal (1,7° centrais) para a localização, detecção e resolução de imagens (ver Rosenholtz, 2016; Stewart et al., 2020), porém o espaçamento crítico varia com os modelos de apresentação dos estímulos (Van et al., 2024; Bornet et al., 2021).

Parece que todos estão sujeitos às limitações e gargalos atencionais e do processamento na periferia visual, embora encontre m-se algumas diferenças individuais. Contudo, até que ponto o crowding visual incorreria em uma alteração fisiológica?

Reconhecendo-se a correlação do crowding visual com ambliopia, dislexia, degeneração macular (Levi, 2008; Whitney & Levi, 2011) e glaucoma (Ogata et al., 2019), seria interessante averiguar em que se assemelham e se diferenciam no processamento dos estímulos e na integração de características quando ocorre o crowding nesses casos (possivelmente, também em outras condições que afetam a percepção perifoveal e/ou o processamento global). A boa notícia é que em testes controlados o treinamento baseado em perceptual learning reduz o efeito de aglomeração (Chen et al., 2023; Malania et al., 2020). Porém o método de avaliação e reconhecimento de qual tipo de interferência está impactando para o crowding continua sendo uma barreira para a reabilitação (Plank et al., 2021). No momento, um avaliador no seu consultório pode considerar os sinais de alerta mais óbvios: a queixa na dificuldade de leitura e compreensão associada à diferença de duas oitavas entre as medidas de acuidade visual linear e angular (Levi & Carney, 2009).

Diante da relevância dada em estudos ao espaçamento e à excentricidade para ocorrência de crowding, resta esgotar o papel do tipo de estímulo-alvo e circundante e de suas conformações, inclusive para se estabelecer quais ferramentas de avaliação clínica deveriam ser empregadas para medir esse fenômeno. Essa questão surge diante da representação heterogênea de distintas categorias de estímulos no campo visual (viés foveal x periférico), do viés de processamento global x local, bem como da possibilidade de haver falhas de conexões de feedback de áreas superiores que processam estímulos variados (linhas de Vernier, grades de Gabor, formas, objetos, faces, - de diferentes frequências espaciais e grandezas, parados ou em movimento, e em profundidades diferentes). Daí levanta-se a dúvida: um mesmo indivíduo

perceberia o crowding visual em todas essas configurações ou em alguma(s) dela(s)?

Há também lacunas sobre a interferência da atenção e a influência da Gestalt no crowding visual e na desaglomeração. Surgem evidências de forte correlação da modulação da atenção na redução do fenômeno e esse assunto mereceria uma revisão à parte. Bem como quando a adição de um ponto de foco ou saliência quebra esse efeito de aglomeração (Kim e Pasupathy, 2023).

Avançar nessas investigações carece de parâmetros e métodos consolidados de comparação dos estudos sobre interações espaciais entre elementos vizinhos. Sobre o cálculo das informações globais e em que se distingue na resolução de um estímulo alvo quando há crowding, agrupamento ou apresentações densas de estímulos.

Conclusão

O crowding visual parece simplificar a aparência de um arranjo periférico quando o alvo e os estímulos vizinhos são percebidos como uma única textura ou objeto, gerando-se uma percepção global que "ignora" o alvo e ele deixa de ser discriminável. Contudo, há múltiplas configurações de estímulos e flancos que influenciam na possibilidade da ocorrência do crowding e impactam de formas distintas a performance de discriminação.

Vimos nesta revisão que nesse processo de reconhecimento visual pode haver influência da interação de contornos e da integração de características, dependentes do tipo e da conformação dos estímulos-alvos e circundantes, da distância do observador e da profundidade alvo-flanco. A possibilidade de combinação de características entre esses elementos dentro de um mesmo campo de integração parece ser uma questão-chave na ocorrência do crowding.

Indivíduos com visão normal estão sujeitos ao crowding visual, mas parece que aqueles com ambliopia, dislexia, degeneração macular e glaucoma estão mais suscetíveis. Portanto, seria interessante investigar a correlação dessas condições e o crowding, e a presença de alterações fisiológicas que possam explicar tal efeito no processamento visual central.

Agradecimentos

Gratidão a Marcelo Fernandes da Costa pelo incentivo em escrever esta revisão, e pelos esclarecimentos, comentários e contribuições atenciosos que realizou em conjunto com Leonardo Dutra Henriques. A conclusão deste manuscrito tem um valor inestimável para o meu pensamento clínico e a continuidade de minhas pesquisas em reabilitação visual.

Declaração de Conflito

Neste estudo não houve conflito de interesses profissionais e pessoais.

Referências

Bernard, J.-B., & Chung, S. T. L. (2011). The dependence of crowding on flanker complexity and target-flanker similarity. *Journal of Vision, 11*(8), 1–1. https://doi.org/10.1167/11.8.1

Bex, P. J., & Dakin, S. C. (2005). Spatial interference among moving targets. *Vision Research, 45*(11), 1385–1398. https://doi.org/10.1016/j.visres.2004.12.001

Bornet, A., Doerig, A., Herzog, M. H., Francis, G., & Van, E. (2021). Shrinking Bouma's window: How to model crowding in dense displays. *PLOS Computational Biology, 17*(7), e1009187–e1009187. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1009187

Bornet, A., Kaiser, J., Kroner, A., Falotico, E., Ambrosano, A., Cantero, K., Herzog, M. H., & Francis, G. (2019). Running large-scale simulations on the neurorobotics platform to understand vision – The case of crowding visual. *Frontiers in Neurorobotics, 13*. https://doi.org/10.3389/fnbot.2019.00033

Cambridge Dictionary. (2024). *Crowding*. In *Cambridge Dictionary*. https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/crowding

Cass, J., & Van, E. (2023). Crowding visual: Double dissociation between orientation and brightness judgments. *Journal of Vision, 23*(5), 7–7. https://doi.org/10.1167/jov.23.5.7

Chen, Y.-R., Zhang, Y.-W., & Zhang, J.-Y. (2023). The impact of training on the inner–outer asymmetry in

crowding. *Journal of Vision, 23*(8), 3–3. https://doi.org/10.1167/jov.23.8.3

Chicherov, V., & Herzog, M. H. (2015). Targets but not flankers are suppressed in crowding as revealed by EEG frequency tagging. *NeuroImage, 119*, 325–331. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.06.047

Chung, S. T. L., Li, R. W., & Levi, D. M. (2007). Crowding between first- and second-order letter stimuli in normal foveal and peripheral vision. *Journal of Vision, 7*(2), 10. https://doi.org/10.1167/7.2.10

Coates, D. R., Charles, & Susana. (2021). The generality of the critical spacing for crowded optotypes: From Bouma to the 21st century. *Journal of Vision, 21*(11), 18–18. https://doi.org/10.1167/jov.21.11.18

Fademrecht, L., Nieuwenhuis, J., Bülthoff, I., Barraclough, N., & de la Rosa, S. (2017). Action recognition in a crowded environment. *I-Perception, 8*(6), 204166951774352. https://doi.org/10.1177/2041669517743521

Greenwood, J. A., & Parsons, M. J. (2020). Dissociable effects of crowding visual on the perception of color and motion. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 117*(14), 8196–8202. https://doi.org/10.1073/pnas.1909011117

Henry, C. A., & Kohn, A. (2022). Feature representation under crowding in macaque V1 and V4 neuronal populations. *Current Biology, 32*(23), 5126-5137.e3. https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.10.049

Herzog, M. H., Sayim, B., Chicherov, V., & Manassi, M. (2015). Crowding, grouping, and object recognition: A matter of appearance. *Journal of Vision, 15*(6), 5. https://doi.org/10.1167/15.6.5

Ho, C., & Cheung, S.-H. (2011). Crowding by invisible flankers. *PLOS ONE, 6*(12), e28814. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028814

Jimenez, M., Kimchi, R., & Yashar, A. (2022). Mixture-modeling approach reveals global and local processes in crowding visual. *Scientific Reports, 12*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-022-10685-z

Kim, T., & Pasupathy, A. (2023). Neural correlates of crowding in macaque area V4. *BioRxiv* (Cold Spring Harbor Laboratory). https://doi.org/10.1101/2023.10.16.562617

Kwon, M., Bao, P., Millin, R., & Tjan, B. S. (2014). Radial-tangential anisotropy of crowding in the early visual areas. *Journal of Neurophysiology, 112*(10), 2413–2422. https://doi.org/10.1152/jn.00476.2014

Levi, D. M. (2008). Crowding—An essential bottleneck for object recognition: A mini-review. *Vision Research, 48*(5), 635–654. https://doi.org/10.1016/j.visres.2007.12.009

Levi, D. M., & Carney, T. (2009). Crowding in peripheral vision: Why bigger is better. *Current Biology, 19*(23), 1988–1993. https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.09.056

Lin, Z., Gong, M., & Li, X. (2022). On the relation between crowding and ensemble perception: Examining the role of attention. *PsyCh Journal, 11*(6), 804–813. https://doi.org/10.1002/pchj.559

Malania, M., Pawellek, M., Plank, T., & Greenlee, M. W. (2020). Training-induced changes in radial–tangential anisotropy of crowding visual. *Translational Vision Science & Technology, 9*(9), 25–25. https://doi.org/10.1167/tvst.9.9.25

Manassi, M., Sayim, B., & Herzog, M. H. (2012). Grouping, pooling, and when bigger is better in crowding visual. *Journal of Vision, 12*(10), 13–13. https://doi.org/10.1167/12.10.13

Morton, M. P., Denagamage, S., Hudson, N. V., & Nandy, A. S. (2023). Geometry of anisotropic contextual interactions in the visual cortex places fundamental limits on spatial vision. *BioRxiv* (Cold Spring Harbor Laboratory). https://doi.org/10.1101/2023.08.15.553380

Nador, J., & Reeves, A. (2023). Crowding expands and is less sensitive to target-flanker differences during a shift of visual attention. *Vision Research, 212*, 108305–108305. https://doi.org/10.1016/j.visres.2023.108305

Ogata, N. G., Boer, E. R., Daga, F. B., Jammal, A. A., Stringham, J. M., & Medeiros, F. A. (2019). Crowding visual in glaucoma. *Investigative Ophthalmology & Visual Science, 60*(2), 538. https://doi.org/10.1167/iovs.18-25150

Pelli, D. G., & Tillman, K. A. (2008). The uncrowded window of object recognition. *Nature Neuroscience, 11*(10), 1129–1135. https://doi.org/10.1038/nn.2187

Pelli, D. G., Palomares, M., & Majaj, N. J. (2004). Crowding is unlike ordinary masking: Distinguishing feature integration from detection. *Journal of Vision, 4*(12), 12. https://doi.org/10.1167/4.12.12

Peng, C., Hu, C., & Chen, Y. (2018). The temporal dynamic relationship between attention and crowding: Electrophysiological evidence from an event-related potential study. *Frontiers in Neuroscience, 12*. https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00844

Petrov, Y., Popple, A. V., & McKee, S. P. (2007). Crowding and surround suppression: Not to be confused. *Journal of Vision, 7*(2), 12. https://doi.org/10.1167/7.2.12

Plank, T., Lerner, L., Tuschewski, J., Pawellek, M., Malania, M., & Greenlee, M. W. (2021). Perceptual learning of a crowding task: Effects of anisotropy and optotype. *Journal of Vision, 21*(11), 13–13. https://doi.org/10.1167/jov.21.11.13

Pluháček, F., Musilová, L., Bedell, H. E., & Siderov, J. (2021). Number of flankers influences foveal crowding

and contour interaction differently. *Vision Research, 179,* 9–18. https://doi.org/10.1016/j.visres.2020.11.002

Rosenholtz, R. (2016). Capabilities and limitations of peripheral vision. *Annual Review of Vision Science, 2*(1), 437–457. https://doi.org/10.1146/annurev-vision-082114-035733

Sahar, T., & Yeshurun, Y. (2024). Temporal crowding with central vision reveals the fragility of visual representations. *Journal of Experimental Psychology: General, 153*(2), 339–351. https://doi.org/10.1037/xge0001496

Saunders, S. (2014, March 20). *Advisory cycle lanes and pavements being abused on Parry's Lane*. Flickr. https://www.flickr.com/photos/samsaunders/13295855695

Silva, A. E., Lehmann, R., Perikleous, N., & Thompson, B. (2023). The temporal dynamics of crowding visual in letter recognition: Modulating crowding with alternating flicker presentations. *Journal of Vision, 23*(10), 18–18. https://doi.org/10.1167/jov.23.10.18

Smithers, S. P., Shao, Y., Altham, J., & Bex, P. J. (2023). Large depth differences between target and flankers can increase crowding: Evidence from a multi-depth plane display. *ELife, 12.* https://doi.org/10.7554/elife.85143

Stewart, E. E. M., Valsecchi, M., & Schütz, A. C. (2020). A review of interactions between peripheral and foveal vision. *Journal of Vision, 20*(12). https://doi.org/10.1167/jov.20.12.2

Strasburger, H. (2020). Seven myths on crowding and peripheral vision. *I-Perception, 11*(3), 204166952091305. https://doi.org/10.1177/2041669520913052

Strasburger, H. (2022). On the cortical mapping function: Visual space, cortical space, and crowding. *Vision Research, 194,* 107972. https://doi.org/10.1016/j.visres.2021.107972

Strasburger, H., & Wade, N. J. (2015). Peripheral vision and pattern recognition: A review. *Journal of Vision, 15*(10), 3–3. https://doi.org/10.1167/15.10.3

Tkacz-Domb, S., & Yeshurun, Y. (2021). Temporal crowding is a unique phenomenon reflecting impaired target encoding over large temporal intervals. *Psychonomic Bulletin & Review, 28*(6), 1885–1893. https://doi.org/10.3758/s13423-021-01943-8

van den Berg, R., Roerdink, J. B. T. M., & Cornelissen, F. W. (2007). On the generality of crowding: Crowding visual in size, saturation, and hue compared to orientation. *Journal of Vision, 7*(2), 14. https://doi.org/10.1167/7.2.14

van den Berg, R., Roerdink, J. B. T. M., & Cornelissen, F. W. (2010). A neurophysiologically plausible population code model for feature integration explains crowding visual. *PLoS Computational Biology, 6*(1), e1000646. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000646

Van, E., Cass, J., & Olivers, C. N. L. (2024). A CODE model bridging crowding in sparse and dense displays. *Vision Research, 215,* 108345–108345. https://doi.org/10.1016/j.visres.2023.108345

Whitney, D., & Levi, D. M. (2011). Visual crowding: A fundamental limit on conscious perception and object recognition. *Trends in Cognitive Sciences, 15*(4), 160–168. https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.02.005

Xi, H., Wu, R., Wang, B., & Chen, L. (2020). Topological difference between target and flankers alleviates crowding effect. *Journal of Vision, 20*(9), 9. https://doi.org/10.1167/jov.20.9.9

Zhaoping, L. (2023). Peripheral vision is mainly for looking rather than seeing. *Neuroscience Research.* https://doi.org/10.1016/j.neures.2023.11.006

Tratamento Dicóptico para Ambliopia: Uma Revisão Sistemática

Iracema Moreira dos Santos
Rita Helena Vallinoto Araújo

Tratamento Dicóptico para Ambliopia: Uma Revisão Sistemática

Iracema Moreira dos Santos[1], Rita Helena Vallinoto Araújo[2]

[1] Obras Socias Irmã Dulce, Salvador, Bahia, Brasil. Email: iracemamoreira.s@gmail.com

[2] Clínica Vallinoto, Belém, Pará, Brasil. Email: ritavallinoto@hotmail.com

Resumo:

A ambliopia é a diminuição da acuidade visual quando nenhuma causa pode ser detectada durante o exame físico dos olhos. O tratamento da ambliopia baseia-se em promover a estimulação do cérebro e suas conexões visuais e assim melhorar a acuidade visual, estereopsia e sensibilidade ao contraste. O presente estudo propõe uma revisão sistemática com o objetivo de identificar as modalidades de tratamentos dicópticos com estimulação binocular. Portanto, a identificação do tratamento adequado para cada caso é uma variável essencial para obtenção do resultado esperado. A metodologia segue os princípios da PRISMA, com critérios de elegibilidade baseados na estratégia PICOT. Realizou-se a busca por artigos relevantes nas principais bases de dados e foi obtido uma seleção de 17 estudos. Os resultados da análise sistemática indicaram melhorias significativas na acuidade visual, sensibilidade ao contraste e estereopsia em pacientes submetidos aos tratamentos dicópticos. A comparação com terapias tradicionais, como a oclusão, também revelou vantagens das intervenções dicópticas. No entanto, a resposta ao tratamento pode variar conforme a idade do paciente, o tipo de ambliopia e a duração do tratamento. Em conclusão, os resultados desta revisão sistemática sugerem que os tratamentos dicópticos representam uma abordagem eficaz no manejo da ambliopia.

Palavras-Chave: Ambliopia, Tratamento Dicóptico, Estimulação Binocular.

Introdução

A ambliopia é a diminuição da acuidade visual quando nenhuma causa pode ser detectada durante o exame físico dos olhos. Abrange anormalidades causadas por alterações na via retinocortical. Baseada na etiologia, podemos classificar em ambliopia causada por estrabismo, anisometropia, por privação, idiopática e orgânica. Os mecanismos básicos que causam os vários tipos de ambliopias são semelhantes, não idênticos, porém existem diferenças clínicas no quesito gravidade, reversibilidade e características psicofísicas. A reversibilidade da ambliopia vai depender do estágio de maturidade das conexões visuais e da capacidade de recuperação do sistema visual anormal com consequências neurológicas, anatômicas e neuroquímicas no início da vida. (VanNoorden, 1990)

Clinicamente, a ambliopia é a redução da acuidade visual em um ou ambos os olhos, causada por uma má interação binocular pela privação da visão durante a imaturidade visual.

Segundo a Academia Americana de Oftalmologia, a ambliopia é a diferença interocular de duas ou mais linhas em tabela de acuidade visual ou acuidade visual igual ou inferior a 20/30 com a melhor correção óptica. A ambliopia é a segunda causa mais comum de baixa da acuidade visual em crianças e adultos com prevalência de 3% a 6%. (Zagui et al., 2019)

No tratamento da ambliopia, a oclusão do olho dominante tem sido considerada o padrão-ouro por séculos, remontando a 1743 (Falcone et al., 2021; Levi, 2020; Wallace, 2006; Zagui, 2019) Esta abordagem, que envolve a cobertura por maior período no olho com maior acuidade

visual para estimular o olho com menor acuidade visual é amplamente aceita como uma maneira eficaz de estimular o cérebro e suas conexões visuais e assim promover melhora da acuidade visual. Alternativas à oclusão incluem a penalização do olho dominante com o uso de colírio de Atropina (Wallace et al., 2018; Zagui, 2019). Além disso, outras técnicas menos invasivas têm sido exploradas, como o uso de lentes filtrantes, borramento óptico com óculos ou lentes de contato, e mais recentemente, o emprego de estímulos binoculares (tratamento dicóptico) (Falcone et al., 2021; Zagui, 2019).

A prática de tarefas motoras induz mudanças plásticas e dinâmicas no sistema nervoso central induzindo, dessa forma, mudanças na plasticidade cerebral, que é a capacidade do cérebro de se adaptar ao determinado ambiente. Nos últimos 10 anos foram desenvolvidos novos métodos de tratamentos empíricos para este fim, como a estimulação realizada por meio de software de computador, onde podemos destacar a RevitalVision (RV), desenvolvida em 1999, aprovada pela U.S. Food and Drug Administration (FDA). Essa técnica não invasiva é adaptada para cada tratamento com cada paciente, visando melhoria da acuidade visual por alterações de processos primários do córtex visual. Além do RV, reconhece-se também outras formas de tratamentos que vêm sendo aplicadas (Almodin et al., 2013).

O presente estudo propõe uma revisão sistemática com o objetivo de identificar as modalidades de tratamentos dicópticos com estimulação binocular para o tratamento da ambliopia. Essa pesquisa é motivada pelo surgimento de resultados na literatura em relação a tratamentos que se beneficiam de novos softwares.

Neste contexto, o artigo descreve os principais métodos de terapia empregados para tratar a ambliopia em uma população específica e traz o apontamento da aplicação de protocolo terapêutico destacado e seus respectivos resultados descritos em seguida, a fim de, com isso identificar as formas possíveis de melhora da acuidade visual no paciente.

Metodologia

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática, formulada seguindo princípios da metodologia Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). A construção da análise principiou na determinação da pergunta investigativa “Qual é a eficácia dos tratamentos dicópticos no tratamento da ambliopia binocular?”

O critério de elegibilidade do estudo foi motivado pela estratégia PICOT (P: População (Population) = Pacientes com ambliopia binocular; I: Intervenção (Intervention) = Tratamentos dicópticos para ambliopia binocular; C: Comparação (Comparison) = Comparação com outros tratamentos para ambliopia binocular, como oclusão (tampão) ou placebo; O: Outcome (Outcome) = Melhoria da acuidade visual, esteropsia e sensibilidade ao contraste; T: Tipo de Estudo (Type of Study)= Ensaios clínicos e estudos observacionais).

A busca dos artigos foi realizada no dia 15 de novembro do ano de 2023 nas bases de dados on-line PUBMED, MEDLINE (Literatura Internacional em Ciências da Saúde), BVS (Biblioteca virtual de Saude), e LILACS.

Os descritores utilizados foram “Ambliopia OR Ambliopía OR Amblyopia; terapia OR terapia OR therapy; “Dichoptic Therapy” OR “tratamento dicóptico”). A estratégia de busca os relacionou utilizando os operadores booleanos AND. No presente levantamento, os artigos selecionados para esta revisão obedeceram aos critérios supramencionados e aos critérios de inclusão:

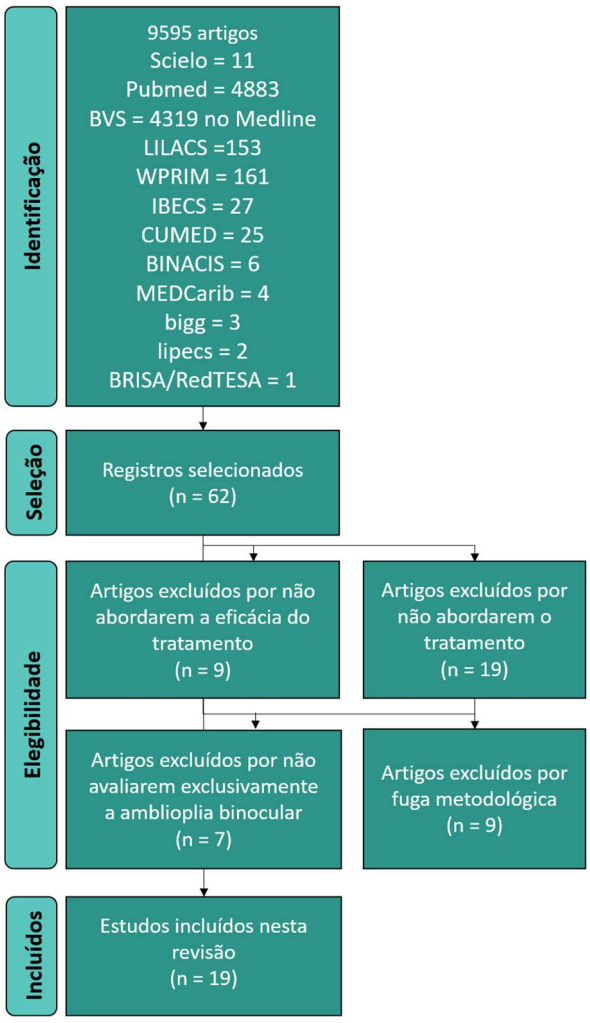
Artigos dos últimos 10 anos, que abordam tratamento binocular e estudos de tratamento somente em seres humanos. No entanto, serão excluídos trabalhos que abordem tratamento com levodopa ou com oclusão, duplicatas, artigos sem resumo, artigos que não apresentavam relação direta com o objeto de estudo, resumos de anais de conferências, assim como, os que disponibilizavam apenas resumos para leitura.

Foram identificados um total de 9595 artigos nas bases de dados mencionadas, distribuídos da seguinte forma: 11 na Scielo, 4883 no PubMed

e os restantes na BVS (Biblioteca Virtual de Saúde): 4319 no Medline, 153 no LILACS, 161 na WPRIM, 27 na IBECS, 25 na CUMED, 6 na BINACIS, 4 no MEDCarib, 3 na BIGG - Guias GRADE, 2 na LIPECS e 1 no BRISA/RedTESA.

Após a triagem inicial, foi constatado que 3601 artigos eram duplicados, resultando em um total de 5994 estudos únicos. Em seguida, foi realizada uma busca ativa para determinar a elegibilidade dos artigos, com base em seus títulos e resumo, pelo programa Rayyan.AI no site "https://www.rayyan.ai". Resultando em 62 artigos selecionados.

Figura 1
Diagrama PRISMA
Fonte: Autoral (2024)



Essas etapas foram conduzidas de forma independente por dois revisores, com eventuais discordâncias resolvidas por consenso, sem a necessidade de intervenção de um terceiro revisor.

Na fase de seleção dos artigos, foram excluídos 9 estudos por não abordarem a eficácia do tratamento, 7 por não avaliarem exclusivamente a ambliopia binocular, 19 por não abordarem o tratamento e 9 devido a fuga metodológica. Como resultado, 17 artigos foram considerados adequados para análise sistemática. Os artigos selecionados passaram por análise crítica, com a interpretação dos resultados, seguida da elaboração da síntese do conhecimento.

Resultados

Com base na análise sistemática nos artigos selecionados o tratamento dicóptico demonstrou melhorias significativas não só na acuidade visual, mas também na sensibilidade ao contraste e estereopsia em pacientes com essa condição.

Dentre os estudos, 5 especificaram sua avaliação por uso de videogames, 1 não apresentou mudança ao tratamento, 2 apresentaram melhora na AV ao tratamento dicóptico e 2 apresentaram melhora da sensibilidade ao contraste, no geral, o tratamento com videogames denotou-se melhorias na acuidade visual em crianças e adultos. Por exemplo, Gambacorta et al. (2018) demonstraram que, após 20 horas de tratamento, a acuidade visual melhorou em média 0,14 logMAR para o grupo dicóptico, representando 38% de melhoria.

Além disso, 1 artigo usou de óculos polarizados e rebalanceados por contraste em uma tela 3D passive e identificando melhora na acuidade visual em 81% das crianças estudadas.

Roy et al. (2022) comparou o tratamento dicóptico em relação à terapia de oclusão em crianças com ambliopia anisometrópica, assim também constatando melhorias significativas na acuidade visual, sensibilidade ao contraste e estereoacuidade no grupo tratado com o videogame dicóptico.

Além disso, estudos como o de Zhu et al. (2023) mostraram melhorias significativas na acuidade visual e estereopsia em crianças submetidas a

tratamento dicóptico, 1 não apresentou diferença na melhora da acuidade visual, e outro não mostrou diferença importante nos tratamentos, no entanto, o videogame expressou um resultado melhor quanto a sensibilidade ao contraste quando comparada com a oclusão. Picotti et al. (2023) também relataram uma melhora significativa na acuidade visual em uma amostra de 41 indivíduos com ambliopia anisometrópica tratados com uma plataforma proposta. Os demais estudos não especificaram em sua metodologia a aplicação da terapia dicóptica, apesar de que, em suma, a grande maioria (79%) demonstrou progressão positiva nos tratamentos.

Em conclusão, a análise dos resultados apurados indica uma resposta positiva e consistente da eficácia dos tratamentos dicópticos na conduta terapêutica da ambliopia.

Considerações Finais

Por fim, foi possível, a partir dos estudos selecionados, identificar quais as formas de tratamento dicóptico para ambliopia. Assim, conclui-se que tais tratamentos apresentaram, em sua grande maioria, resultados efetivos na melhora da acuidade visual, sensibilidade ao contraste e estereopsia.

Os estudos que utilizaram métodos de intervenção com filmes dicópticos, revelaram resultados otimistas e efetivos tanto em crianças quanto em adultos. Os tratamentos dicópticos mostraram eficácia e aceitação pelos pacientes, assim como nas terapias tradicionais.

Vale frisar, que a resposta ao tratamento pode variar conforme diversos fatores, incluindo a idade do paciente, o tipo de ambliopia e a duração do tratamento. Com essa variabilidade, é notório a necessidade de mais pesquisas nesta área, visando não apenas completar as lacunas de conhecimento dos novos tratamentos, quanto aprimorar as técnicas existentes para que se possa criar comparações válidas. Em suma, os achados desta revisão sistemática corroboram a crescente evidência da eficácia dos tratamentos dicópticos no manejo da ambliopia.

Agradecimentos

Agradecimento especial aos acadêmicos de medicina Gabriella Moreira Requião e Ruan Pablo Duarte Freitas que estiveram disponíveis para tirar dúvidas durante a construção do projeto.

Declaração de Conflito

Declaro que não há conflito de interesse envolvido nessa pesquisa.

Referências

Abdal, M. O., Bhombal, F., Nankani, G. J., Nankani, S. G., Lad, S., Dholam, A., Kumari, R., Mahajan, J., & Piñero, D. P. (2022). Evaluation of the Efficacy of a New Dichoptic Digital Platform to Treat the Anisometropic and Isometropic Amblyopia. 12(7). https://doi.org/10.3390/brainsci12070815

Almodin, J., Almodin, F., Almodin, E., Amigo, M. H. L., Furoni, M. B., & Cvintal, T. (2013). Sistema de treinamento para melhora visual: RevitalVision. Revista Brasileira de Oftalmologia, 72(6), 406–410. https://doi.org/10.1590/S0034-728020130006000 10

Astle, A. T., Webb, B. S., & McGraw, P. V. (2011). The pattern of learned visual improvements in adult amblyopia. Investigative Ophthalmology and Visual Science, 52(10), 7195–7204. https://doi.org/10.1167/iovs.11-7584

Birch, E. E., Jost, R. M., De La Cruz, A., Kelly, K. R., Beauchamp, C. L., Dao, L., Stager, D. J., & Leffler, J. N. (2019). Binocular amblyopia treatment with contrast-rebalanced movies. J AAPOS, 23(3), 160.e1-160.e5. https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2019.02.007

Cruz, O. A., Repka, M. X., Hercinovic, A., Cotter, S.A., Lambert, S. R., Hutchinson, A. K., Sprunger, D. T., Morse, C. L., & Wallace, D. K. (2023). Amblyopia Preferred Practice Pattern. Ophthalmology, 130(3), P136–P178. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2022.11.003

Falcone, M. M., Hunter, D. G., & Gaier, E. D. (2021). Emerging therapies for amblyopia. Seminars in Ophthalmology, 36(4), 282–288. https://doi.org/10.1080/08820538.2021.1893765

Gambacorta, C., Nahum, M., Vedamurthy, I., Bayliss, J., Jordan, J., Bavelier, D., & Levi, D. M. (2018). An action video game for the treatment of amblyopia in children: A feasibility study. Vision Res, 148, 1–14. https://doi.org/10.1016/j.visres.2018.04.005

Gao, T. Y., Guo, C. X., Babu, R. J., Black, J. M., Bobier, W. R., Chakraborty, A., Dai, S., Hess, R. F.,Jenkins, M., Jiang, Y., Kearns, L. S., Kowal, L., Lam, C. S. Y., Pang,

P. C. K., Parag, V., Pieri, R., Raveendren, R. N., South, J., Staffieri, S. E., … Thompson, B. (2018). Effectiveness of a Binocular Video Game vs Placebo Video Game for Improving Visual Functions in Older Children, Teenagers, and Adults With Amblyopia: A Randomized Clinical Trial. JAMA Ophthalmology, 136(2), 172–181. https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2017.6090

Jost, R. M., Hudgins, L. A., Dao, L. M., Stager, D. R., Luu, B., Beauchamp, C. L., Hunter, J. S., Giridhar, P., Wang, Y.-Z., & Birch, E. E. (2022). Randomized clinical trial of streaming dichoptic movies versus patching for treatment of amblyopia in children aged 3 to 7 years. Sci Rep, 12(1), 4157. https://doi.org/10.1038/s41598-022-08010-9

Jost, R. M., Kelly, K. R., & Birch, E. E. (2023). Risk of recurrence after cessation of dichoptic, binocular treatment of amblyopia. J AAPOS, 27(5), 298–300. https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2023.06.009

Levi, D. M. (2020). Rethinking amblyopia 2020. Vision Res, 176, 118–129. https://doi.org/10.1016/j.visres.2020.07.014

Liu, X.-Y., Zhang, Y.-W., Gao, F., Chen, F., & Zhang, J.-Y. (2021). Dichoptic Perceptual Training in Children With Amblyopia With or Without Patching History. Invest Ophthalmol Vis Sci, 62(6), 4. https://doi.org/10.1167/iovs.62.6.4

Manny, R. E., Holmes, J. M., Kraker, R. T., Li, Z., Waters, A. L., Kelly, K. R., Kong, L., Crouch, E. R., Lorenzana, I. J., Alkharashi, M. S., Galvin, J. A., Rice, M. L., Melia, B. M., & Cotter, S. A. (2022). A Randomized Trial of Binocular Dig Rush Game Treatment for Amblyopia in Children Aged 4 to 6 Years. Optom Vis Sci, 99(3), 213–227. https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001867

Meqdad, Y., El-Basty, M., Awadein, A., Gouda, J., & Hassanein, D. (2023). Randomized Controlled Trial of Patching versus Dichoptic Stimulation Using Virtual Reality for Amblyopia Therapy. Curr Eye Res, 1–10. https://doi.org/10.1080/02713683.2023.2275531

Mezad-Koursh, D., Rosenblatt, A., Newman, H., & Stolovitch, C. (2018). Home use of binocular dichoptic video content device for treatment of amblyopia: a pilot study. J AAPOS, 22(2),134-138.e4. https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2017.12.012

Murali, K., Ramesh, A., Murthy, S. R., & Goyal, A. (2022). Binocular therapy as primary intervention in adults with anisometropic amblyopia. Taiwan J Ophthalmol, 12(3), 317–324. https://doi.org/10.4103/tjo.tjo_37_21

Pang, P. C. K., Lam, C. S. Y., Hess, R. F., & Thompson, B. (2021). Effect of dichoptic video game treatment on mild amblyopia - a pilot study. Acta Ophthalmol, 99(3), e423–e432. https://doi.org/10.1111/aos.14595

Picotti, C., Fernández Irigaray, L., Del Rivero, A., Fariñalas, M., & Piñero, D. P. (2023). Treatment of Anisometropic Amblyopia with a Dichoptic Digital Platform in Argentinian Children and Adults. Semin Ophthalmol, 1–7. https://doi.org/10.1080/08820538.2023.2243323

Von Noorden, G. K. (1990). Binocular vision and ocular motility : theory and management of strabismus (4th ed). Mosby.

Zagui, R. M. B. (2019). Amblyopia: literature review, definition, advances and treatment. EOftalmo, 5(3). https://doi.org/10.17545/eoftalmo/2019.0020

Apêndices:

Tabela 1
Estudos Incluídos
Fonte: As autoras (2024)

Título	Autor/ano/ país/periódico	Desenho	Amostra	Tipo de tratamento/Técnica	Tempo de tratamento	Eficácia (n)/(%)
Treatment of Anisometropic Amblyopia with a Dichoptic Digital Platform in Argentinian Children and Adults	PICOTTI, C. et al, 2023, Argentina, Seminars in Ophthalmology, v. 39, n. 1, p. 89-95	estudo prospectivo não comparativo	41 indivíduos com ambliopia anisometrópica	todos os pacientes foram tratados com a plataforma Bynocs	30 minutos diários, 5 vezes por semana por 6 semanas	melhora média de 0,3 logMAR
Randomized Controlled Trial of Patching versus Dichoptic Stimulation Using Virtual Reality for Amblyopia Therapy	MEQDAD, M. et al., 2023, Egypt, Current Eye Research, 1-10	estudo randomizado	86 indivíduos com ambliopia anisometrópica unilateral mista	grupo VR recebeu tratamentos usando o software Vivid Vision	Sessões semanais, 2 horas cada por 10 semanas	melhoria significativa em adultos amblíopes graves
Effect of dichoptic video game treatment on mild amblyopia - a pilot study	PANG, P. C. K. et al, 2020, England, Acta Ophthalmologica	estudo randomizado	23 participantes (7 a 10 anos)	video game dicóptico	6 semanas	melhorou 0,21 ± 0,06 logMAR
Dichoptic Perceptual Training in Children With Amblyopia With or Without Patching History	LIU, X-Y. et al, 2021, China, Investigative Ophthalmology & Visual Science	Estudo observacional	Vinte e sete observadores ambliopes entre 6 e 16,5 anos	adesivo vs filmes dicópticos	Mais de 1,5 anos	melhoria de 0,43 ± 0,18 logMAR
A Randomized Trial of Binocular Dig Rush Game Treatment for Amblyopia in Children Aged 4 to 6 Years	MANNY, R. et al, 2022, USA, Optometry and Vision Science, Publish Ahead of Print	ensaio clínico multicêntrico randomizado	182 crianças com ambliopia anisometrópica e estrabismo	jogo no iPad, com software contínuo	1 hora/dia, 5 dias/semana por 8 semanas	melhora na AV após 4 semanas
Randomized clinical trial of streaming dichoptic movies versus	JOST, R. M. et al., 2022, USA, Scientific Reports.	ensaio clínico randomizado	65 crianças ambliopes	tratamento binocular (3 filmes/semana) ou patch	14 horas por semana, 3	melhora da BCVA em 2 semanas

Título	Autor/ano/ país/periódico	Desenho	Amostra	Tipo de tratamento/Técnica	Tempo de tratamento	Eficácia (n)/(%)
patching for treatment of amblyopia in children aged 3 to 7 years.					filmes por semana	
Evaluation of the Efficacy of a New Dichoptic Digital Platform to Treat the Anisometropic and Isometropic Amblyopia	ABOAL, M. O. et al., 2022, Switzerland, Brain Sciences.	estudo retrospectivo	161 crianças (4-13 anos)	plataforma Bynocs	30 minutos diários durante 6 semanas	função binocular em crianças com ambliopia
Binocular therapy as primary intervention in adults with anisometropic amblyopia.	MURALI, K., et al., 2021, India, Taiwan Journal of Ophthalmology.	estudo prospectivo	29 indivíduos com ambliopia anisometrópica	jogos binoculares através do software VisuoPrime	30 minutos diários por 6 semanas	AV melhorou em 0,2 logMAR,
A Prospective Trial to Assess the Efficacy of Eye-Tracking-Based Binocular Treatment versus Patching for Children's Amblyopia: A Pilot Study.	Zhu et al., 2023 ; China ; Semin Opthalmol	estudo piloto	34 participantes entre 4 e 9 anos	tratamento dicóptico binocular com observação de 90 minutos por dia, 5 dias por semana	12 semanas	DVA média dos olhos melhorou 1,8 linhas em 12 semanas.
Randomized clinical trial of streaming dichoptic movies versus patching for treatment of amblyopia in children aged 3 to 7 years.	Jost et al., 2022 ; USA ; Sci Rep	ensaio clínico randomizado (delineamento em grupo paralelo)	65 (3 a 7 anos) ambliopia por estrabismo, anisometropia ou ambos (mecanismo combinado)	filmes dicópticos vs patches	6 semanas	AC melhorou em 0,7 ± 0,02 logMAR após 2 semanas
Binocular therapy as primary intervention in adults with anisometropic amblyopia.	Murali et al., 2022, India, Taiwan J Opthalmol	estudo intervencionista prospectivo em adultos	29 (18 a 40 anos)	jogaram jogos binoculares através do software VisuoPrime	30 min/dia por 6 semanas	AV melhorou 0,45 ± 0,29 logMAR

Título	Autor/ano/ país/periódico	Desenho	Amostra	Tipo de tratamento/Técnica	Tempo de tratamento	Eficácia (n)/(%)
Digital therapeutic improves visual acuity and encourages high adherence in amblyopic children in open-label pilot study.	Xiao et al., 2021, USA, JAAPOS	estudo piloto multicêntrico	90 participantes (idade média, 6,7 ± 2,0 anos)	uso de aplicativo no smartphone com estímulos dicópticos	12 semanas de uso domiciliar	melhoria de 1,5 linhas logMAR
A Prospective Trial to Assess the Efficacy of Eye-Tracking-Based Binocular Treatment versus Patching for Children's Amblyopia: A Pilot Study.	ZHU, W. et al, 2023, China, Seminars in Ophthalmology.	estudo piloto prospectivo e coerente	34 participantes entre 4 e 9 anos de idade	tratamento dicóptico binocular para assistir	12 semanas	Não foram observados diferenças na AV
Effectiveness of a Binocular Video Game vs Placebo Video Game for Improving Visual Functions in Older Children, Teenagers, and Adults With Amblyopia: A Randomized Clinical Trial.	Gao et al;2018; Hong Kong : Jama Ophtalmology	ensaio clinico randomizado multicentrico duplo mascarado	115 (7 a 55 anos)	Videogame binocular x videogame placebo	6 semanas	não melhorou a função visual e não produziu diferenças estatisticamente significativas
Binocular amblyopia treatment with contrast-rebalanced movies	Birch EE: 2019; USA; J AAPOS	coorte	27 (4 a 10 anos)	Óculos polarizados assistir 6 filmes dicópticos rebalanceados por contraste em uma tela 3D passiva	2 semanas	81% melhora de 1 a 2 linhas (0,1 a 0,2 logMAR) 14% tiveram melhora de 3 a 4 linhas 1 criança não apresentou melhora.
Home use of binocular dichoptic video content device for treatment of amblyopia: a pilot study.	Mezad-Koursh et al., 2018, Israel, J AAPOS	estudo piloto prospectivo	27 (4 a 8 anos)	Sistema doméstico BinoVision	12 semanas	melhorou para 0,39+/- 0,186 logMar (2,5 linhas)

Título	Autor/ano/ país/periódico	Desenho	Amostra	Tipo de tratamento/Técnica	Tempo de tratamento	Eficácia (n)/(%)
An action video game for the treatment of amblyopia in chilldren: A feasibility study.	Cambacorta C; 2018; USA;Vision Res	Estudo de viabiliadade	21 (7 a 17 anos)	Videogame de ação	20h de tratamento	AV melhorou 0,14 logMAR (- 38%) dicoptico e 0,06 kgMAR (= 158) monocular. estereoacuidade 0,07 log (- 17%) após o treinamento dicóptico e em 0,06 log (- 15K) após o treinamento monocular. Em ambos melhora na estereoacuidade , enquanto apenas 1 dos 9 individuos estrábicos melhorou.
Risk of recurrence after cessation of dichoptic, binocular treatment of amblyopia.	Jost et al., 2023; USA; J AAPOS;	Coorte prospectivo	100	Jogos e vídeos dicopticos reequilibrados	4 a 8 semanas	Melhora de 20.2 log/MAR ou obtido 50.2 logMAR no olho amblíope; risco de recorrência 24%
Comparison of Dichoptic Therapy Versus Occlusion Therapy in Children With Anisometropic Amblyopia: A Prospective Randomized Study.	Roy et al., 2022;J Pediatr Ophthalmol Strabismus	Estudo prospectivo randomizado intervencionista	55 (5 a 15 anos)	Videogame dicóptico em smartphone x oclusão	2h/dia videogame dicoptico 6h/dia oclusão	Não houve diferença significativa na visão para longe e perto entre os dois grupos na visita de seguimento inicial e final. A sensibilidade ao contraste foi significativamente melhor no grupo videogame em comparação ao grupo patching A estereoacuidade próxima melhorou significativamente apenas no grupo de videogame enquanto a estereoacuidade à distância não melhorou em ambos os grupos.

Relação da Dislexia e Processamento visual em crianças: Revisão Narrativa

Angélica Tambosi
Camilla Freitas
Cíntia Bezerra
Jamile Dórea

Relação da Dislexia e Processamento visual em crianças: Revisão Narrativa

Angélica Tambosi[1], Camilla Freitas[2], Cíntia Bezerra[3], Jamile Dórea[4]

[1]Terapeuta Ocupacional, Pós-graduanda em Neurociências da Visão, Joinville, Santa Catarina, Brasil. Email: angelica_tambosi@hotmail.com

[2]Terapeuta Ocupacional, Pós-graduanda em Neurociências da Visão. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. Email: camilladias.to@gmail.com

[3]Terapeuta Ocupacional. Pós-graduada em Neurociências e Reabilitação, Pós-graduada em Reabilitação visual com ênfase nos Distúrbios Oculomotores, Pós-graduanda em Neurociências da Visão. Mangabeira, Eusébio, Ceará. Email: ircintia@gmail.com

[4]Terapeuta Ocupacional. Pós-graduada em Psicomotricidade Clínica, Pós-Graduada em Transtorno do Espectro Autista, Certificação Internacional em Integração Sensorial de Ayres pela CLASI e USC. Pós-Graduanda em Neurociências da Visão, Salvador, Bahia. Email: jamiledorea.to@gmail.com

Resumo:

A dislexia é um transtorno de aprendizagem onde o indivíduo tem sua capacidade de escrever, soletrar e ler com fluência reduzida. Crianças com dislexia podem ter comprometimento e dificuldade na decodificação e na compreensão das palavras escritas. O processamento visual tem um papel fundamental na habilidade de leitura e escrita. O sistema nervoso central é responsável por processar as informações visuais sejam letras ou palavras de forma efetiva. As habilidades visuais são importantes quando as crianças estão no momento de reconhecimento das letras e números, e quando desenvolvem também a capacidade inicial de leitura e matemática. Assim, O presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão narrativa, a fim de investigar a relação entre a dislexia e processamento visual em crianças escolares. São poucos os artigos identificados com essa temática, o que foi um fato motivador à análise dos aspectos teóricos encontrados. Ao final do estudo foram identificadas as correlações entre a dislexia e o processamento visual onde estão diretamente ligados quando se fala em aprendizagem e desempenho escolar. As crianças com essas demandas apresentam dificuldade na habilidade de leitura devido à dificuldade para manter a imagem da palavra no seu campo visual.

Palavras-Chave: Dislexia, Processamento Visual, Desempenho Escolar.

Introdução

O que é Dislexia

A dislexia é um distúrbio que tem um impacto significativo no aprendizado da leitura e escrita. Reconhecida pela International Dyslexia Association (IDA) como uma condição de origem neurobiológica, sendo que a sua pesquisa remonta ao final do século XIX, quando autores como Hinshelwood e Pringle Morgan descreveram casos clínicos de jovens que, apesar de sua inteligência, enfrentavam uma dificuldade com a escrita e linguagem, ambos os autores descreveram esses casos como uma forma de "cegueira verbal". Desde então, a dislexia recebeu diversas denominações e suas manifestações foram interpretadas de várias maneiras ao longo do tempo.

Por volta de 1968 surgiu o termo dislexia do desenvolvimento, sendo descrito pela Federação Mundial da Neurologia como "um transtorno que se apresenta por dificuldades na aprendizagem da leitura, apesar de inteligência normal e oportunidades socioculturais adequadas". No ano de 1994 ocorreu a inclusão da dislexia no Manual de Diagnóstico e Estatística de Doenças Mentais (DSM-IV), que marcou um ponto de virada, reconhecendo-a oficialmente como uma perturbação de aprendizagem.

Em 2003, a definição adotada pela Associação Internacional de Dislexia reforçou a visão da dislexia como uma incapacidade específica de aprendizagem, de origem neurobiológica, sendo descrita como: incapacidade específica de aprendizagem, de origem neurobiológica, caracterizada por dificuldades na correção ou fluência na leitura de palavras e por baixa competência da leitura e escrita, resultando num déficit fonológico, inesperado em relação às outras capacidades cognitivas e as condições educativas. Secundariamente podem ocorrer dificuldades da compreensão da leitura, podendo dificultar o desenvolvimento do vocabulário e dos conhecimentos gerais.

Diante disso, há um aumento no número de estudos exploratórios e intervenções com o objetivo de minimizar os efeitos adversos nos processos auditivo, visual e fonológico causados pela Dislexia.

Processamento visual

Segundo Ferronato (2023), o processamento visual relaciona-se com a capacidade do cérebro de captar, interpretar e organizar as informações visuais vindas dos olhos e as presentes no ambiente. O processamento envolve diversas questões e é fundamental para a percepção visual e compreensão do mundo.

Ferronato (2023) ainda ressalta que diversos estudos têm identificado que existem relações muito próximas entre as habilidades do processamento visual com o desempenho escolar. Fiore (2019), explica que entre as diversas dificuldades acadêmicas encontradas por pais e professores, estão: leitura, escrita, compreensão da palavra falada e raciocínio lógico. Mais especificamente, abordaremos a dislexia, visto que é uma das causas mais frequentes de baixo rendimento escolar.

É notório que há um aumento no número de estudos recentes que apontam a relação entre a dislexia e déficits no funcionamento visual, embora esses não sejam sintomas primários. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo compreender a relação entre o processamento visual e crianças com dislexia.

Metodologia

É sabido que em V2 encontram-se neurônios seletivos para alguns aspectos da informação Trata-se de um estudo realizado por meio do levantamento bibliográfico, configurado como revisão bibliográfica, do tipo narrativa, com abordagem qualitativa.

A revisão narrativa inclui estudos experimentais e não-experimentais, com coleta de dados da literatura empírica e teórica, definindo seus conceitos, revisando teorias e evidências, e analisando problemas metodológicos, para compreensão de conceitos complexos, teorias e/ou problemas de saúde. (Souza; Silva e Carvalho, 2010).

Definiu-se como critérios de inclusão: estudos publicados em periódicos; artigos que abordaram aos objetivos da pesquisa; estudos em idioma em português, inglês e espanhol em que tivemos acesso na íntegra, livros, dentre outros. Como critérios de exclusão: foram excluídos estudos que não contemplaram o tema proposto ou fugiram do contexto final da pesquisa; resenhas e relatos de experiência.

A busca foi realizada nos meses de outubro de 2023 a fevereiro de 2024. Os artigos presentes no estudo foram coletados por meio das publicações nas bases de dados da Scientific Electronic Library Online (SciELO); Biblioteca Virtual em Saúde (BVS); PubMed. Utilizou-se

os seguintes descritores: processamento visual, desenvolvimento escolar, dislexia,

À primeira vista, foram lidos os títulos e resumos para seleção dos artigos que se adequassem à temática. Subsequentemente, os estudos selecionados foram lidos na íntegra, restando um total de 8 artigos para a construção final do estudo.

Resultados e Discussões

Fiore (2019) nos traz a reflexão de que ao falarmos sobre a saúde dos olhos, já relacionamos com a acuidade visual e a importância dela na rotina diária do indivíduo. A autora acrescenta que para utilizar de maneira absoluta a visão, é necessário que toda a via visual esteja eficiente (os dois olhos, os nervos ópticos, as vias ópticas cerebrais e o córtex visual occipital) e que durante a infância, essas vias passam por maturações.

Segundo Fiore (2019) "Nesse período, a visão se aperfeiçoa com a qualidade da informação visual recebida, pois o cérebro interage com a retina favorecendo a interpretação das informações recebidas do meio externo."

Por conseguinte, Fiore (2019), menciona que quando a criança entra na escola ela desenvolve ainda mais suas capacidades visuais e que o ideal é realizar uma avaliação visual, a fim de detectar alguma anormalidade que pode interferir na sua aprendizagem escolar, visto que a visão está diretamente relacionada com funções cognitivas e motoras.

> Em nosso país, os dados epidemiológicos mostram que os problemas de refração são expressivos e, na sua grande maioria, são capazes de serem corrigidos por meio do uso de óculos, principalmente durante a infância, pois a capacidade visual se desenvolve nos primeiros anos de vida (Almeida, 2022, p. 38).

Ressalta ainda Fiore (2019) que a visão vai ainda mais longe do que apenas globo ocular, patologias e erros refrativos. Ela cita que a condição para uma visão saudável depende de dois pontos: 1- a condição anatômica, fisiológica e relação entre as estruturas ópticas e 2- a condição neurossensorial (processamento dos estímulos).

Ou seja, podemos entender que essas alterações acarretam dificuldades diretas no desempenho escolar e assim levam ao baixo rendimento do estudante.

Nesse sentido, Guimarães et al (2022) destacam que os professores também são responsáveis por detectar as dificuldades a nível ocular de seus alunos, bem como as dificuldades funcionais da visão dos mesmos, como: dificuldade de leitura, distúrbios do processamento visual etc.

Ferronato (2023) defende que não são recentes as impressões de que o processamento visual faz interferência na aprendizagem da leitura.

> A dislexia do desenvolvimento é um Transtorno Específico da Aprendizagem da língua escrita, de origem neurobiológica e com forte tendência genética. É caracterizada por falhas na precisão e/ou fluência, no reconhecimento de palavras escritas que podem ou não comprometer, em grau variado, a compreensão da leitura, além da escrita ortográfica que também se encontra prejudicada. Resulta de um déficit no componente fonológico da linguagem, permanecendo até a vida adulta. (Mantovani et al., 2021, p.02).

Fiore (2019) nos traz, também, a informação de que crianças que têm dislexia, possuem dificuldades no processamento de estímulos em movimentação rápida, sendo que uma habilidade como essa é essencial para uma boa e eficiente leitura.

Ferronato (2023) também concorda que déficits na percepção das imagens e movimentos, processamento visuoespacial e alocação, aparecem na leitura de pessoas com dislexia.

Além do déficit de processamento fonológico associado à dislexia, pesquisas recentes, como as discutidas por Valdois, Bosse & Tainturier (2004), destacam a importância de considerar os distúrbios de atenção visual como um componente central nessa condição. Ao ampliar nossa compreensão da dislexia, que historicamente se concentrou principalmente nos aspectos fonológicos, a investigação dos déficits visuoatencionais oferece uma nova perspectiva sobre as complexas interações cognitivas envolvidas nesse transtorno.

Estudos de caso apresentados no referido artigo revelam uma dissociação entre as habilidades fonológicas e visuoatencionais em adolescentes com dislexia, evidenciando a diversidade e singularidade dos perfis disléxicos. Essas pesquisas demonstram que crianças com dislexia podem enfrentar dificuldades no processamento visual, como problemas de orientação espacial da atenção visual e distribuição assimétrica de recursos atencionais no campo visual (Valdois, Bosse, & Tainturier, 2004, p. 13). Esses déficits podem impactar a capacidade de processar rapidamente informações visuais, o que, por sua vez, pode afetar a aquisição da leitura.

De acordo com Peterson (2012), estima-se que a dislexia afeta entre 3 e 10% das crianças em idade escolar, por conseguinte, Friedman e Miyake (2017) mencionam haver maior prevalência no gênero masculino.

Conforme Boros et al (2016) e Cao et al (2017), como citados em Mantovani et al. (2021, p. 2), o uso de ressonância magnética funcional possibilita observar que áreas de processamento fonológico estão hipoativadas, bem como a região de processamento visual, que se torna responsável, através de plasticidade cerebral, pelo reconhecimento das letras.

Destarte, entende-se que o acesso e interpretações de imagens de RM funcional, no concerne a detecção de áreas de processamento visual afetadas podem contribuir de maneira efetiva no processo de reabilitação de pacientes com alterações no processamento visual, possibilitando oferecer o tratamento mais adequado de acordo com a área cerebral afetada, o que permite fontes mais consistentes que favorecem traçar o plano de atendimento adequado, bem como, uso de estímulos mais eficiente para essa demanda.

Em conformidade com Ellis (1995, como citado em Mantovani et al., 2021, p. 2) em seu estudo, afirma o que, a dislexia do desenvolvimento se manifesta em três subtipos: o fonológico, decorrente de uma disfunção na região do giro temporal superior e regiões temporo-parietais que acarretam alterações de processamento auditivo, o que acarretará o comprometimento da percepção de unidades menores da fala; o subtipo visual, que é decorrente de disfunções nas regiões parieto-occipitais, com consequentes alterações de processamento visual, apresentando como manifestações, a leitura de palavras de forma invertida, dificuldades para identificar as letras que são imagens especulares uma da outra, tais como: /p-q/, /p-b/, /m-w/, tanto em situações de leitura como de escrita; e o subtipo dislexia mista que trata da dificuldade na aquisição de ambos os procedimentos por problemas fonológicos, perceptivo-visuais e neurobiológicos.

De acordo com os subtipos mencionados, identificamos que a dislexia do desenvolvimento decorre de áreas de processamento distintas, porém, comprometem de maneira importante, a forma de comunicação, fala, acesso a código de leitura e escrita, o que prejudica o processo de aprendizado da criança em fase escolar.

Neste contexto, vê-se três áreas de processamento correspondentes que estão diretamente interligadas no que se refere sobre a dislexia.

Considerações Finais

Nosso cérebro processa rapidamente informações visuais, como letras e palavras, enquanto lemos. No entanto, esse processamento visual pode ser comprometido

em crianças com dislexia, o que pode dificultar a identificação e a compreensão de palavras escritas.

A capacidade de processamento visual é crucial na apresentação da dislexia em crianças, pois dificuldades com o processamento visual são frequentemente importantes para os desafios da leitura e escrita. Os métodos de intervenção podem ser eficazes e ajudar crianças com dislexia a melhorar suas habilidades de processamento visual. Os profissionais de educação e saúde podem ajudar crianças com dislexia a atingir todo o seu potencial acadêmico com técnicas que lidam com dificuldades visuais.

No presente estudo, concluímos que a dislexia é um tema complexo e que exige maior compreensão em todos os seus aspectos. O assunto requer estudos mais precisos, no concerne à correlação feita sobre alterações no processamento visual e suas implicações no diagnóstico da dislexia.

Em grande parte dos estudos relacionados à dislexia, observamos aspectos acerca de conceitos, de avaliações diversas na tentativa da detecção do diagnóstico preciso, tentativas de investigação sobre o assunto, a fim de poder direcionar a intervenção adequada.

Em número reduzido, identificamos a correlação das áreas fonológicas e visuais afetadas e os prejuízos acarretados no processo de aprendizagem da criança em fase escolar.

Neste contexto, foi evidenciado na pesquisa, escassez de estudos que façam menção mais precisa sobre a temática: dislexia e processamento visual.

Mediante o exposto, destacamos como limitação do estudo, a escassez de referências bibliográficas no que se refere à temática sobre processamento visual e a correlação com a dislexia do desenvolvimento.

Agradecimentos

Agradecimento aos orientadores, Professor Dr. Marcelo F. Costa e Professor Dr. Leonardo Henriques, pelos conhecimentos compartilhados e pela orientação na elaboração deste trabalho científico.

Declaração de Conflito

As autoras declaram não haver conflitos de interesse tanto pessoais como profissionais.

Referências

Almeida, A**.** (2022). Promoção da saúde ocular em crianças e adolescentes: Relato de experiência de estudantes de medicina. *Revista Atenas Higeia, 4*(1). Recuperado de https://revistas.atenas.edu.br/higeia/article/view/122

Aparna Raghuram, O. D., PhD, Sowjanya Gowrisankaran, PhD, & Emily Swanson, B.S. (2018). Frequency of visual deficits in children with developmental dyslexia. *JAMA Ophthalmology*, 136(10), 1089-1095. https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2018.3579

Crenitte, P. A. P**.** (2016). Processamento visual na leitura em escolares com dislexia. In *Anais do Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia*. Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia. São Paulo.

Capellini, S. A., Ferreira, T. D. L., Salgado, C. A., & Ciasca, S. M. (2007). Desempenho de escolares bons leitores, com dislexia e com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade em nomeação automática rápida. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 12, 114-119. https://doi.org/10.1590/S1516-80342007000200006

International Dyslexia Association. (n.d.). *Definition of dyslexia*. https://dyslexiaida.org/definition-of-dyslexia/

Eden, G., Stein, J. F., & Wood, H. (1994). Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. *Vision Research*, 34(10), 1345-1358. https://doi.org/10.1016/0042-6989(94)90106-0

Ferronato, A. C. (2023). Elaboração e busca de evidências de validade de conteúdo da bateria de Avaliação do Processamento Visual para pré-escolares - Pró-visual (Dissertação de Mestrado). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

Fiore, A. S. (2019). A relação do processamento visual e processamento temporal em crianças com dificuldade de leitura e escrita. *Sapientia PUCSP*. https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/22014

Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186–204. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023

Guimarães, R. Q., Vilhena, D. de A., Soares, F. C., Canestri, J. A., Guimarães, J. R., & Guimarães, M. R. (2023). Programa Bom Começo para a saúde da criança: Identificação populacional de perda da acuidade visual. *Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade*, 18(45), 3549–3549. https://doi.org/10.5712/rbmfc18(45)3549

Mantovani, S., Magro, R. R., Ribeiro, R. de C. H. M., Marini, A. M., & Martins, M. R. I. (2021). Ocorrência dos processos cognitivos de leitura e escrita e habilidades perceptuais em escolares com dislexia visual. *CoDAS*, 33(6). https://doi.org/10.1590/2317-1782/20202020209

Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2012). Developmental dyslexia. *The Lancet*, 379(9830), 1997–2007. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)60198-6

Salgado, C. A. S., Pinheiro, A., Sassi, A. de G., Tabaquim, M. de L. M., Ciasca, S. M., & Capellini, S. A. (2006). Avaliação fonoaudiológica e neuropsicológica na dislexia do desenvolvimento do tipo mista: Relato de caso. *Revista Salusvita*, 91–103.

Souza, M. T. de, Silva, M. D. da, & Carvalho, R. de. (2010). Integrative review: What is it? How to do it? *Einstein (São Paulo)*, 8(1), 102–106. https://doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134

Teles, P. (2004). Dislexia: Como identificar? Como intervir? *Revista Portuguesa de Medicina Geral e Familiar*, 20(6), 713–730. https://doi.org/10.32385/rpmgf.v20i6.10097

Valdois, S., Bosse, M. L., & Tainturier, M. J. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia: Review of evidence for a selective visual attentional disorder. *Dyslexia, 10*(4), 339–363. https://doi.org/10.1002/dys.284

Zeffiro, T. J., & Eden, G. (2000). The neural basis of developmental dyslexia: The phonological processing systems. *Annals of Dyslexia*, 50(1), 8–14. https://doi.org/10.1007/s11881-000-0002-3

Impactos do Uso de Máscaras no Reconhecimento Facial e de Expressões Durante a Pandemia por COVID-19: Revisão Sistemática

Luana da Silva Leal

Impactos do Uso de Máscaras no Reconhecimento Facial e de Expressões Durante a Pandemia por COVID-19: Revisão Sistemática

Luana da Silva Leal[1]

[1]Fisioterapeuta, Campina Grande, Paraíba, Brasil. Email: luanaleal.fisioterapeuta@gmail.com

Resumo:

O rosto é responsável por transmitir pistas importantes sobre o comportamento social dos individuos (e.g. sexo, idade e estado emocional), o uso recorrente da máscara e a ausência visual do terço inferior do rosto pode interferir no reconhecimento das emoções; e até mesmo interferir na aprendizagem e na percepção de faces por bebês, diminuindo a quantidade de informação social percebida. A busca eletrônica para este estudo foi realizada entre Outubro/2023 e Fevereiro/2024, nos idiomas português, espanhol e inglês, com recorte temporal de 2020 a 2024, e após aplicação dos termos de pesquisa foram encontradas 112 referências (PUBMED= 27; *Web Of Science*= 61; BVS= 24), e retiradas 28 duplicatas. Após a leitura na íntegra, restaram 16 artigos elegíveis. Observou-se que as máscaras faciais, causam prejuízos na decodificação visual e espacial da estrutura da face, diminuem a precisão e a intensidade para o reconhecimento das expressões faciais emocionais, e da interação social. É válido pontuar que o terço inferior da face é relevante para o processamento holístico, pois oferece uma maior quantidade de pistas diagnósticas para compreensão facial e de suas emoções.

Palavras-Chave: Reconhecimento Facial, Máscaras Faciais, COVID-19, Pandemia.

Introdução

Em meados de dezembro de 2019, os primeiros casos de infecção por um novo vírus, o SARS-CoV-2 (COVID-19), foram anunciados na cidade de Wuhan, na China (Velavan & Meyer, 2020). No Brasil, a primeira notificação aconteceu em 26 de fevereiro de 2020, na cidade de São Paulo (Almeida et al., 2020), a partir de então, o vírus se espalhou rapidamente por muitos outros países tornando-se uma emergência de saúde pública (Sarker, Roknuzzaman, Hossain, Bhuiyan & Islam, 2023), e de importância internacional de acordo com o boletim da Organização Mundial da Saúde (PAHO/WHO, 2023).

A pandemia em curso ocasionou sofrimento social e mudanças de comportamento (Ferrari et al., 2021). Diante disso, algumas medidas de controle foram implementadas, como o isolamento social, a restrição de acesso a ambientes de alto fluxo, a higienização das mãos, e o uso frequente de máscaras faciais (Schneider, et al., 2022). A utilização de máscaras foi recomendada por órgãos de vigilância sanitária locais e internacionais, que instituíram leis que exigiam o uso da proteção e em locais de acesso público, tornando-a um item indispensável no dia a dia das pessoas (Howard et al., 2021; Freud, Giammarino & Camilleri, 2022).

Os benefícios do uso das máscaras faciais como medida de controle para mitigar a transmissão do COVID-19 são indiscutíveis (Howard et al., 2021). No entanto, o rosto é responsável por transmitir pistas importantes sobre o comportamento social dos individuos (e.g sexo, idade e estado emocional) (Gülbetekin, Fidancı, Altun, Er & Gürcan, 2023), o uso recorrente da máscara e a ausência visual do terço inferior do rosto pode interferir no reconhecimento das

emoções, tornar difícil a leitura labial para pessoas com deficiência auditiva (Rinck, Primbs, Verpaalen & Bijlstra 2022); e até mesmo interferir na aprendizagem de faces por bebês e na percepção de faces por tamém por bebês (DeBolt & Oakes, 2022); diminuindo assim, a quantidade de informação social percebida.

Em linhas gerais, o "reconhecimento facial" ocorre a partir de análise das características faciais individuais (e.g olhos, nariz, boca), posteriormente, acontece a integração dessas partes, permitindo a representação unificada do que conhecemos uma face organizada; após isso a face é classificada como familiar ou não familiar (Ferrari et al., 2021). As configurações para o reconhecimento das expressões das "emoções básicas" (felicidade, tristeza, raiva, medo, nojo e surpresa) - importante para inferir o estado emocional e as intenções da pessoa - estarão dispostas na **Tabela 1** (Blazhenkova, Dogerlioglu-Demi & Booth, 2022; Rinck et al., 2022, Ekman & Friesen, 1971).

Tabela 1
Descrição dos músculos envolvidos nas ações emocionais de acordo consideradas universais por Darwin.
Fonte: Adaptado do estudo de Darwin (1993).

Emoções	Músculos	Ações
Felicidade	Mm. Orbicular do olho e Mm. Zigomático.	Olhos brilham > Lábio superior levantado > Dobra superior labial e do nariz formada.
Surpresa	Mm. Frontal e Mm. Levantador da pálpebra superior.	Olhos abertos > Boca aberta > Sobrancelhas levantadas > Saliência labial.
Medo	Mm. Frontal; Mm. Corrugador do supercílio; Mm. Levantador da pálpebra superior.	Olhos abertos > Boca aberta > Retração dos lábios > Sobrancelhas elevadas.
Raiva	Mm. Corrugador do supercílio; Mm. Levantador do supercílio e Mm. Orbicular do olho.	Olhos abertos > Boca comprimida > Narinas levantadas.
Tristeza	Mm. Frontal, mm. Corrugador do supercílio, mm. Depressor do ângulo da boca	Canto da boca deprimido > Canto interno das sobrancelhas levantado.
Nojo	Mm. Levantador do lábio superior; Mm. Levantador do lábio superior e da asa do nariz.	Boca aberta > Lábio inferior para baixo > Lábio superior levantado.

Diante do exposto, este estudo busca investigar os impactos do uso de máscaras faciais no reconhecimento facial e no reconhecimento das expressões faciais, e identificar quais as expressões emocionais são mais prejudicadas nesse contexto.

Metodologia

Esta revisão sistemática foi realizada com base nos seguintes termos de pesquisa: (Reconhecimento Facial OR Reconocimiento Facial OR Facial Recognition) AND (Expressão Facial OR Expresión Facial OR Facial Expression) AND (Máscaras Faciais OR Máscaras Faciales OR Facial Masks) AND (Covid-19) AND (Pandemias OR Pandemics).

Buscou-se estudos em formato de artigos que incluíssem esses termos no título, no resumo ou nas palavras-chave. A busca foi realizada nas seguintes bases de dados: Pubmed, *Web of Science* e Biblioteca Virtual de Saúde, nos idiomas português, espanhol e inglês, com recorte temporal de 2020 a 2024.

Quanto aos critérios de elegibilidade, foram incluídos estudos que tiveram como foco principal o impacto do uso de máscaras faciais no reconhecimento das expressões faciais e das expressões emocionais no contexto da pandemia de Covid-19; que abordaram os prejuízos causados pelo uso de máscaras no reconhecimento facial e nas expressões das

emoções; e excluídos: estudos preliminares, revisões sistemáticas ou metanálises; estudos que avaliaram expressões faciais e emoções através de máquinas, redes neurais, algoritmos ou bancos de dados; estudos que compararam o uso de máscaras faciais com outros tipos de disfarces faciais (e.g óculos, lenço, niqab); estudos com população com prosopagnosia inata, espectro autista, doenças neurológicas (como Parkinson e esclerose múltipla) ou psiquiátricos, e ainda estudos com foco principal ou secundário em linguagem vocal ou fonoaudiologia.

A escolha final dos artigos se deu em cinco etapas: a) busca dos artigos nas bases de dados; b) importação desses artigos através de arquivos em formato RIS e CSV para o programa de gerenciamento de referências *Rayyan*, c) exclusão das duplicatas; d) triagem para aplicação dos critérios de elegibilidade estabelecidos, e) seleção dos artigos lidos na íntegra.

Resultados

A busca eletrônica foi realizada entre Outubro de 2023 e Fevereiro de 2024, e após aplicação dos termos de pesquisa foram encontradas 112 referências (PUBMED= 27; *Web Of Science*= 61; BVS= 24). Foram retiradas 28 duplicatas. Durante a triagem foram analisados os resumos, e um total de 20 artigos atendeu aos critérios de elegibilidade. Após a leitura na íntegra, 16 artigos foram considerados relevantes e incluídos nesta revisão sistemática. A síntese da sistematização deste trabalho está disposta na **Figura 1**.

Os estudos incluídos foram publicados entre 2020 a 2024, apenas um deles investigou o reconhecimento de expressões faciais/emoções em crianças (Chester et al., 2022). Os conjuntos de imagens utilizados nestes artigos foram bastante diversos. Na **Tabela 2** as intervenções utilizadas serão detalhadas de forma mais precisa.

Figura 1
Fluxograma de seleção da amostra
Fonte: Desenvolvida pelo autor (2024).

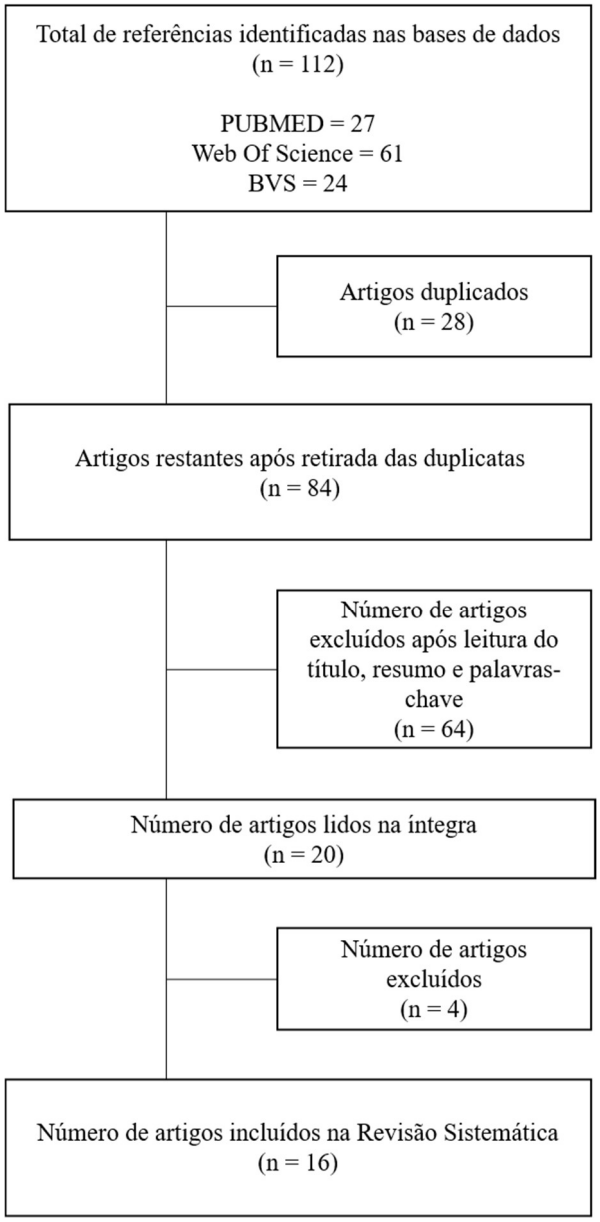


Tabela 2
Descrição da amostra de artigos selecionados.
Fonte: Desenvolvida pelo autor (2024)

Autores/ano	População	Banco de Imagens	Intervenção
Miyazaki et al. (2022)	N = 261 (151 mulheres, 108 homens e 2 outros sexos / idade M 39,0 anos) N= 268 (188 mulheres, 79 homens e 1 outro sexo / (idade M = 39,7 anos)	Banco de dados de Tsinghua	Categorizar a emoção facial percebida de rostos femininos (Experimento 1) e masculino (Experimento 2) com diferentes expressões faciais e avaliar a intensidade da emoção percebida nos rostos.
Verroca; Rienzo; Gambarota & Sessa (2022)	N = 129 116 eram mulheres (idade M = 23,3 anos) 13 eram homens (idade M =26,4 anos	Karolinska Directed Emotional Faces (KDEF) e Roda de Emoções de Genebra (GEW)	Reconhecimento de emoções que envolvia estímulos faciais usando ou não máscara e exibindo expressões completas ou sutis.
Gülbetekin et al. (2023)	N = 102 80 mulheres e 22 homens (idade M = 20,4 anos N = 134 105 mulheres e 29 homens (idade M = 21 anos)	Racially Diverse Affective Expression (RADIATE) e o MR2 (banco de dados multirracial).	Testou o efeito do uso de máscara e o efeito de outras raças em: (a) reconhecimento facial, (b) reconhecimento de expressões faciais e, (c) distância social.
Ventura et al. (2022)	N= 101 66 mulheres e 35 homens (idade M = 23,7 anos)	Chicago Face Database 2015	Reconhecimento de identidade sob uma perspectiva de memória facial antiga-nova (Experimento 1) e como as máscaras afetam o reconhecimento de emoções (Experimento 2) e (iii) se os níveis de empatia individuais se correlacionam com o reconhecimento de emoções.
Chester et al. (2022)	N= 131 66 homens e 64 mulheres (idade M = 9,13 anos)	National Institute of Mental Health Child Emotional Faces Picture Set (NIMH-ChEFS)	Reconhecimento de emoções em crianças usando imagens de rostos emocionais mascarados e desmascarados. Também avaliou-se uma subamostra de participantes (“subamostra pré-pandemia” que completou a mesma tarefa de reconhecimento de emoções com rostos desmascarados antes e durante a pandemia.

Thomas & Caharel (2023)	N= 36 20 mulheres e 16 homens (idade M = 22 anos)	Karolinska Directed Emotional Faces (KDEF)	Categorização de emoções utilizando morfos de face neutra e face expressa (raiva, nojo, medo, felicidade e tristeza) (de 0% neutra a 100% expressiva). em etapas de 20%).
Tsantani; Podgajecka; Gray; & Cook (2022)	N= 120 82 mulheres e 38 homens (idade M = 33,48 anos)	Radboud Faces Database	Investigou-se como a presença de máscaras faciais afeta o perfil emocional percebido de expressões prototípicas de felicidade, tristeza, raiva, medo, nojo e surpresa. Para cada uma dessas expressões faciais, mediram a intensidade percebida de todas as seis emoções.
Leitner; Meurer; Hutzler; Schuster & Hawelka (2022).	N= 267 188 mulheres, 78 homens e 1 não informado (idade M = 31 anos)	Baseado no manual FACS de Ekman.	Reconhecimento de emoções básicas em sequências de vídeos de rostos realizando as unidades de ação (AUs), ou seja, felicidade (sorriso social vs. Duchenne), raiva, nojo, tristeza, medo e neutralidade.
Maiorana et al. (2022)	N= 31 16 homens e 15 mulheres (entre 21 e 58 anos)	NimStim Face Stimulus Set	Tarefa de reconhecimento de emoções faciais para discriminar rostos felizes, tristes, zangados e neutros. Os estímulos incluíam rostos totalmente visíveis, rostos mascarados e uma foto recortada dos olhos ou da região da boca.
Parada-Fernández; Herrero-Fernández; Jorge & Comesaña (2022)	N= 202 53 homens e 149 mulheres (idade M = 26 anos)	Face Database	Reconhecimento de 24 imagens faciais apresentadas duas vezes, com e sem máscara, e diferentes emoções (raiva, tristeza, medo e felicidade).
Wong & Estudillo (2022)	N= 108 56 homens (idade M = 32,39 anos) 52 mulheres (idade M = 29,06 anos).	Banco de dados faciais CAL/PAL e para celebridades e fotografias emocionais o VISGRAF.	(1) tarefa de reconhecimento de emoções, (2) teste de reconhecimento e nomeação de rostos famosos, (3) tarefa de estimativa de idade e (4) gênero. tarefa de classificação.
Carbon (2020)	N= 41 30 mulheres e 11 homens (idade M = 26,7 anos)	MPI FACES	Avaliação das expressões emocionais apresentadas por 12 diferentes rostos. Cada rosto apresentado aleatoriamente com seis expressões diferentes (zangado, enojado, medroso, feliz, neutro e triste), estando totalmente visível ou parcialmente coberto por uma máscara facial.
Cooper; Brar; Beyaztas; Jennings & Bennetts (2022)	N= 131 103 mulheres; 27 homens; 1 não-binário (idade M = 20 anos)	Racially Diverse Affective Expression (RADIATE)	Visualização de rostos emocionais mascarados e desmascarados de diferentes etnias.

Grenville & Dwyer (2022)	N= 100 9 homens e 91 mulheres (idade M = 19,5 anos)	108 imagens de seis pessoas (não atores/ modelos) expressando uma emoção, fotografadas por uma das pesquisadoras.	Identificação da emoção retratada nas fotografias a partir de um conjunto fixo de respostas e avaliaram a sua confiança na sua seleção.
Rinck et al. (2022)	N= 91 23 eram do sexo masculino, 67 do sexo feminino e 1 não-binário (idade M = 33,23 anos).	Radboud Faces	Reconhecimento de expressões faciais de felicidade, tristeza, raiva, surpresa, medo e desgosto, bem como uma expressão neutra, exibida por atores masculinos e femininos do banco de dados Radboud Faces.
Freud; Stajduhar; Rosenbaum; Avidan & Ganel (2020)	N= 293 151 mulheres e 142 homens (idade M = 25,5 anos)	Chicago Face Database	Avaliação das habilidades de processamento facial para rostos mascarados e não mascarados.

A partir da análise dos artigos selecionados, os autores observaram que alguns estudos diferenciam conceitualmente o "reconhecimento facial" que se refere à capacidade de identificar indivíduos com base em suas características faciais, como formato do rosto, olhos, nariz e boca, do "reconhecimento de expressões faciais" que se refere a capacidade de identificar e interpretar as emoções expressas no rosto de uma pessoa, como felicidade, tristeza, raiva, medo e surpresa.

Em virtude desta distinção os resultados serão demonstrados separadamente.

Metade dos estudos investigaram os impactos no reconhecimento facial geral e não apenas no reconhecimento das expressões faciais/emocionais, entre esses, 7 estudos investigaram tanto o reconhecimento das expressões faciais quanto o reconhecimento facial juntos, sendo mais abrangente do que o demais. Ao todo, 15 estudos (93,75%) examinaram os impactos das máscaras faciais no reconhecimento das expressões faciais, além de identificarem as expressões emocionais mais afetadas nesse contexto, os detalhes estão dispostos na **Tabela 3**

Tabela 3
Descrição dos objetivos propostos.
Fonte: Organizado pelo autor (2024)

Autores/ano	Influência do uso de máscaras faciais no reconhecimento facial.	Influência do uso de máscaras faciais no reconhecimento das expressões faciais.	As emoções mais afetadas nesse contexto.
Miyazaki et al. (2022)	Compromete a construção do vínculo social e pode influenciar negativamente em contextos de cuidados médicos, no âmbito educacional e na comunicação com pessoas com deficiência auditiva.	Prejudicam a leitura das expressões emocionais e sua intensidade, eliminando o dinamismo para compreensão holística das emoções.	Medo, felicidade, tristeza e face neutra.
Verroca; Rienzo; Gambarota & Sessa (2022)	Prejudicam a compreensão dos estados afetivos e intencionais, interferindo assim na construção das relações interpessoais.	As máscaras faciais diminuem as informações de reconhecimento de expressões faciais, levando a erros sistemáticos da identificação, aumentando a incerteza sobre as emoções comunicadas.	Nojo e raiva.
Gülbetekin et al. (2023)	Interfere a propagação de dicas cruciais para o correto processamento facial, influenciando negativamente o reconhecimento de rostos e de expressões emocionais. Modula o distanciamento social e a percepção de risco.	O uso da máscara diminui a precisão do reconhecimento para todas as expressões emocionais. Além disso, a raça parece afetar a precisão do reconhecimento emocional (melhor percebidas em caucasianos do que nos asiáticos).	Felicidade, tristeza, raiva, nojo, medo, e rostos neutros.
Ventura et al. (2022)	Afeta negativamente a memória humana para o reconhecimento de rostos desconhecidos. A capacidade de processar informações importantes sobre as relações espaciais entre as características do reconhecimento facial é fortemente comprometida.	O uso de máscaras interrompe o processamento holístico da representação das expressões faciais.	Felicidade, tristeza e nojo.
Chester et al. (2022)	Não abordou.	Diminui a habilidade de reconhecimento das emoções em rostos mascarados. Este efeito não foi encontrado na subamostra de crianças que completaram a tarefa com rostos desmascarados antes da pandemia e novamente durante a pandemia.	Felicidade, tristeza e medo.
Thomas & Caharel (2023)	Não abordou.	Reduziu a precisão de reconhecimento (aproximadamente 20%) independentemente do tipo de expressão.	Expressão neutra, medo, raiva, tristeza, felicidade e nojo.
Tsantani et al. (2022)	Não abordou.	Diminuiu na intensidade percebida das emoções pretendidas, e aumenta globalmente a intensidade percebida de emoções não intencionadas.	Reduziu a intensidade percebida de todas as emoções, exceto a raiva.

Leitner et al. (2022).	Não abordou.	As máscaras impedem a interpretação das emoções faciais, reduzem a certeza e a intensidade percebidas.	Raiva, repulsa e tristeza.
Maiorana et al. (2022)	Interfere a memória de reconhecimento facial.	A oclusão perceptual de uma parte relevante da face interfere no desempenho do reconhecimento de emoções.	Tristeza, raiva, nojo, medo, surpresa e repulsa.
Parada-Fernández et al. (2022)	Interfere na memória para reconhecimento facial, além de suavizar características faciais ameaçadoras que seriam facilmente percebidas sem a cobertura facial.	O uso de máscaras elimina o acesso a informações espaciais da face que contribuíram para a compreensão holística das expressões emocionais.	Felicidade, raiva e tristeza.
Wong & Estudillo (2022)	Prejudica a decodificação estrutural das etapas do processamento visual para rostos familiares, desconhecidos e até mesmo de rostos famosos. Causa perturbação do processamento holístico, essencial para extrair pistas faciais de identidade, emoção, gênero e idade.	A presença de máscaras faciais impede a transmissão real das informações, causando viés de interpretação das expressões faciais, limitando a comunicação e troca emocional entre pessoas.	Felicidade, surpresa, tristeza, nojo e medo.
Carbon (2020)	Não abordou.	Diminui a confiança expressa das expressões faciais e a interação social.	Felicidade, tristeza, nojo e zangado.
Cooper et al. (2022)	Não abordou.	Diminui a precisão para o correto reconhecimento das emoções para rostos mascarados.	Raiva, tristeza e repulsa.
Grenville & Dwyer (2022)	Não abordou.	Causa perturbação para reconhecimento de algumas, mas não todas as emoções. Pois, altera a percepção e confiança de julgamento.	Raiva, medo, tristeza, felicidade e expressões neutras.
Rinck et al. (2022)	Não abordou.	Reduzem a capacidade de reconhecer expressões faciais de emoção e interferem na comunicação, principalmente com pessoas com problemas auditivos que dependem da leitura labial.	Nojo, medo, tristeza, surpresa e felicidade.
Freud et al. (2020)	Diminui as habilidades de reconhecimento facial, o processamento de rostos mascarados é menos holístico pois alteram diferentes aspectos do sistema de reconhecimento facial. Tudo isso atrapalha as interações sociais e pessoais cotidianas.	Não abordou.	Não abordou.

Em resumo, o papel crucial do terço inferior do rosto no reconhecimento facial e na identificação das expressões faciais emocionais fica evidente. A despeito da considerável heterogeneidade nos resultados dos estudos quanto às emoções mais comprometidas, é possível inferir que a felicidade (68,7%), a tristeza (87,5%) e o medo (56,25%) se destacaram como as expressões mais frequentemente citadas e, por conseguinte, mais afetadas por tal contexto.

Os estudos utilizam, predominantemente, banco de dados de imagens estáticas, ou seja, essas imagens podem levar a uma representação estereotipada e artificial das emoções, com intensidade variável e por vezes exagerada, pois o objetivo é contrair os músculos necessários para obter a expressão desejada. No entanto, nem todos os estudos apresentam a preocupação de avaliar o nível de intensidade e os ruídos que pode ocasionar para um interpretação emocional incorreta, somente 5 estudos (Miyazaki et al., 2022; Verroca et al., 2022; Thomas & Caharel, 2023; Tsantani et al., 2022; Leitner et al., 2022) incluíram a intensidade como objetivo.

Sendo assim, a intensidade das emoções pretendidas foi significativamente menor entre os grupos com e sem máscara (Tsantani et al., 2022). A diminuição da intensidade percebida foi mais acentuada para as emoções de surpresa e felicidade, em diferentes intensidades, possivelmente pela influência do terço inferior no recrutamento delas (Miyazaki et al., 2022; Verroca et al., 2022). Para rostos medrosos e raivosos, o impacto foi moderado no seu reconhecimento, independentemente do seu grau de intensidade, possivelmente pelo fato dessas emoções serem expressas mais intensamente na região dos olhos. Para a tristeza, a diferença entre as condições com máscara e sem máscara não foram significativas (Thomas & Caharel, 2023; Leitner et al., 2022).

Discussão

As máscaras faciais tornaram-se essenciais no esforço para minimizar a transmissão do vírus COVID-19 e, como resultado, modificaram o contexto das interações sociais cotidianas. O presente estudo teve como objetivo investigar os prejuízos do uso de máscaras faciais no reconhecimento facial e no reconhecimento das expressões faciais, assim como, quais as expressões emocionais mais prejudicadas nesse contexto.

Os estudos que abordaram o primeiro objetivo (reconhecimento facial), demonstram que as máscaras faciais prejudicam a decodificação estrutural facial, e que isso acaba perturbando o agrupamento de pistas visuais que contribuem para o processamento holístico da face, ou seja, o agrupamento dos olhos, nariz e boca (Freud et al., 2020; Gülbetekin et al., 2023; Ventura et al., 2022). Carragher & Hancock (2020) corroboram com essa ideia, e afirmam que as máscaras afetam a memória de reconhecimento facial, em virtude da redução de pistas visuais disponíveis para o armazenamento e recuperação das informações fatias (Maiorana et al., 2022), que por sua vez, interfere na leitura de rostos conhecidos e desconhecidos; no julgamento das emoções, idade e gênero em menor grau (Wong & Estudillo, 2022).

Além disso, a proteção facial modula o distanciamento social e a percepção de risco, decorrente do comportamento de auto proteção (Xie, Liang, Dulebenets & Mei, 2020). Miyazaki et al. (2022) concorda e acrescenta, as máscaras interferem na construção do vínculo social, pois também reduzem as informações de diagnóstico facial. Essa redução induz a erros sistemáticos de leitura e atribuição de confiança ao julgamento facial (Verroca et al., 2022).

Logo, as máscaras tendem a prejudicar o processamento holístico de leitura das expressões faciais (Ventura et al., 2022), pois eliminam o acesso a informações espaciais da face, como a relação entre olhos, nariz e boca (Parada-Fernández et al., 2022), aumentando o percentual de erro e incerteza sobre as emoções comunicadas (Verroca et al., 2022). Esse comportamento foi observado inclusive em crianças, através do estudo de Chester et al. (2022), evidenciando o papel crucial do acesso completo ao rosto desde mais tenra idade.

De acordo com Gülbetekin et al. (2023) as máscaras diminuem a precisão do reconhecimento para todas as expressões emocionais. Thomas & Caharel (2023) corroboram com esse achado, e reforçam que a precisão é reduzida em até 20% independentemente do tipo de expressão, isso sugere que a máscara impede a interpretação completa da informação emocional. No

entanto, os autores Grenvile & Dwyer (2022) divergem nesse ponto, afirmando que a máscara realmente pode causar um tipo de perturbação para reconhecer algumas emoções, mas esse efeito da oclusão não é consistente para todas as emoções.

O terço inferior da face é bastante relevante para o processamento holístico das expressões faciais, a importância da boca no reconhecimento das emoções pode ser atribuída ao fato de ser a área do rosto com os movimentos faciais mais proeminentes, oferecendo, assim, uma maior quantidade de informações diagnósticas valiosas para identificação das emoções (Maiorana et al., 2022). De acordo com Carbon (2020) a supressão visual dessa parte da face reduz a confiança expressa, limitando a interação emocional (Wong & Estudillo, 2022), e a comunicação, especialmente para pessoas com deficiência auditiva que dependem da leitura labial como auxílio para se comunicar.

Entre as expressões ditas “emoções básicas” (felicidade, tristeza, raiva, medo, nojo, surpresa) identificada por Ekman & Friesen, (1971), os estudos analisados indicaram que as mais afetadas foram a felicidade, tristeza e o medo (Miyazaki et al., 2022; Gülbetekin et al., 2023; Ventura et al., 2022; Chester et al., 2022; Thomas & Caharel, 2023; Tsantani et al., 2022; Maiorana et al., 2022; Parada-Fernández et al., 2022; Wong & Estudillo, 2022; Carbon, 2020; Cooper et al., 2022; Grenville & Dwyer, 2022; Rinck et al., 2022).

De acordo com Miyazaki et al. (2022), rostos que expressam felicidade são mais propensos a serem identificados erroneamente como neutros quando as pessoas estão usando máscaras (Carbon, 2020; Parada-Fernández et al., 2022). Essa informação também foi observada no estudo de Maiorana et al. (2022), os participantes cometeram menos erros ao identificar emoções em rostos com máscaras, exceto no caso da felicidade. Em contraste, o estudo de Cooper et al. (2022) o reconhecimento da felicidade não foi afetado, assim como a do medo e da expressão neutra quando as pessoas usavam máscaras.

No tocante à tristeza, a emoção foi confundida com medo em alguns casos, e em outros, com nojo (Leitner et al., 2022). Enquanto os rostos que expressavam medo, foram confundidos erroneamente como expressões de raiva ou surpresa (Maiorana et al., 2022). De acordo com Grenville & Dwyer (2022) a expressão de medo foi menos prejudicada pelo uso de máscaras do que a expressão de felicidade, por exemplo. Essa confusão ocorre porque os rostos que expressam medo e raiva compartilham unidades de ação para contrair as sobrancelhas e arregalar os olhos, enquanto as expressões de medo e surpresa compartilham unidades de ação para levantar as sobrancelhas e arregalar os olhos (Miyazaki et al., 2022).

A análise da intensidade das expressões faciais é crucial para mitigar vieses e compreender os reais impactos das máscaras no reconhecimento facial e emocional. Alguns estudos realizaram a análise da intensidade, mas nem todos avaliaram a intensidade entre 0% e 100%, somente Thomas e Caharel (2023) realizou uma análise de forma sistematizada, sua pesquisa revelou que o uso de máscaras diminuiu o desempenho no reconhecimento de todas as emoções, em diferentes níveis e intensidade. Em particular, emoções com intensidades mais baixas (20%-40%) foram identificadas com menor precisão em comparação com aquelas com intensidades mais altas (60%-100%).

A intensidade das expressões de felicidade foi percebida como menos intensa, o que corrobora com os resultados deste estudo, afinal, a felicidade foi uma das emoções mais afetadas na tarefa de reconhecimento; enquanto para as demais emoções, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos com máscara e sem máscara (Miyazaki et al., 2022). Estes resultados estão em consonância com as descobertas de Tsantani et al. (2022) e Verroca et al. (2022). No entanto, Leitner et al. (2022) discorda parcialmente, pois argumenta que as máscaras, na verdade, aumentam a intensidade percebida de emoções não intencionais, com exceção da surpresa.

Diversas limitações deste estudo devem ser consideradas em pesquisas futuras. A principal delas se refere a análise da intensidade das emoções, já que nem todos os estudos avaliaram a precisão e a intensidade em uma escala completa de 0% a 100%. Isso seria interessante, pois no mundo real, cada indivíduo possui um ritmo particular de recrutamento das unidades de ação faciais, e observar a evolução desse ritmo pode contribuir significativamente para o aprimoramento do reconhecimento facial. Além disso, seria interessante replicar estas pesquisas comparando a percepção de imagens estáticas com recursos mais dinâmicos, como vídeos, e incluir diferentes grupos étnicos, faixas etárias e gêneros.

Outra fragilidade a se destacar é que a maioria dos estudos acontece on-line, o que impede o controle do ambiente e a observação de possíveis compensações por meio da linguagem corporal. Além disso, a maioria dos estudos utiliza imagens estáticas de modelos pré-treinados. A distribuição da amostra também deve ser cuidadosamente considerada, pois estudos demonstram que as mulheres tendem a ser mais sensíveis aos sinais faciais do que os homens, essa diferença pode influenciar os resultados da pesquisa a depender da composição da amostra. Por fim, há uma necessidade de estudos que abordem de forma sistemática as emoções que são mais prejudicadas ou confundidas entre si quando as pessoas estão usando máscaras.

Considerações Finais

As máscaras faciais, embora essenciais para prevenção de doenças, representam um obstáculo à decodificação visual e espacial da estrutura facial. É fundamental destacar a importância do terço inferior do rosto para o processamento holístico das expressões, pois esta região concentra os movimentos faciais mais proeminentes e fornece pistas diagnósticas valiosas para a compreensão da face e de suas emoções.

Esse estudo se destaca por sua relevância ao identificar fragilidades nas metodologias de pesquisas existentes. As descobertas apresentadas servem como base para a sistematização de metodologias mais robustas em estudos futuros, possibilitando uma investigação mais precisa e abrangente do impacto das máscaras faciais no reconhecimento facial e na interação social.

Agradecimentos

A todos que reconhecem a efetividade do estudo da neurociência voltada à visão. A família dos meus pequeninos pacientes. A minha família, pelo apoio e torcida para concluir mais uma formação. Aos professores Marcelo Costa, Leonardo Henrique e Lenise, pela dedicação de montar este curso e pelas aulas brilhantes, a Lenise pela paciência em nos passar a parte técnica e estrutural metodológica, assim como à Elaine, pela assistência e suporte prestado aos alunos. Ao Thalles por me introduzir ao fascinante mundo da visão. E acima de tudo a Deus, por ter cuidado de tudo até aqui.

Declaração de Conflito

Não há conflitos.

Referências

Almeida, A. L. C., Santo, T. M. d. E., Mello, M. S. S., Cedro, A. V., Lopes, N. L., Ribeiro, A. P. M. R., Mota, J. G. C., Mendes, R. S., Almeida, P. A. A., Ferreira, M. A., Arruda, D. M., Santos, A. A. P., Rios, V. G., Dantas, M. R. N., Silva, V. A., Silva, M. G. d., Sampaio, P. H. S., Guimarães, A. R., & Santos, E. G. (2020). Repercussões da Pandemia de COVID-19 na Prática Assistencial de um Hospital Terciário. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. https://doi.org/10.36660/abc.20200436

Blazhenkova, O., Dogerlioglu-Demir, K., & Booth, R. W. (2022). Masked emotions: Do face mask patterns and colors affect the recognition of emotions? *Cognitive Research: Principles and Implications*, *7*(1). https://doi.org/10.1186/s41235-022-00380-y

Carbon, C.C. (2020). Wearing Face Masks Strongly Confuses Counterparts in Reading Emotions. *Frontiers in*

Psychology, *11*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.566886

Carragher, D. J., & Hancock, P. J. B. (2020). Surgical face masks impair human face matching performance for familiar and unfamiliar faces. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *5*(1). https://doi.org/10.1186/s41235-020-00258-x

Chester, M., Plate, R. C., Powell, T., Rodriguez, Y., Wagner, N. J., & Waller, R. (2022). The COVID-19 pandemic, mask-wearing, and emotion recognition during late-childhood. *Social Development*. https://doi.org/10.1111/sode.12631

Cooper, H., Brar, A., Beyaztas, H., Jennings, B. J., & Bennetts, R. J. (2022). The effects of face coverings, own-ethnicity biases, and attitudes on emotion recognition. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *7*(1). https://doi.org/10.1186/s41235-022-00400-x

Darwin, C. (1993). The expression of the emotions in man and animals (1872). *The Portable Darwin*, 364-393.

DeBolt, M. C., & Oakes, L. M. (2022). The impact of face masks on infants' learning of faces: An eye tracking study. *Infancy*. https://doi.org/10.1111/infa.12516

Ekman P., & Friesen, W. V. (1971). Constantes entre culturas no rosto e na emoção. *J Pers Soc Psychology*, 17 (2):124–9. doi: 10.1037/h0030377.

Ferrari, C., Vecchi, T., Sciamanna, G., Blandini, F., Pisani, A., & Natoli, S. (2021). Facemasks and face recognition: Potential impact on synaptic plasticity. *Neurobiology of Disease*, *153*, 105319. https://doi.org/10.1016/j.nbd.2021.105319

Freud, E., Di Giammarino, D., & Camilleri, C. (2022). Mask-wearing selectivity alters observers' face perception. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *7*(1). https://doi.org/10.1186/s41235-022-00444-z

Freud, E., Stajduhar, A., Rosenbaum, R. S., Avidan, G., & Ganel, T. (2020). The COVID-19 pandemic masks the way people perceive faces. *Scientific Reports*, *10*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-020-78986-9

Grenville, E., & Dwyer, D. M. (2022). Face masks have emotion-dependent dissociable effects on accuracy and confidence in identifying facial expressions of emotion. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *7*(1). https://doi.org/10.1186/s41235-022-00366-w

Gülbetekin, E., Fidancı, A., Altun, E., Er, M. N., & Gürcan, E. (2023). Effects of mask use and other-race on face perception, emotion recognition, and social distancing during the COVID-19 pandemic. *Asian Journal of Social Psychology*. https://doi.org/10.1111/ajsp.12570

Gülbetekin, E., Fidancı, A., Altun, E., Er, M. N., & Gürcan, E. (2023). Effects of mask use and other-race on face perception, emotion recognition, and social distancing during the COVID-19 pandemic. *Asian Journal of Social Psychology*. https://doi.org/10.1111/ajsp.12570

Howard, J., Huang, A., Li, Z., Tufekci, Z., Zdimal, V., van der Westhuizen, H.-M., von Delft, A., Price, A., Fridman, L., Tang, L.-H., Tang, V., Watson, G. L., Bax, C. E., Shaikh, R., Questier, F., Hernandez, D., Chu, L. F., Ramirez, C. M., & Rimoin, A. W. (2021). An evidence review of face masks against COVID-19. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *118*(4), Artigo e2014564118. https://doi.org/10.1073/pnas.2014564118

Leitner, M. C., Meurer, V., Hutzler, F., Schuster, S., & Hawelka, S. (2022). The effect of masks on the recognition of facial expressions: A true-to-life study on the perception of basic emotions. *Frontiers in Psychology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.933438

Maiorana, N., Dini, M., Poletti, B., Tagini, S., Rita Reitano, M., Pravettoni, G., Priori, A., & Ferrucci, R. (2022). The Effect of Surgical Masks on the Featural and Configural Processing of Emotions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(4), 2420. https://doi.org/10.3390/ijerph19042420

Miyazaki, Y., Kamatani, M., Suda, T., Wakasugi, K., Matsunaga, K., & Kawahara, J. I. (2022). Effects of wearing a transparent face mask on perception of facial expressions. *i-Perception*, *13*(3), 204166952211059. https://doi.org/10.1177/20416695221105910

PAHO/WHO (2023). Pandemia de COVID-19 permanece como emergência de saúde pública de importância internacional; [citado 8 fev 2024]. Disponível em: https://www.paho.org/pt/noticias/30-1-2023-pandemia-covid-19-permanece-como-emergencia-saude-publica-importancia#:~:text=Pandemia%20de%20COVID-19%20permanece,Organização%20Pan-Americana%20da%20Saúde.

Parada-Fernández, P., Herrero-Fernández, D., Jorge, R., & Comesaña, P. (2022). Wearing mask hinders emotion recognition, but enhances perception of attractiveness. *Personality and Individual Differences*, *184*, 111195. https://doi.org/10.1016/j.paid.2021.111195

Rinck, M., Primbs, M. A., Verpaalen, I. A. M., & Bijlstra, G. (2022). Face masks impair facial emotion recognition and induce specific emotion confusions. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *7*(1). https://doi.org/10.1186/s41235-022-00430-5

Sarker, R., Roknuzzaman, A. S. M., Hossain, M. J., Bhuiyan, M. A., & Islam, M. R. (2023). The WHO declares COVID-19 is no longer a public health emergency of international concern: Benefits, challenges, and necessary precautions to come back to normal life. *International Journal of Surgery*, *Publish Ahead of Print*. https://doi.org/10.1097/js9.0000000000000513

Schneider, A. P. H., Gaedke, M. Â., Koepp, J., Reuter, É. M., Darsie, C., Possuelo, L. G., Moura Valim, A. R. d., Carneiro, M., & COVID-VRP, G. (2021). Medidas de distanciamento social como fator de proteção contra a COVID-19 no interior do Rio Grande do Sul, Brasil.

Revista Panamericana de Salud Pública, *45*, 1. https://doi.org/10.26633/rpsp.2021.145

Thomas, P. J. N., & Caharel, S. (2023). Do masks cover more than just a face? A study on how facemasks affect the perception of emotional expressions according to their degree of intensity. *Perception*. https://doi.org/10.1177/03010066231201230

Tsantani, M., Podgajecka, V., Gray, K. L. H., & Cook, R. (2022). How does the presence of a surgical face mask impair the perceived intensity of facial emotions? *PLOS ONE*, *17*(1), Artigo e0262344. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262344

Velavan, T. P., & Meyer, C. G. (2020). The COVID-19 epidemic. *Tropical Medicine & International Health*, *25*(3), 278–280. https://doi.org/10.1111/tmi.13383

Ventura, M., Palmisano, A., Innamorato, F., Tedesco, G., Manippa, V., Caffò, A. O., & Rivolta, D. (2022). Face memory and facial expression recognition are both affected by wearing disposable surgical face masks. *Cognitive Processing*. https://doi.org/10.1007/s10339-022-01112-2

Verroca, A., de Rienzo, C. M., Gambarota, F., & Sessa, P. (2022). Mapping the perception-space of facial expressions in the era of face masks. *Frontiers in Psychology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.956832

Wong, H. K., & Estudillo, A. J. (2022). Face masks affect emotion categorisation, age estimation, recognition, and gender classification from faces. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *7*(1). https://doi.org/10.1186/s41235-022-00438-x

Xie, K., Liang, B., Dulebenets, M. A., & Mei, Y. (2020). The Impact of Risk Perception on Social Distancing during the COVID-19 Pandemic in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(17), 6256. https://doi.org/10.3390/ijerph17176256

Métodos de Reabilitação na Dislexia de Desenvolvimento que Incluem Percepção Visual: uma Revisão Sistemática

Ediluce Oliveira Fernandes
Sandra Cayres Naufal

Métodos de Reabilitação na Dislexia de Desenvolvimento que Incluem Percepção Visual: uma Revisão Sistemática

Ediluce Oliveira Fernandes[1], Sandra Cayres Naufal[2]

[1] Oftalmologista, membro da Sociedade Brasileira de Oftalmologia Pediátrica, Santo André, São Paulo, Brasil. Email: ediluce.oft@gmail.com

[2] Oftalmologista, membro do Conselho Brasileiro de Oftalmologia, São Paulo, São Paulo, Brasil. Email: sandranaufal@gmail.com

Resumo:

Segundo a classificação de Boder, 9% dos disléxicos têm processamento visual deficiente e 24% têm deficiência mista. Esta deficiência é mais bem explicada pela Teoria Magnocelular. A presente revisão sistemática tem como objetivo identificar métodos de reabilitação em dislexia do desenvolvimento incluindo o processamento ou percepção visual. A pesquisa resultou em 385 artigos no período de 1994 a fevereiro de 2024 e, após aplicação de novos filtros resultou em 105 artigos. Após a leitura, 14 estudos clínicos estavam dentro dos critérios, entre eles dois foram duplo-cegos. Quanto ao tipo de intervenção, dez deles atuaram em estimular a atenção visual de diferentes formas e os outros quatro estudos foram bem diversos: um em estimulação transcraniana por corrente contínua do córtex V5, um em treinamento de vergência, um em sincronização de estímulos com frequência cardíaca (biofeedback) e um em estabilização de fusão binocular. Quatro estudos foram em países com língua composta por caracteres. Todos os autores consideraram sua intervenção positiva, melhorando a qualidade da leitura em disléxicos. As intervenções em treinamento de atenção visuoespacial são a maioria e especialmente o treinamento ritmado com taquistoscópio parece ser o mais benéfico na melhora da qualidade de leitura em disléxicos.

Palavras-Chave: Dislexia, Reabilitação da Dislexia, Terapia da Dislexia, Percepção Visual.

Introdução

Dislexia é uma palavra derivada do grego que significa dificuldade com a leitura de palavras. A dificuldade está na linguagem receptiva, em decodificar, reconhecer ou compreender (Gustafson et al., 2007).

Em 2014, na quinta edição do Manual de diagnóstico Estatístico de Transtornos Mentais (DSM 5), o termo dislexia foi substituído por Transtorno Específico de Aprendizagem, um transtorno do neurodesenvolvimento com origem biológica, que pode se caracterizar apenas por prejuízo na leitura (dislexia), como também na escrita (disgrafia) e/ou prejuízo matemático (discalculia) (American Psychiatric Association, 2013; Handler et al., 2011).

Em geral, a suspeita acontece na fase de alfabetização pelos professores, quando as habilidades acadêmicas ficam abaixo do esperado para a idade, ou mais tardiamente, quando a demanda excede a capacidade do indivíduo. O diagnóstico é clínico, sendo necessário avaliação médica, cognitiva e acadêmica; e só é firmado quando a criança já está em educação formal e após 6 meses de intervenções sem melhora (American Psychiatric Association, 2013).

Devem ser excluídas situações como deficiência intelectual, transtorno global do desenvolvimento, dificuldade auditivas ou visuais, transtornos mentais ou neurológicos. E pode haver comorbidade com outros transtornos de aprendizagem, com o transtorno de déficit de

atenção e hiperatividade (TDAH) e com transtornos mentais como ansiedade, depressão e transtorno bipolar (American Psychiatric Association, 2013; Handler et al., 2011; Rotta et al., 2016).

Se há pai ou mãe com o transtorno, o risco aumenta de 4 à 8 vezes. Prematuridade, baixo peso ao nascer e exposição pré-natal à nicotina são os fatores de risco ambientais para este transtorno do neurodesenvolvimento (American Psychiatric Association, 2013).

A prevalência varia na literatura e está em torno de 4 a 15% nas crianças em fase escolar (American Psychiatric Association, 2013; Rotta et al., 2016).

A avaliação dos aspectos comportamentais dos respectivos lobos cerebrais construindo um mapa mental funcional do disléxico é importante para o diagnóstico. No lobo occipital, déficits de percepção visual, memória, integração visual e visuoespaciais podem ser identificados. No lobo temporal, déficits de memória audioverbal, da capacidade de escrever, na leitura de palavras, nomeação e significado. Nos lobos parietal e temporal pode-se encontrar déficits sensoriais e cognitivos e no lobo frontal, dificuldades de adaptação, planejamento, motivação, crítica e controle emocional (Ebrahimi et al., 2019). Estudos de ressonância magnética funcional e tomografia por emissão de pósitrons podem elucidar alterações metabólicas e de fluxo sanguíneo durante tarefas cognitivas (Handler et al., 2011).

A dislexia foi classificada por Boder (em 1973) em 3 tipos: disfonética ou fonológica (67% dos casos) com dificuldade na conversão letra-som, disfunção do lobo temporal esquerdo; diseidética ou visual (9% dos casos) com lobo occipital envolvido e processamento visual deficiente; e mista (24% dos casos) com alterações de lobo pré-frontal, frontal, occipital e temporal (Rotta et al., 2016).

O modelo fonológico baseia-se no conceito de que o conhecimento fonológico é a sensibilidade para estrutura sonora da língua falada e o conhecimento fonêmico é o entendimento que cada discurso pode ser segmentado ou quebrado em sons individuais que sinalizam diferenças em significado, enquanto fonética é o entendimento que unidades segmentadas do discurso podem ser representadas por formas impressas. Conhecimento fonológico é a base de sustentação da linguagem escrita para a linguagem oral. Fonemas são os sons falados que nos habilitam a falar uma palavra ao invés de outra. A simples troca de uma letra pode mudar totalmente o sentido de uma palavra e é o sistema fonológico que consegue realizar esta conversão letra-som (Handler et al., 2011).

O uso da linguagem oral é inerente ao ser humano, porém qual língua específica ele será ensinado a falar e como esta língua é escrita através de símbolos abstratos é uma habilidade que precisa ser aprendida. A leitura é composta por decodificação, fluência e compreensão e necessita de atenção sustentada e memória adequada. A maioria dos disléxicos tem um déficit fonológico que prejudica toda a fluência e compreensão da leitura (Handler et al., 2011).

A dislexia visual é explicada pela teoria magnocelular (sistema transitório que cronometra eventos visuais e controla movimentos oculares durante a leitura), onde haveria um déficit temporal desse sistema em suprimir o sistema parvocelular (sustentado, de baixa frequência e detalhes espaciais) em cada sacada e com isso a atividade parvocelular das diferentes fixações se sobrepõem, criando um efeito de mascaramento e borramento visual durante a leitura (Handler et al., 2011).

As tendências na área de reabilitação envolvem psicoeducação, treino cognitivo de habilidades de processamento auditivo, visual, fonológico e ortográfico, estratégias compensatórias relacionadas às atividades diárias e modificações ambientais (Rotta et al., 2016).

Nas últimas décadas tem surgido várias terapias visuais que se propõem a tratar a dislexia.

A presente revisão tem como objetivo identificar métodos de reabilitação incluindo o processamento ou percepção visual em disléxicos.

Método

A pesquisa foi realizada na sessão artigos científicos do site da Biblioteca virtual em Saúde (brasil.bvs.br) com os descritores: dislexia/reabilitação ou dislexia/terapia e percepção visual, excluindo dislexia adquirida. Os descritores puderam estar localizados em qualquer local do artigo.

Posteriormente, foram selecionados apenas os do período de 1994 a 13 de fevereiro de 2024 e com os seguintes assuntos principais: transtornos de visão, percepção visual, óculos, atenção, transtornos de percepção, optometria, movimentos oculares, visão ocular, ortóptica, reconhecimento visual de modelos, visão binocular, estrabismo, percepção de cores, filtração, astenopia, cor, vias visuais, córtex visual, transtornos da motilidade ocular, ambliopia, fixação ocular, visão monocular, acomodação ocular, percepção de movimentos, oftalmologia, distorção da percepção, testes visuais, seleção visual e convergência ocular. O objetivo de incluir tantos assuntos foi atingir o máximo de intervenções.

A elegibilidade dos artigos foi conduzida por dois revisores. E as divergências foram poucas e discutidas entre os mesmos.

Os critérios de inclusão foram: 1. Pacientes diagnosticados com dislexia ou distúrbios/ transtornos de leitura; 2. Estudos de intervenção que incluam percepção visual; 3. Estudos com pelo menos um grupo sem outras comorbidades, sejam transtornos de aprendizagem ou quaisquer outros. E, como critérios de exclusão: 1. Estudos não intervencionistas em disléxicos; 2. Estudos em não disléxicos; 3. Revisões, capítulos de livros, editoriais; 4. Estudos com disléxicos e outro transtorno de aprendizagem em todos os grupos.

Resultados

A pesquisa resultou em 385, sendo 376 da base Medline, 8 da base Lilacs, 1 artigo do Homeoindex-Homeopatia e 1 artigo do Index Psicologia-Periódicos

Após aplicação dos filtros, os 107 artigos estavam na base de dados Medline e foram migrados para o Rayyan (rayyan.ai), ferramenta de auxílio para revisões sistemáticas. Dois artigos foram excluídos por duplicação, restando 105 artigos.

Seguindo os critérios de exclusão, foram então excluídos mais 82 artigos e incluídos 23 artigos nesta revisão.

Após a leitura dos artigos, forma excluídos mais 9 artigos, sendo que 1 não tivemos acesso ao texto completo, 1 era editorial, 1 não era em disléxicos, 2 não eram intervenção, 1 tinha TDAH em todos os grupos, 2 eram estimulação auditiva e 1 se referia à simplificação lexical.

Restaram 14 ensaios clínicos baseados em intervenções diversas, sendo a mais frequente em atenção visuoespacial conforme Tabela 1.

Dos estudos incluídos, dez utilizaram estimulação visual e quatro utilizam outros métodos: estimulação transcraniana, biofeedback, treinamento de vergência e de fixação binocular.

Nestes estudos, doze foram cegos e dois foram duplo-cegos. Oito trabalhos foram randomizados, cinco foram não randomizados e um se autodefiniu como pseudorandomizado (procurou homogeneizar a idade e o sexo dos componentes de cada grupo).

Todos os autores excluíram amostra com comorbidades neurológicas, com TDAH e usuários de medicamentos psicoativos.

Os meninos representaram a maioria nas amostras.

Apenas Heth e Lavidor (2015) fizeram intervenção exclusivamente em adultos que foi estimulação transcraniana de corrente contínua de V5//MT.

Todos os autores consideram a intervenção positiva para dislexia de desenvolvimento.

Um resumo das intervenções e dos resultados dos métodos de reabilitação pode ser visto nas Tabelas 2 e 3.

Discussão

Dos quatorze ensaios clínicos revisados, nove deles têm amostra reduzida, com número de participantes próximo ou inferior a 30 (Ebrahimi et al., 2019; Facoetti et al., 2003; Heth & Lavidor, 2015; Lorusso et al., 2004; Lorusso et al., 2005; Ramsay et al., 2014; Solan et al., 2001; Solan et al., 2003; Solan et al., 2004). Dentre estes, um fragmentou a amostra em 4 grupos de estudo (Lorusso et al., 2004) e um considerou as mesmas crianças como grupo controle seis meses antes da intervenção (Solan et al., 2004). Uma amostra mediana corresponde a pelo menos 30 para qualquer comparação entre grupos de tratamento versus controle. E a fragmentação com amostra pequena aumenta ainda mais o risco de falso-positivo.

É sabido que a maioria dos disléxicos tem dificuldade de origem fonológica, todavia, segundo a Teoria Magnocelular, alguns disléxicos apresentam alterações de percepção visual (Stein, 2001). E outros apresentam deficiência mista, fonológica e visual (American Psychiatric Association, 2013; Rotta et al., 2016; Solan et al., 2004).

No que se refere à estimulação visual em disléxicos, várias abordagens foram usadas nos últimos anos, com destaque para estimulação da atenção visuoespacial. A capacidade de atenção visual reflete a capacidade de processamento visual simultâneo ou processamento paralelo de múltiplos elementos e tem sido o foco de alguns estudos. Os estímulos top down seguem pela via atencional dorsal e disfunções nesta via estão associadas à dificuldade visuoespacial de leitura. Já o estímulo bottom up segue pela via atencional ventral, que recebe sinais da magnocelular para evitar sobreposições e borramento visual (Ren et al., 2023; Zhao et al., 2019).

Dois estudos basearam-se na capacidade de atenção visual e confirmaram que apenas o grupo com atenção visual alterada se beneficiou significativamente de treinamento da capacidade de atenção bottom up e da modulação de atenção top down (Ren et al., 2023; Zhao et al., 2019). Vale ressaltar que esses dois estudos foram em crianças chinesas, leitores em mandarim.

Quatro estudos aconteceram em países com grafia com alfabetos distintos do alfabeto romano: Ebrahimi e cols em persa; Heth e Lavidor (2015) em hebraico; Ren e cols e Zhao e cols em chinês. O persa e o hebraico têm alfabetos (caracteres) próprios e em ambos se escreve da direita para a esquerda (Ebrahimi et al., 2019; Heth & Lavidor, 2015). A escrita chinesa (incluindo o mandarim) é logográfica, ou seja, formada por símbolos que expressam palavras ou morfemas (unidade mínima da palavra com significado) e a escrita é feita de cima para baixo e da direita para a esquerda (Ren et al., 2023; Zhao et al., 2019). Talvez esses estudos replicados em línguas com alfabeto romano pudessem reforçar os resultados descritos.

Os três estudos em italiano (Facoetti et al., 2003; Lorusso et al., 2004; Lorusso et al., 2005), que foram publicados em anos sequenciais de 2003 a 2005, utilizaram para os seus trabalhos a classificação da dislexia de Bakker: disléxicos “tipos P” (perceptual) com estilo de leitura lento e caracterizado por fragmentações e repetições (erros demorados), e que na teoria confiam demasiado nas estratégias do hemisfério direito do cérebro. Os disléxicos “"tipos L” (linguístico) nos quais a leitura é relativamente rápida e seus erros são substituições, inversões, omissões, muitas vezes gerando palavras plausíveis e geralmente não corrigindo os erros e que na teoria dependem predominantemente de processos do hemisfério esquerdo. E, por fim, os disléxicos que têm leitura lenta e incorreta, que são considerados “tipo M” (misto). Estes autores utilizaram o programa VHSS (estimulação específica do hemisfério) de acordo com as diretrizes de Bakker e apresentação ritmada do estímulo utilizando o taquistoscópio através do programa informatizado “Flash Word”. O estudo de 2003 determinou que o treinamento hemisférico com o programa VHSS é mais eficaz se comparado ao treinamento fonológico tradicional (Facoetti et al., 2003). O estudo publicado em 2004 já não incluiu treinamento fonológico tradicional, e

sim grupos de treinamento com apresentação central do estímulo e com apresentação aleatória, nestes grupos as diferenças na melhora final da leitura não foram estatisticamente significantes, porém observou-se melhores resultados nos grupos nos quais foi usado a apresentação taquistoscópica comparada à apresentação em tempo fixo. E o estudo publicado em 2005, reafirma que a apresentação ritmada amplia o campo de resolução em disléxicos (Lorusso et al., 2005).

A aplicação de testes para diagnóstico de alterações visuais perceptuais nos disléxicos nos parece de suma importância pois a classificação do subtipo de dislexia pode orientar a programação das melhores intervenções.

Os três ensaios clínicos norte-americanos do grupo de Solan (2001, 2003 e 2004) utilizaram a terapia de movimentação ocular e velocidade de processamento visual com PAVE (precisão perceptiva- eficiência visual) e leitura guiada. O estudo publicado em 2001 comparou a terapia de compreensão de leitura individual com a terapia de movimento ocular individual, com ênfase no processamento temporal (PAVE) e concluiu que ambas as intervenções melhoraram igualmente a compreensão de leitura (Solan et al., 2001). O estudo de 2003 comparou terapia PAVE à grupo sem tratamento e concluiu que a terapia melhora significativamente a compreensão de leitura (Solan et al., 2003). E o estudo publicado em 2004 verificou que sessões de PAVE ritmadas com taquistoscópio em funções incluindo busca visual e rastreamento visual melhoram significativamente a compreensão de leitura. O autor sugere que medir a eficiência oculomotora deveria ser incluído nos exames visuais anuais (Solan et al., 2001).

Dentre os estudos incluídos nesta revisão, Heth e Lavidor (2015) propõe estimulação transcraniana por corrente contínua do córtex visual MT/ V5, dominada pela entrada magnocelular. Este método por enquanto foi testado apenas em adultos disléxicos de língua hebraica e com amostra pequena, resultando em melhora significativa da velocidade e fluência da leitura de palavras reais. Este resultado apoia o envolvimento magnocelular no processo natural de leitura. A vantagem do método é ser indolor, não invasivo, silencioso, passivo e mais rápido que os treinamentos tradicionais (Heth & Lavidor, 2015).

O estudo de Liddle, Jackson e Jackson (2005) que sincroniza exposições visuais com a frequência cardíaca (biofeedback), foi realizado em indivíduos entre 16 e 60 anos e demonstrou que o sistema nervoso parassimpático (hemisfério esquerdo) prevaleceu sobre o simpático (hemisfério direito), então houve aumento da eficiência do hemisfério cerebral esquerdo, refletido pelas melhoras discretas, mas significativas na velocidade de leitura e nomeação (atenção por concentração focada). O que provavelmente ocorreu foi uma mudança de recurso de atenção para o hemisfério especializado em linguagem, o esquerdo, e no qual estudo de imagem já demonstrou que os disléxicos têm uma conectividade interrompida, também chamada de mini negligência esquerda (Liddle et al., 2005).

O estudo de Ramsay et al. (2014) que inclui melhora da fixação binocular por treinamento da vergência horizontal, usando o programa RetCorr, apresenta amostra pequena (20 crianças). Encontrou melhora do número de palavras lidas por minuto em disléxicos com visão binocular normal e forias compensadas (Ramsay et al., 2014). Este treinamento funcionaria para reduzir a disparidade de fixação aparente durante tarefas de leitura e funcionaria como adicional a treinamentos de atenção. Talvez uma amostra maior fosse interessante para confirmar o resultado encontrado.

O estudo de Stein, Richardson e Fowler (2000), com maior amostra desta revisão, 143 crianças disléxicas entre 7 e 11 anos, envolve também a melhora da fixação binocular, agora através da oclusão da lente esquerda dos óculos fornecido durante atividades de leitura em casa, ambiente não controlado. E baseia-se no fato de que as crianças disléxicas muitas vezes referem confusão de imagens ou diplopia saltitante por ter uma fusão instável (Stein et al., 2000). Foi utilizado o sinoptóforo, um aparelho que já está

sendo descontinuado. O teste Dunlop utilizado para avaliar estabilidade ocular também não é muito fácil e exige experiência do examinador. Outra questão do método foi que todas as crianças usaram óculos tingidos de amarelo claro, o que acrescentou mais uma variável. Este estudo observou que houve melhora mais rápida da estabilização no grupo oclusão nos 3 primeiros meses com respectiva melhora da idade de leitura; mas, ao final dos 9 meses, ambos os grupos atingiram estabilidade binocular similar. A proposta deste treinamento seria válida para um curto prazo, uma vez que naturalmente a estabilidade binocular é atingida com o crescimento.

Gonzáles et al. compararam grupos de disléxicos com e sem fusão sensorial alterada e grupo de jovens leitores. Foram realizados exercícios para melhorar o rastreamento contínuo e de sacadas associados a reconhecimento de estímulos visuoespaciais e consciência fonológica através do programa "Prestar mais atenção e concentrar mais". Observou-se melhora em todos os grupos, porém o grupo com fusão sensorial alterada foi o que apresentou pior resposta (González-Castro et al., 2014). Este estudo reforça a associação entre fusão sensorial alterada, atenção visual prejudica e dislexia e a necessidade de intervenção além do treinamento fonológico.

Em suma, as crianças se beneficiam mais de uma formação centrada nas suas fraquezas relativas do que nos seus pontos fortes relativos (Gustafson et al., 2007). Ou seja, é mais proveitoso estimular disléxicos que tenham deficiência na questão perceptual visual do que estimular todos os disléxicos.

Considerações Finais

As intervenções em treinamento de atenção visuoespacial são a maioria e especialmente o treinamento ritmado com taquistoscópio parece ser o mais benéfico na melhora da qualidade de leitura em disléxicos.

Estudos em intervenção visual com amostras maiores e métodos mais uniformes se fazem necessários em disléxicos.

Declaração de Conflito

Os autores declaram não ter conflitos de interesse.

Referências

American Psychiatric Association, DSM-5 Task Force. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™ (5th ed.). American Psychiatric Publishing, Inc. https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596

Ebrahimi, L., Pouretemad, H., Khatibi, A., & Stein, J. (2019). Magnocellular based visual motion training improves reading in Persian. Scientific Reports, 9(1). https://doi.org/10.1038/s41598-018-37753-7

Facoetti, A., Luisa Lorusso, M., Paganoni, P., Umiltà, C., & Gastone Mascetti, G. (2003). The role of visuospatial attention in developmental dyslexia: Evidence from a rehabilitation study. Cognitive Brain Research, 15(2), 154–164. https://doi.org/10.1016/s0926-6410(02)00148-9

González-Castro, P., Rodríguez, C., Núñez, J. C., Vallejo, G., & González-Pienda, J. A. (2014). Altered visual sensory fusion in children with reading difficulties. Perceptual and Motor Skills, 119(3), 925–948. https://doi.org/10.2466/15.10.PMS.119c27z6

Gustafson, S., Ferreira, J., & Rönnberg, J. (2007). Phonological or orthographic training for children with phonological or orthographic decoding deficits. Dyslexia, 13(3), 211–229. https://doi.org/10.1002/dys.339

Handler, S. M., Fierson, W. M., Section on Ophthalmology; Council on Children with Disabilities; American Academy of Ophthalmology; American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus; American Association of Certified Orthoptists. (2011). Learning disabilities, dyslexia, and vision. Pediatrics, 127(3), e818–e856. https://doi.org/10.1542/peds.2010-3670

Heth, I., & Lavidor, M. (2015). Improved reading measures in adults with dyslexia following transcranial direct current stimulation treatment. Neuropsychologia, 70, 107–113. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.02.022

Liddle, E., Jackson, G., & Jackson, S. (2005). An evaluation of a visual biofeedback intervention in dyslexic adults. Dyslexia, 11(1), 61–77. https://doi.org/10.1002/dys.287

Lorusso, M. L., Facoetti, A., & Molteni, M. (2004). Hemispheric, attentional, and processing speed factors in the treatment of developmental dyslexia. Brain and Cognition, 55(2), 341–348. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.02.040

Lorusso, M. L., Facoetti, A., Toraldo, A., & Molteni, M. (2005). Tachistoscopic treatment of dyslexia changes the distribution of visual–spatial attention. Brain and Cognition, 57(2), 135–142. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.08.057

Ramsay, M. W., Davidson, C., Ljungblad, M., Tjärnberg, M., Brautaset, R., & Nilsson, M. (2014). Can vergence training improve reading in dyslexics? Strabismus, 22(4), 147–151. https://doi.org/10.3109/09273972.2014.971823

Ren, X., Li, J., Liu, J., Liu, D., & Zhao, J. (2023). Intervention targeting different visual attention span components in Chinese children with developmental dyslexia: A study based on Bundesen's theory of visual attention. Annals of Dyslexia, 73(3), 487–509. https://doi.org/10.1007/s11881-023-00288-2

Rotta, N. T., Ohlweiler, L., & Riesgo, S. (2016). Transtornos da aprendizagem (2a ed., pp. 131–175). Artmed Editora.

Solan, H. A., Larson, S., Shelley-Tremblay, J., Ficarra, A., & Silverman, M. (2001). Role of visual attention in cognitive control of oculomotor readiness in students with reading disabilities. Journal of Learning Disabilities, 34(2), 107–118. https://doi.org/10.1177/002221940103400202

Solan, H. A., Shelley-Tremblay, J., Ficarra, A., Silverman, M., & Larson, S. (2003). Effect of attention therapy on reading comprehension. Journal of Learning Disabilities, 36(6), 556–563. https://doi.org/10.1177/00222194030360060601

Solan, H. A., Shelley-Tremblay, J., Hansen, P. C., Silverman, M. E., Larson, S., & Ficarra, A. (2004). M-cell deficit and reading disability: A preliminary study of the effects of temporal vision-processing therapy. Optometry, 75(10), 640–650. https://doi.org/10.1016/s1529-1839(04)70211-0

Stein, J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. Dyslexia, 7(1), 12–36. https://doi.org/10.1002/dys.186

Stein, J., Richardson, A. J., & Fowler, M. S. (2000). Monocular occlusion can improve binocular control and reading in dyslexics. Brain, 123(1), 164–170. https://doi.org/10.1093/brain/123.1.164

Zhao, J., Liu, H., Li, J., Sun, H., Liu, Z., Gao, J., Liu, Y., & Huang, C. (2019). Improving sentence reading performance in Chinese children with developmental dyslexia by training based on visual attention span. Scientific Reports, 9(1). https://doi.org/10.1038/s41598-019-55624-7

Apêndices

Tabela 1: Autor, presença ou ausência de mascaramento e de randomização, tipos de intervenções realizadas, total de participantes, quantidade de participantes por grupo e língua dos participantes.

AUTOR	TIPO DE TRABALHO	INTERVENÇÃO	AMOSTRA TOTAL	PARTICIPANTES POR GRUPO	LÍNGUA FALADA
Ebrahimi et al. (2019)	Cego e Não randomizado	Atenção visual	24	12	Farsi (persa)
Facoetti et al. (2003)	Cego e Randomizado	Atenção visual x fonoterapia tradicional	24	12	Italiano
González-Castro et al. (2014)	Cego e Randomizado	Atenção visual e consciência fonológica	280	46,67	Espanhol
Heth, I. & Lavidor, M. (2015)	Cego e Randomizado	Estimulação transcraniana	19	9,5	Hebraico
Liddle, Jackson & Jackson (2005)	Cego e Randomizado	Biofeedback e estímulo visual	38	19	Inglês britânico (Reino Unido)
Lorusso, Facoetti &Molteni (2004)	Cego e Pseudorandomizado	Atenção visual (4 tipos)	30	7,5	Italiano
Lorusso et al. (2005)	Cego e Não randomizado	Atenção visual (2 tipos)	12	6	Italiano
Ramsay et al. (2014)	Cego e Não randomizado	Vergência	20	10	Sueco
Ren et al. (2023)	Duplo-cego e Randomizado	Atenção visual	43	10,75	Chinês
Solan et al. (2001)	Cego e Não randomizado	Atenção visual e compreensão de leitura	31	15,5	Inglês americano
Solan et al. (2003)	Cego e Randomizado	Atenção visual	30	15	Inglês americano
Solan et al. (2005)	Cego e Não randomizado	Atenção visual e leitura guiada	16	16	Inglês americano
Stein et al. (2000)	Duplo-cego e Randomizado	Fixação binocular	143	71,5	Inglês britânico (Reino Unido)
Zhao et al (2019)	Cego e Randomizado	Atenção visual	54	10	Chinês

Tabela 2: Terapias em atenção visuoespacial (autores, tipo especifico de intervenção e resumo dos resultados).

AUTOR	INTERVENÇÃO	RESULTADO
Ebrahimi et al. (2019)	AV (movimento ocular de base magnocelular)	Melhoras dos movimentos oculares sacádicos Melhora na precisão e compreensão de leitura Menos erros visuais e aumento de erros fonológicos
Facoetti et al. (2003)	AV (VHSS) x fonoterapia tradicional	Aumento da velocidade de leitura em ambos Erros médios: melhora no VHSS e piora na fonoterapia Paradigma de orientação de atenção encoberta mudou apenas no grupo VHSS (efeito de inibição)
González-Castro et al. (2014)	AV e consciência fonológica	Melhora da mecânica de leitura (pior no grupo com fusão sensorial alterada)
Lorusso, Facoetti & Molteni (2004)	AV (VHSS programada x randomizada x central com 2 durações distintas)	Todos os grupos melhoraram a precisão, a velocidade e a ortografia de leitura
Lorusso et al. (2005)	AV (VHSS programada x randomizada)	Ambos os grupos melhoraram a velocidade de leitura de palavras e a precisão de leitura
Solan et al. (2001)	AV (terapia de Movimento Ocular) e Compreensão de leitura	Independente da sequência dos treinamentos ambos os grupos melhoraram nas avaliações de leitura
Solan et al. (2004)	AV (PAVE) e leitura guiada	Todos melhoraram nos testes de leitura e de movimento coerente
Solan et al. (2005)	AV (PAVE e outros programas para aumentar a atenção)	Todos os submetidos às terapias melhoraram
Ren et al. (2023)	AV (estímulos bottom up e top down)	Treinamento botton up melhorou a velocidade de leitura de sentenças Treinamento top down melhorou a velocidade de leitura de caracteres
Zhao et al. (2019)	AV orientada (estímulos botton up) e AV controlada (estímulos top down)	Apenas os disléxicos com déficit de AV melhoraram o desempenho de leitura

AV: atenção visuoespacial

VHSS: estimulação visual específica do hemisfério

Movimento ocular: PAVE (Perceptual Accuracy-Visual Efficiency) e leitura guiada

Tabela 3: Terapias visuais diversas (autores, tipo especifico de intervenções e resumo dos resultados).

AUTOR	INTERVENÇÃO	RESULTADO
Heth, I. & Lavidor, M. (2015)	Estimulação transcraniana por corrente contínua do córtex visual V5	Melhora do número de palavras lidas por minuto sem perda de precisão
Liddle, Jackson & Jackson (2005)	Sincronização de estímulos visuais com frequência cardíaca (biofeedback) = aumento da modulação parassimpática	Melhora da fluência, leitura em 1 minuto e cópia de palavras isolada
Ramsay et al. (2014)	Treinamento em vergência horizontal com RetCorr AB	Melhora da reserva fusional e do número de palavras lidas por minuto
Stein et al. (2000)	Treinamento em controle binocular com oclusão de um olho	Fusão estável em 3 meses Taxa de progressão de leitura quase dobrou



Prematuridade e Visão

Alessandra Souza

Prematuridade e Visão

Alessandra Souza[1]

[1] Optometrista, São Paulo, São Paulo, Brasil. Email: alesouzaopto@gmail.com

Resumo:

A visão em crianças com alterações visuais causadas pela prematuridade considerando fatores ambientais e de maturação neurológica são temas de grande relevância e onde através desta revisão bibliográfica atualizada, o presente trabalho pretende contribuir com a orientação e discussão dos meios de correção e principais causas da visão subnormal. Contempla-se as características das principais causas de baixa visão e as diferentes áreas do desenvolvimento que podem ser comprometidas pelas alterações visuais nos prematuros. Apresenta uma abordagem da atuação do optometrista, e de uma equipe multidisciplinar em identificação precoce, fundamentais para intervenções nessas crianças, como orientação aos familiares, uso de auxílios ópticos e não ópticos, direitos definidos por lei e acessibilidade no Brasil para portadores de baixa visão. A avaliação pela equipe multidisciplinar tem como objetivo a inclusão social na habilitação e reabilitação visual, integralizando o conhecimento de assistentes sociais, psicólogos, oftalmologistas, ortoptistas, optometristas, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, educadores e professores.

Palavras-Chave: Baixa visão, Prematuridade, Acessibilidade.

Introdução

A prematuridade ocorre em circunstâncias diversas e imprevisíveis, em todos os lugares e classes sociais. Acarreta às famílias e à sociedade em geral um custo social e financeiro diferente para cada classe social. Exige da estrutura assistencial capacidade técnica e equipamentos nem sempre disponíveis dependendo da região do Brasil. Afeta diretamente a estrutura familiar alterando as expectativas e anseios que permeiam a Peri natalidade

Avaliar os componentes que influenciam e são influenciados pelo complexo processo do nascimento prematuro é de fundamental importância, pois o resultado esperado de uma gestação é a obtenção de um recém-nascido (RN) sadio com o mínimo trauma para a mãe. Em algumas situações, isso não é possível, devido a complicações durante a gravidez ou parto, ou com o concepto, que podem ser destacadas como principais (Ramos & Cuman, 2009):

- Infecção urinária;
- Pré-eclâmpsia;
- Descolamento prematuro de placenta;
- Diabetes gestacional;
- Distúrbios da tireoide;
- Infecções congênitas, como toxoplasmose, citomegalovírus, sífilis, aids;
- Uso de bebidas alcoólicas e drogas ilícitas.

Existem também algumas condições do bebê que podem levar a prematuridade como por exemplo: malformações fetais e presença de síndromes genéticas (Zielinsky, 1997).

O bebê prematuro costuma ter dificuldades em manter o calor do corpo, por não ter muitos depósitos de gordura, por este motivo, a temperatura do seu corpo tende a ser equivalente à do ambiente (Moreira et al., 2004).

Glaucoma Congênito CID 10 Q 15.0

O glaucoma congênito é considerado uma doença rara que afeta crianças desde o nascimento até aos 3 anos de idade. É causado pelo aumento da pressão intraocular devido ao excesso de humor aquoso presente no bulbo, podendo afetar o nervo óptico e levar à cegueira quando não tratado (Santos et al., 2022).

O bebê que nasce com glaucoma congênito apresenta sintomas como córnea turva e inchada e/ou aumento dos olhos. Nos locais em que não há o teste do olhinho só costuma ser detectado por volta dos 6 meses ou até mais tarde, o que vem a dificultar o melhor tratamento e o prognóstico visual da criança. Por esta razão, é importante que o bebê faça logo após o nascimento ou até o fim do primeiro trimestre de vida o teste do olhinho pelo oftalmologista (Amorim, 2019).

De modo geral, o prognóstico do Glaucoma congênito é bom para a maioria das pessoas, mas ele está relacionado com uma série de fatores, entre eles, o controle da evolução da doença. Quem tem glaucoma não pode pensar que o fato de estar realizando o tratamento adequado garante proteção contra um agravamento da doença. Muitas vezes, com o passar do tempo, determinado tratamento pode perder a eficácia e precisar ser trocado por outro ou deve-se associar dois ou três diferentes. Se a resposta não for satisfatória, existe a possibilidade de mudar o enfoque do tratamento e recorrer ao raio laser e, em último caso, à cirurgia, pois o tratamento é cirúrgico através da goniotomia, trabeculotomia, ou implantes de próteses de drenagem do humor aquos.

Catarata Congênita CID 10 Q 12.0

A catarata congênita é uma malformação do cristalino que se forma durante o desenvolvimento do feto e que pode afetar apenas um olho ou ambos, nesse caso, consideram-se catarata congênita bilateral (Amorim, 2019).

A catarata congênita tem cura, mas o tratamento tem que ser feito o mais rápido possível para evitar complicações na visão. O tratamento para a catarata congênita depende da gravidade, do grau de visão e da idade da criança, normalmente com cirurgia de facoemulsificação para substituição do cristalino pela introdução da lio (lente intra ocular). Geralmente, a cirurgia é num olho primeiro, e após 1 mês no outro. Nos casos de catarata congênita parcial pode ser apenas indicado o uso de colírios em vez da cirurgia.

Os principais sintomas de catarata congênita incluem o aparecimento de um ponto esbranquiçado na pupila do bebê, além disso, a criança pode apresentar também ausência completa de visão, não conseguindo enxergar. A maioria das cataratas congênitas não apresentam uma causa específica, mas as mais comuns incluem distúrbios metabólicos na gravidez, infecções da gestante com toxoplasmose, rubéola, citomegalovírus ou herpes, deformidades no desenvolvimento do crânio do bebê (Brito et al., 2015).

Retinopatia da Prematuridade CID 10 H 35.1

A retinopatia de prematuridade é uma doença ocular muito comum em bebês prematuros, que ocorre devido ao reduzido grau de desenvolvimento do olho que, normalmente ocorre durante as últimas doze semanas de gestação (Pastro & Toso, 2019).

O risco de desenvolvimento de retinopatia é maior quando menor for a idade gestacional do bebê ao nascimento, não sendo influenciado por fatores externos, atingindo principalmente os bebês prematuros com baixo peso ao nascimento, pois os bebês nascidos antes de 36 semanas podem apresentar peso abaixo de 1 kg e 600 gramas E são os mais propensos a desenvolverem a retinopatia da prematuridade (Nunes, 2012).

A retinopatia da prematuridade é o crescimento desorganizado dos vasos sanguíneos que nutrem a retina dos olhos bebê. Esses vasos podem sofrer hemorragias e, em casos mais severos, a retina pode deslocar e ocasionar a perda da visão da criança. Isso tende a ocorrer mais nos bebês prematuros pela imaturidade desses vasos sanguíneos, que só terminam sua formação ao final da gestação e nos prematuros não estão totalmente formados, pelo fato de nascerem antes do término da gestação. Mesmo crescendo após o nascimento prematuro, podem crescer de modo desorganizado, ocasionando a retinopatia (Nunes, 2012).

O tratamento para a retinopatia de prematuridade deve ter início o mais rápido possível após o diagnóstico, e tem como objetivo impedir o desenvolvimento da cegueira, que é causada pelo deslocamento da retina. Além disso, é indicado que todos os bebês diagnosticados com retinopatia de prematuridade façam consultas periódicas com o oftalmologista, pois apresentam maior risco de desenvolver outros problemas visuais como estrabismo, miopia, ambliopia ou glaucoma, por exemplo (Melo, 2009).

Recursos Ópticos e Não Ópticos para Portadores de Baixa Visão Pediatrica

Recursos ópticos são aqueles que possibilitam a ampliação de imagem, fazendo com que a visão residual para longe e perto seja favorecida. Auxílios ópticos para perto possibilitam o aumento da imagem em tarefas para bem perto dos olhos, como a escrita, leitura, jogos, trabalhos manuais, entre outros. Os recursos utilizados para perto são óculos esfero-prismáticos, esféricos e asféricos, lupas manuais ou de apoio (Haddad, 2006).

Auxílios ópticos para longe são recursos utilizados para meia distância ou longe, possibilitam a visualização de pessoas, enxergar sinais de trânsito, placas de rua, de objetos distantes, entre outros. Os recursos utilizados para longe é a telelupa ou telescópios (Gagliardo e Nobre, 2001).

Os auxílios não-ópticos são recursos que não utilizam lentes para melhorar o desempenho visual, mas são recursos que melhoram o aproveitamento da visão através de adaptações feitas no ambiente, nos moveis, na iluminação e aos recursos para leitura e para escrita, como contrastes e ampliações, usados de modo complementar ou não aos auxílios ópticos, com a finalidade de melhorar o funcionamento visual. Incluem, também, auxílios de ampliação eletrônica e de informática (Gagliardo e Nobre, 2001).

São considerados auxílios não-ópticos: iluminação natural do ambiente; uso de lâmpada incandescente e ou fluorescente no teto; contraste nas cores, por exemplo: branco e preto, preto e amarelo; visores, bonés, oclusores laterais; folhas com pautas escuras e com maior espaço entre as linhas; livros com texto ampliado; canetas com ponta porosa preta ou azul escuro; lápis (6b) com grafite mais forte; colas em relevos coloridas ou outro tipo de material para marcar objetos ou palavras; prancheta inclinada para leitura; tiposcópio: dispositivo para isolar a palavra ou sentença; circuito fechado de televisão (CCTV): consiste em um sistema de câmera de televisão acoplado a um monitor que tem por finalidade ampliar o texto focalizado pela câmera; lupa eletrônica: recurso usado para ampliação de textos e imagens (Santos et al., 2022).

Considerações Finais

Quando a intervenção precoce em crianças com baixa visão é realizada por uma equipe multidisciplinar, visando o desenvolvimento máximo da visão, exige-se muita dedicação e grande colaboração entre os pais e terapeutas. A formação de vínculo com a família pela equipe multidisciplinar, para orientar e favorecer o desenvolvimento da criança e o uso funcional da visão é um dos primeiros passos para o sucesso do tratamento aplicado ao portador de baixa visão.

Agradecimentos

A Deus pela minha vida, saúde e por nunca me deixar faltar força de vontade. A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta jornada. A todos que compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava a realização deste trabalho.

Declaração de Conflito

Não há conflito de interesses a ser declarado. O artigo fornece informações de maneira objetiva e imparcial, sem qualquer viés ou interesse próprio. O objetivo é auxiliar e oferecer suporte nas solicitações dos usuários, garantindo uma interação transparente e ética.

Referências

Amorim, T. P. L. (2019). *Acuidade visual e visão de cores no tratamento cirúrgico precoce e tardio da catarata congênita* [Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo]. https://doi.org/10.11606/D.47.2019.tde-19072019-153810

Brito, D. T. F., Agra, G., & Bezerra, H. L. (2015). Aspectos fisiopatológicos, terapêuticos e cirúrgicos da catarata congênita. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/325020511_Aspectos_Fisiopatologicos_Terapeuticos_e_Cirurgicos_da_Catarata_Congenita

Gagliardo, H. G. R. G., & Nobre, M. I. R. S. (2001). Intervenção precoce na criança com baixa visão. *Revista Neurociências*, *9*(1), 16-19. https://doi.org/10.34024/rnc.2001.v9.8928

Haddad, M. A. O. (2006). *Habilitação e reabilitação visual de escolares com baixa visão: aspectos médico-sociais* [Tese de doutorado, Universidade de São Paulo]. https://doi.org/10.11606/T.5.2006.tde-23112006-133322

Melo, D. D. M. (2009). *Diagnóstico precoce e tratamento adequado: ações fundamentais para a prevenção de cegueira causada pela retinopatia da prematuridade* [Trabalho de conclusão de curso, Universidade de Brasília]. https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/4696/3/2009_DanieledeMoraesMelo.pdf

Moreira, M. E. L., Lopes, J. M. A., & Carvalho, M. (Orgs.). (2004). *O recém-nascido de alto risco: teoria e prática do cuidar*. Editora FIOCRUZ. https://books.scielo.org/id/wcgvd/pdf/moreira-9788575412374-01.pdf

Nunes, A. C. (2012). *Produção científica em retinopatia da prematuridade: um estudo bibliométrico do fator de risco para alterações visuais* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos]. https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/3115

Pastro, J., & Toso, B. R. G. O. (2019). Influence of oxygen in the development of retinopathy of prematurity. *Revista Brasileira de Enfermagem*, *72*(3), 1-8. https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0361

Ramos, H. A. C., & Cuman, R. K. N. (2009). Fatores de risco para prematuridade: pesquisa documental. *Escola Anna Nery Revista de Enfermagem*, *13*(2), 297-304. https://doi.org/10.1590/S1414-81452009000200009

Santos, V. B. O., Carvalho, P. V. R., Jatobá, A., Siqueira, A. P. L., & Abreu Mól, A. C. (2022). Tecnologias digitais no trabalho pedagógico com pessoas que possuem baixa visão: revisão sistemática da literatura. *Educação Online*, *17*(40), 40-60. https://doi.org/10.36556/eol.v17i40.1146

Zielinsky, P. (1997). Malformações cardíacas fetais: diagnóstico e conduta. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, *69*(3), 209-218. https://doi.org/10.1590/S0066-782X1997000900014

Avaliação da Visão Funcional em Indivíduos com Deficiência Visual: uma Revisão Bibliográfica

Graciela Souza Silva

Avaliação da Visão Funcional em Indivíduos com Deficiência Visual: uma Revisão Bibliográfica

Graciela Souza Silva[1]

[1] Pedagoga, São Paulo, SP, Brasil. Email: graciela.silva@professor.barueri.br

Resumo:

A deficiência visual abrange cegueira, baixa visão e visão monocular. Um oftalmologista realiza avaliações clínicas para diagnosticar e determinar o prognóstico dessas condições. É fundamental compreender que cada pessoa é única, o que significa que indivíduos com o mesmo diagnóstico de deficiência visual podem apresentar níveis variados de funcionalidade nas suas tarefas diárias. A Avaliação Funcional da Visão fornece informações sobre como os indivíduos com deficiência visual se envolvem nas suas atividades diárias e as potenciais limitações que podem enfrentar. O objetivo desta revisão de literatura é examinar a visão funcional em indivíduos com deficiência visual e identificar os desafios que eles enfrentam. Para tanto, foi realizada uma extensa busca em diversas bases de dados disponíveis no Portal de Periódicos da Capes, incluindo BIREME, PUBMED, COCHRANE, SCIELO e LILACS. Inicialmente, foi utilizado um conjunto abrangente de palavras-chave em português e inglês, com foco em termos como funções visuais e avaliação funcional. Os estudos foram selecionados por meio de busca eletrônica nas bases de dados PubMed, Periódico Capes e BVS. A importância da contribuição da AFV para indivíduos com deficiência visual é afirmada ao abordar as questões iniciais levantadas. Esta revisão oferece informações vitais sobre a visão residual de indivíduos com deficiência, equipando os profissionais com estratégias eficazes para promover a independência entre aqueles com deficiência visual. Além disso, os terapeutas utilizam a AFV para desenvolver programas de intervenção precoce para crianças, embora a sua implementação a nível escolar seja atualmente limitada. O objetivo final deste trabalho é sensibilizar e gerar interesse no uso da AFV em indivíduos com deficiência visual, ao mesmo tempo que destina mais recursos e atenção a este assunto. Ao integrar estes esforços, pode ser estabelecido um sistema de cuidados mais abrangente, simplificado e de alta qualidade, permitindo que os indivíduos com deficiência visual naveguem pelo seu entorno com segurança e autonomia.

Palavras-Chave: Avaliação Visão Funcional. Deficiência Visual. Alterações na Visão.

Introdução

O sentido da visão é incomparável em sua complexidade, oferecendo informações valiosas sobre o ambiente externo, transmitindo detalhes sobre as dimensões, localização, proximidade, matiz e forma dos elementos e indivíduos circundantes. Além disso, durante os estágios iniciais da infância, a visão assume um papel crucial na promoção do crescimento de habilidades vitais, como comunicação, consciência espacial, coordenação motora e comportamento proposital (Rossi, 2016).

Autores de vários países demonstraram grande interesse em estudar as funções visuais, destacando a importância da visão. Quando se trata de bebês e crianças, a acuidade visual é a função visual avaliada com mais frequência. No entanto, a ligação entre a acuidade e as exigências das funções guiadas pela visão em indivíduos com deficiências de desenvolvimento apresenta apenas correlações moderadas (Rossi, 2016).

Ao avaliar o comportamento visual de um indivíduo, podemos identificar eficazmente quaisquer alterações na sua visão, tomando assim medidas proativas para prevenir deficiências e abordar questões relacionadas com a saúde ocular e o neurodesenvolvimento. (Ribeiro, 2023). Embora existam avaliações disponíveis no Brasil e em outros países para

avaliar a visão funcional em crianças, faltam informações abrangentes que justifiquem seu uso em avaliações específicas. Além disso, há uma escassez de pesquisas em psicofísica e estudos psicosensoriais que forneçam uma base sólida para essas avaliações.

O conceito de "visão funcional" refere-se à capacidade de um indivíduo utilizar sua visão nas diversas tarefas e rotinas da vida cotidiana. A "função visual", por outro lado, refere-se à clareza e nitidez da visão em diferentes condições de iluminação, abrangendo aspectos como percepção visual, sensibilidade ao contraste, campo visual, percepção de profundidade e absorção de luz (Figueira, 2000).

Embora compartilhem nomes semelhantes e sirvam como complementos entre si, as avaliações da função visual e da visão funcional diferem em suas abordagens (Ribeiro, 2023).

A avaliação da função visual envolve avaliações quantitativas realizadas por oftalmologistas. Esses exames visam medir a extensão da capacidade visual com a melhor correção óptica possível. O objetivo é diagnosticar qualquer deficiência visual que persista mesmo após correção óptica, tratamento clínico ou intervenção cirúrgica. Por outro lado, a Visão Funcional centra-se numa avaliação qualitativa através da observação e interpretação do comportamento (Ribeiro, 2023). Essa avaliação ocorre em diversos ambientes e utiliza diversos recursos e abordagens adaptadas por profissionais de saúde, educação, habilitação, reabilitação e serviços educacionais especializados. Seu objetivo é compreender como as condições visuais impactam as atividades educacionais e de vida diária (Ribeiro, 2023). Apesar de sua diferenciação, existe uma dificuldade em encontrar trabalhos específicos sobre a avaliação funcional no meio acadêmico, ocasionando a mistura dos termos e uma utilização errônea (Rossi, 2016).

A maioria dos indivíduos com deficiência visual enfrenta desafios no acesso a centros especializados e no recebimento de diagnósticos oportunos, levando a atrasos nas avaliações oftalmológicas e nos serviços de estimulação visual.

Este atraso prejudica o seu desenvolvimento visual durante o período crítico e tem um impacto significativo no desenvolvimento global (Nobre, 2009).

O objetivo deste estudo foi apresentar uma revisão bibliográfica sobre a visão funcional em indivíduos com deficiência visual e identificar as dificuldades encontradas.

A pesquisa utilizou uma abordagem de desenvolvimento humano ecológico e empregou observações comportamentais em situações cotidianas, bem como o teste Lea Gratings. Os resultados destacaram a importância de fornecer apoio e orientação aos familiares de indivíduos com deficiência visual.

Métodos

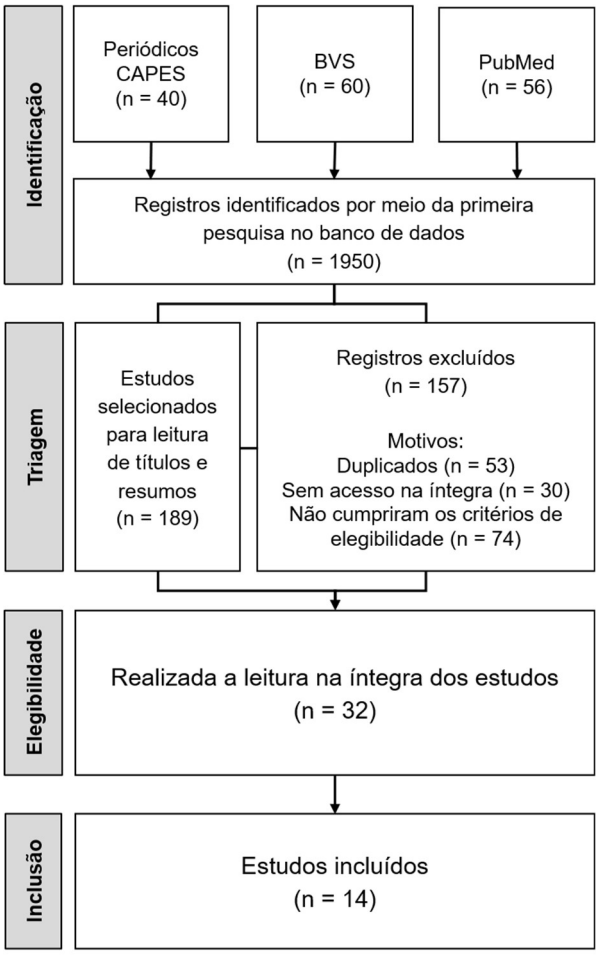
No domínio da saúde, a abundância e a complexidade da informação exigem o desenvolvimento de ferramentas enraizadas na investigação científica. Essas ferramentas devem ser capazes de delinear etapas metodológicas concisas e permitir que os profissionais utilizem efetivamente as evidências derivadas de numerosos estudos. Por isso, no presente trabalho utiliza-se a metodologia da revisão integrativa, que surge como meio de sintetizar o conhecimento e incorporar as implicações práticas de resultados significativos de pesquisas. Ao realizar uma revisão integrativa, pode-se verificar o entendimento atual de um tema específico, identificando, analisando e sintetizando resultados de estudos independentes sobre o mesmo assunto.

O objetivo desta revisão foi fornecer uma visão geral dos diversos modelos utilizados para avaliar a visão funcional em indivíduos com deficiência visual. Para reunir informações relevantes, foi realizada uma busca minuciosa em diversas bases de dados disponíveis no Portal de Periódicos Capes, incluindo BIREME, PUBMED, COCHRANE, SCIELO e LILACS. Inicialmente, foi utilizada uma ampla gama de

palavras-chave em português e inglês, com foco em termos como funções visuais e avaliação funcional, avaliação funcional da visão, o exame das vias visuais dorsal e ventral, a avaliação da visão central e periférica e a análise do processamento visual. Além disso, o desenvolvimento visual, a estimulação visual, a acuidade visual, o campo visual, a sensibilidade ao contraste e a baixa visão também são fatores importantes a serem considerados na pesquisa como descritores. Contudo, há escassez de literatura focada especificamente na avaliação desses aspectos em indivíduos com deficiência visual. O estudo começará examinando e apresentando as terminologias e definições enfatizadas na literatura, especificamente aquelas relacionadas à visão funcional e sua avaliação em indivíduos com deficiência visual.

Resultados

Figura 1
Fluxograma do processo de seleção dos estudos para inclusão na revisão integrativa, segundo o modelo PRISMA
Fonte: A Autora (2024)



Legenda: N = Número de artigos

Discussão

A categoria de deficiência visual abrange três condições distintas: cegueira, baixa visão e visão monocular. A cegueira refere-se à incapacidade de perceber a luz ou uma figura e, em casos graves, é conhecida como cegueira total ou amaurose. A baixa visão, também conhecida como visão subnormal, ocorre quando a visão de uma pessoa permanece

obscura, mesmo com o uso de lentes corretivas e cirurgia ocular. A visão monocular, por outro lado, refere-se à ausência de visão em um olho. De acordo com a Lei 14.126/2021, a visão monocular é considerada uma forma de deficiência visual. A deficiência visual pode ser congênita, presente desde o nascimento, ou adquirida, resultante de acidentes ou doenças. Alguns autores preferem usar o termo "adventícia" em vez de "adquirida" para descrever esta última condição.

Para obter uma compreensão mais profunda da deficiência visual, é essencial ter algum conhecimento sobre o sistema visual e as suas diversas funções, especificamente a acuidade visual e o campo visual. O sistema visual consiste no globo ocular e em uma complexa rede de nervos que trabalham juntos para converter as vibrações da luz em sinais elétricos para o cérebro processar e interpretar (Mercuri, 2017). Embora muitos acreditem que os próprios olhos são responsáveis por ver, a verdade é que é o nosso cérebro quem, em última análise, interpreta os raios de luz que entram nos nossos olhos, permitindo-nos perceber e compreender os estímulos visuais.

Em termos de funções visuais, como acuidade visual e campo visual, Mercuri (2017) fornece informações sobre suas definições. A acuidade visual permite-nos perceber o tamanho e a clareza de um objeto, bem como a distância entre dois pontos, com base num padrão de visão normal. Por outro lado, o conceito de campo visual abrange a gama de estímulos que o olho humano pode detectar através de um amplo espectro de visão. Esses estímulos podem ser detectados através da visão central e periférica. Ao observar objetos a partir de um ponto fixo, o campo visual serve como um mapa dos objetos visualizados.

Indivíduos que possuem deficiência visual na acuidade visual e no campo visual podem encontrar desafios em sua visão (Matos, 2018). O oftalmologista é responsável por avaliar essas funções visuais por meio de diversos exames. Nos laudos oftalmológicos, juntamente com o diagnóstico, as medidas de acuidade visual e campo visual são documentadas em decimais (ou frações) e graus, respectivamente. Essas medidas são então analisadas pelo oftalmologista utilizando instrumentos e testes especializados, como tabelas.

Segundo Matos (2018), indivíduos cegos ou com baixa visão enfrentam desafios e exigências únicas. Esses indivíduos podem vivenciar implicações sociais e encontrar retrocessos em seu desenvolvimento psicológico, educacional e motor, afetando diversos aspectos de suas vidas. Não obstante, Matos (2018) afirma que:

> Apesar da falta de visão, os indivíduos com deficiência visual ainda podem participar de interação social e aprendizagem. Ao empregar métodos de ensino adequados e utilizar recursos apropriados, estes indivíduos recebem um ambiente que melhora as suas capacidades tanto como seres humanos como como membros da sociedade. (p. 40)

Ao adaptar recursos e técnicas para acomodar as deficiências visuais e, ao mesmo tempo, respeitar as necessidades únicas de cada indivíduo, é possível mitigar estes desafios. Métodos ilustrativos incluem a utilização do Sistema Braille para leitura e escrita, audiodescrição e implementação de práticas de O&M, entre outras estratégias.

A falta de recursos necessários na sociedade resulta em deficiência, o que impede que os indivíduos com deficiência gozem de direitos iguais. No caso dos indivíduos com baixa visão, a sua percepção visual varia muito, influenciando a forma como veem e o que são capazes de ver. Para compreender melhor como os indivíduos com baixa visão utilizam sua visão residual, é crucial compreender as funções visuais, a acuidade visual e o campo visual em relação a essa condição (Salomão, 2007). Lamentavelmente, os indivíduos com visão subnormal são frequentemente sujeitos a conceitos errados e julgamentos injustos, como se tivessem uma visão perfeita ou não tivessem visão alguma. Como destaca Mercuri (2017), a condição visual dos indivíduos com baixa visão é instável e pode oscilar dependendo de diversos

fatores como tempo, estado emocional, circunstâncias e condições de iluminação.

Segundo Haddad (2001), indivíduos com baixa visão passam por uma avaliação oftalmológica para coletar dados sobre suas capacidades visuais. Esta avaliação inclui um exame de acuidade visual para longe e perto, campo visual, sensibilidade ao contraste e visão de cores.

Avaliações clínicas regulares com oftalmologistas são cruciais para indivíduos com deficiência visual, a fim de avaliar continuamente suas funções visuais. Isto é particularmente importante para aqueles com visão subnormal, pois muitas vezes experimentam um declínio acelerado na visão residual (Ribeiro, 2023).

Segundo Haddad (2001), as deficiências visuais podem ser identificadas por meio de dados de avaliação oftalmológica. Lopes (2009) enfatizam a importância da avaliação clínica precoce na medição das funções visuais através de testes objetivos e subjetivos. Destacam a importância desta avaliação no planejamento de atividades e prescrições que melhorem o prognóstico e complementem a avaliação funcional da visão.

Ao utilizar a AFV e realizar avaliações clínicas, reunimos informações valiosas que melhoram a nossa compreensão da extensão da deficiência visual em indivíduos com perda de visão, bem como o potencial de utilização de qualquer visão remanescente (Mayer, 2019). Esse conhecimento é indispensável para os profissionais que prestam apoio a esses indivíduos, esclarecedor para os familiares que ganham consciência da deficiência visual e fundamental para o próprio deficiente visual, capacitando-o a compreender e utilizar de forma eficaz sua visão residual e fazer os ajustes necessários.

> No âmbito da avaliação clínica e oftalmológica, a Avaliação das Funções Visuais engloba a aquisição de dados diagnósticos e prognósticos. Isso inclui avaliar a acuidade visual, campo visual, sensibilidade ao contraste e visão de cores, bem como fornecer prescrições de auxílios ópticos quando necessário. Por outro lado, a AFV concentra-se na funcionalidade e nas experiências do indivíduo relacionadas à visão (Salomão, 2007, p.98).

É importante ressaltar que o termo “AFV” possui diferentes interpretações entre diversos profissionais, incluindo oftalmologistas, terapeutas e educadores, conforme destacado por Pimenta (2020). Alguns consideram a avaliação funcional, enquanto outros utilizam um sistema de pontuação para avaliação funcional da visão. Além disso, alguns especialistas equiparam a função visual à visão funcional. Portanto, fica claro que essas avaliações não são intercambiáveis e devem ser utilizadas em conjunto entre si.

O objetivo do AFV é determinar as habilidades e limitações de um indivíduo na execução de tarefas e os motivos de sua necessidade de assistência (Harris, 2005). Este método de avaliação envolve um processo de avaliação qualitativo e contínuo, permitindo-nos compreender como os indivíduos com deficiência visual interagem com o seu entorno e com outras pessoas (Lopes, 2009). Ao examinar as informações fornecidas pela AFV, podemos compreender melhor as experiências visuais e as interações dos indivíduos com deficiência visual.

O objetivo da AFV é conscientizar sobre o potencial dos indivíduos com deficiência visual na condução de suas tarefas diárias utilizando a visão remanescente, que é classificada como contínua devido à sua natureza processual. A informação recolhida a partir da FAV serve de apoio crucial para a promoção da igualdade nas rotinas diárias tanto dos deficientes visuais como dos videntes (Mayer, 2019).

Para a realização é fundamental um ambiente calmo e com iluminação agradável. Antes de se envolver em qualquer atividade que envolva as ferramentas de avaliação, é imperativo considerar o comportamento do indivíduo desde o momento em que chega e como ele navega e se apresenta no seu entorno. Estas observações

também devem ser feitas durante a entrevista inicial (Mayer, 2019). Por meio dessa entrevista, juntamente com o laudo oftalmológico, coleta-se informações sobre a natureza da deficiência visual, se ela é congênita ou adquirida, se há alguma alteração na visão e como se desenrola o dia a dia da pessoa, incluindo suas experiências em casa, no trabalho e em ambientes educacionais.

> Depois de coletarmos os dados necessários, realizamos uma série de atividades utilizando diversas ferramentas, que podem variar dependendo do profissional. Essas ferramentas podem incluir pequenos objetos, jogos envolvendo cores e frases apresentadas em diversos contrastes e fontes. Através destes instrumentos, somos capazes de observar informalmente o comportamento visual e obter informações sobre como os indivíduos com deficiência utilizam a visão restante nas suas tarefas diárias (Nobre, 2009, p.152).

Com base na revisão de literatura realizada por Jan (2018) em relação à AFV em crianças, é evidente que existem várias abordagens para a realização da AFV, incluindo observação e/ou questionários. O estudo destaca a necessidade de mais pesquisas nesta área, o que representa um desafio para os profissionais que trabalham com pessoas com deficiência visual, principalmente aquelas com baixa visão. Embora reconheçamos a existência de diferentes modelos utilizados pelos profissionais durante AFV, não cabe neste trabalho aprofundá-los.

É fundamental reconhecer que a AFV deve ser realizada exclusivamente por indivíduos com experiência na área da Educação ou da Saúde, com especialização em Deficiência Visual. Juntamente com o seu conhecimento, devem também possuir vasta experiência e proficiência técnica neste domínio específico.

Segundo Ribeiro (2023), o AFV fornece as orientações e intervenções necessárias para desenvolver um programa adaptado às necessidades específicas dos indivíduos com deficiência visual. Inúmeros estudos na literatura têm focado na AFV em prematuros e recém-nascidos, com e sem comorbidades, para reunir dados para o programa de cuidados de intervenção precoce para essas crianças. Esse programa, conforme destacado por Nobre (2009), envolve uma abordagem interdisciplinar, com colaboração entre médicos, terapeutas e famílias, exigindo dos profissionais envolvidos um profundo conhecimento do desenvolvimento humano. É crucial enfatizar que uma compreensão abrangente do desenvolvimento da visão é essencial quando se trabalha com bebês com deficiência visual. imparidade.

Segundo Figueira (2000), a Avaliação do Funcionamento Adaptativo (AFV) no ambiente escolar tem como foco monitorar o desempenho dos alunos em suas atividades diárias, incluindo sua navegação e mobilidade em diferentes ambientes, seu comportamento durante as refeições, suas preferências lúdicas e materiais, bem como como sua capacidade de concluir com êxito as tarefas escolares. O objetivo principal desta avaliação é identificar os recursos específicos necessários para que os alunos participem ativamente no campo educacional de forma equitativa.

Conclusão

O foco deste estudo foi destacar a importância da AFV para indivíduos com deficiência visual. Ao longo do estudo, ficou evidente que a AFV, juntamente com a anamnese e avaliação clínica das funções visuais, desempenha um papel crucial no desenvolvimento de um tratamento e acompanhamento eficaz. Ao utilizar a AFV, torna-se possível obter insights sobre as percepções dos indivíduos com deficiência visual, contribuindo assim para o objetivo final, que é capacitar esses indivíduos e garantir uma qualidade de vida e inclusão positiva. É importante ressaltar que os profissionais que realizam AFV nas áreas de Educação e Saúde possuem conhecimento especializado,

experiência e conhecimento técnico na área de Deficiência Visual.

Ao abordar as questões iniciais colocadas, afirmamos a importância da contribuição da AVF para indivíduos com deficiência visual. Esta avaliação fornece informações cruciais sobre a utilização da visão residual de indivíduos com deficiência, equipando os profissionais com estratégias eficazes para promover a independência entre aqueles com deficiência visual. Além disso, os terapeutas empregam a AFV para conceber programas de intervenção precoce para crianças, mas a sua implementação a nível escolar permanece limitada. Assim, mais pesquisas são necessárias para explorar a aplicabilidade da AFV, permitindo que os profissionais com deficiência visual reconheçam seu valor e incorporem-na em sua prática.

A aspiração na realização deste trabalho é que o mesmo proporcione maior conscientização e interesse na utilização da AFV para indivíduos com deficiência visual, ao mesmo disponibilize maiores recursos e atenção a este tema. Esta integração resultará num sistema de cuidados de mais abrangente, eficiente e de alta qualidade, permitindo assim que pessoas com deficiência visual naveguem pelo seu entorno com segurança e independência.

Agradecimentos

Expresso minha gratidão a Deus que sempre me protege e me guia.

Agradeço aos meus pais pelas palavras de incentivo e pelos esforços incansáveis que fizeram ao longo da vida.

Estendo minha mais profunda gratidão aos meus professores pelo apoio, críticas construtivas e incentivo constante ao longo de minha jornada.

Gostaria de expressar a minha gratidão a todos aqueles que estiveram envolvidos, direta ou indiretamente, na minha formação. Muito obrigada!

Declaração de Conflito

Na exploração do assunto, foi notada uma escassez de literatura e informações limitadas relativas a este tópico específico, tornando difícil gerar uma discussão abrangente e bem-informada. A autora deste artigo está aberta a potenciais oportunidades de instituições de pesquisa para conduzir um estudo centrado no assunto abordado neste artigo.

Referências

Brasil. (2021). Lei nº 14.126, de 22 de março de 2021: Classifica a visão monocular como deficiência sensorial, do tipo visual. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2021/L14126.htm

Figueira, M. M. A. (2000). Assistência fisioterápica à criança portadora de cegueira congênita. Revista Benjamim Constant, 17, Artigo 2: Tema Fisioterapia.

Haddad, M. A. O. (2001). Baixa visão na infância: Manual básico para oftalmologistas. Laramara.

Harris, S. R. (2005). Stability of the Bayley II scales of infant development in a sample of low-risk infants. Developmental Medicine & Child Neurology, 47(11), 751-756. https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2005.tb01075.x

Jan, J. (2018). Cortical visual impairment: Facts, theories and rehabilitation. In American Foundation for the Blind & ICEVI International Conference (pp. 1-10). Columbia, Canadá.

Lopes, M. C. (2009). Avaliação da qualidade de vida relacionada à visão em crianças com catarata congênita bilateral. Arquivos Brasileiros de Oftalmologia, 72(2), 153-157. https://doi.org/10.5935/0004-2749.20090041

Mayer, D. L. (2019). Monocular acuity norms for the Teller acuity cards between ages one month and four years. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 36(3), 671-685. https://doi.org/10.1167/iovs.15-17484

Matos, I. S. (2018). Deficiência visual: Sistema e função visual (Curso de especialização em Orientação e Mobilidade). IFCE.

Mercuri, E. (2017). The development of vision. Early Human Development, 83(12), 795-800. https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2017.07.005

Nobre, M. I. R. S., Oliveira, L. L., & Costa, T. A. (2009). Atendimento de terapia ocupacional em serviço de visão subnormal: Caracterização dos usuários. Revista Benjamin Constant, 43, 45-56.

Pimenta, G. M. (2020). Uso do teste Lea Gratings para avaliação da acuidade visual de resolução de grades em lactentes normais (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP).

Ribeiro, F. (2023). The importance of functional vision in cataract surgery. In Individualizing Patients Outcomes for Presbyopia Correcting IOLs (pp. 24-28). EuroTimes Supplement.

Rossi, L. D. F. (2016). Avaliação da visão funcional (AVIF) para crianças de dois a seis anos com baixa visão: Exame de confiabilidade e de validade (Dissertação de Mestrado em Ciências da Saúde da Criança e do Adolescente, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG).

Salomão, S. R. (2007). Desenvolvimento da acuidade visual de notas. Psicologia USP, 18(2), 63-8. https://doi.org/10.1590/S0103-65642007000200007

Eficácia da Suplementação da Melatonina na Regulação do Ritmo Circadiano em Indivíduos Cegos: uma Revisão Sistemática

Me. Daniela Pantaleão Ferreira
Me. Flávia Lígia Silva

Eficácia da Suplementação da Melatonina na Regulação do Ritmo Circadiano em Indivíduos Cegos: uma Revisão Sistemática

Me. Daniela Pantaleão Ferreira[1], Me. Flávia Lígia Silva[2]

[1] Fisioterapeuta do Centro de Reabilitação Naide Brito Carvalho, Jataí, Goiás, Brazil. Email: danifpantaleao@hotmail.com

[2] Fisioterapeuta do Centro de Reabilitação Naide Brito Carvalho, Jataí, Goiás, Brazil. Email: flavialigiasilva@gmail.com

Resumo:

A cegueira, seja congênita ou adquirida, pode levar à desregulação do ciclo circadiano, o sistema interno que regula o ritmo natural de sono-vigília. Essa desregulação pode ter diversos impactos negativos na saúde física e mental dos indivíduos afetados, incluindo dificuldades de sono, distúrbios do humor, obesidade, diabetes e doenças cardíacas.A melatonina é um hormônio produzido pela glândula pineal que influencia o sistema circadiano humano. Diversos estudos demonstraram que a administração de melatonina em doses diárias pode adiantar o ritmo plasmático da melatonina em indivíduos cegos, o que pode ajudar a regular o ciclo sono-vigília. O objetivo desta revisão sistemática foi avaliar a efetividade da melatonina no tratamento do distúrbio não-24-horas do sono-vigília em pessoas cegas. Foi realizada uma busca abrangente em diversas bases de dados científicas, como *Embase, CINAHL, Pubmed, Scopus, Web of science e ProQuest*. Foram selecionados estudos que avaliaram a efetividade da melatonina no tratamento do distúrbio não-24-horas do sono-vigília em adultos cegos. A revisão incluiu quatro estudos e cinco artigos com um total de 33 participantes. Os estudos avaliaram a efetividade da melatonina em diferentes doses e por diferentes períodos de tempo. Os resultados da revisão mostraram que a melatonina é um tratamento eficaz para o distúrbio não-24-horas do sono-vigília em pessoas cegas. A melatonina foi eficaz em arrastar o ritmo circadiano em doses de 0,5 e 10 mg, e em estabilizar o ritmo circadiano em doses de 5 mg. A melatonina também apresentou melhora na qualidade do sono e não apresentou efeitos colaterais significativos. Conclui-se que a melatonina é um tratamento eficaz e seguro para o distúrbio não-24-horas do sono-vigília em pessoas cegas.

Palavras-Chave: Cegueira, Ritmo Circadiano, Melatonina, Regulação do Sono.

Introdução

A cegueira, seja congênita ou adquirida, pode desregular o ciclo circadiano, responsável por regular o ritmo natural de sono-vigília. Essa desregulação pode acarretar uma série de problemas para a saúde física e mental dos indivíduos afetados, como dificuldades de sono, distúrbios do humor, além de complicações físicas como obesidade, diabetes e doenças cardíacas. Seres vivos, incluindo humanos, possuem ritmos biológicos em diferentes frequências, destacando-se os ritmos circadianos, com um período de cerca de 24 horas, que coordenam processos fisiológicos essenciais. O "maestro interno" que controla esse ritmo é o núcleo supraquiasmático do hipotálamo, cuja sincronização é influenciada por fatores ambientais como a luz solar (Dauvilliers et al., 2017)

Para se ajustar ao ciclo claro/escuro, o ritmo circadiano precisa ser reajustado diariamente com base em sinais ambientais, especialmente a luz que alcança a retina. Contudo, em pessoas com perda de visão bilateral ou cegueira, essa sincronização não ocorre naturalmente devido à falta de estímulo luminoso no núcleo supraquiasmático, levando a uma desregulação persistente do ciclo circadiano (Uchiyama &

Lockley, 2009). A melatonina, hormônio produzido pela glândula pineal, influencia o sistema circadiano humano, e estudos demonstraram que doses diárias podem adiantar o ritmo plasmático da melatonina em indivíduos cegos (Skene & Arendt, 2007).

O Distúrbio não-24-horas do Sono-Vigília afeta principalmente pessoas cegas, com uma prevalência estimada de 50% a 80% (Young et al., 2016). Considerando o número significativo de pessoas cegas no mundo, segundo a Organização Mundial da Saúde, são pelo menos 2,2 bilhões de pessoas que têm deficiência de visão ou cegueira (World Health Organization, 2019). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Brasil, são mais de 6,5 milhões de pessoas que enfrentam a deficiência visual, sendo que 582 mil possuem cegueira (Oliveira, et al. 2017). Essa condição representa um desafio importante para a saúde desses indivíduos. Fatores como gênero, etnia, idade e tipo de cegueira podem influenciar sua ocorrência. Até 70% dos indivíduos totalmente cegos apresentam um ritmo circadiano anormal, sendo o tipo mais comum o "ritmo livre" (Young et al., 2016). Os efeitos da não-24- horas podem ser profundos, impactando a qualidade de vida dos afetados e demandando uma atenção crescente dos profissionais da saúde e de pesquisa, visando desenvolver tratamentos mais eficazes e compreender os mecanismos subjacentes a essa complexa desordem.

Diante destes dados é importante que se tenha um consenso sobre uma terapia medicamentosa que possa minimizar e/ou eliminar os efeitos da desregulação do ritmo circadiano em pessoas cegas para que essa população possa ter melhor qualidade de vida

Método

Desenho do estudo

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura. Para atingir o objetivo do estudo, foi elaborada uma pergunta embasada na estratégia PICOS (Patient Intervention Comparison Outcome Study Design): A melatonina ajuda a melhorar o sono em pessoas cegas?

P (população) = adultos (≥ 18 anos) diagnosticados com cegueira.

I (intervenção) = uso de melatonina oral ou transdérmica.

C (comparação) = não usar melatonina ou qualquer outra intervenção medicamentosa.

O (resultados) = Regulação do sono ou ciclo circadiano.

S (desenho do estudo) = ensaios clínicos randomizados ou estudos de antes e depois.

Critérios de elegibilidade

Critérios de Inclusão:

Foram incluídos estudos com adultos ≥ 18 anos de ambos os sexos, diagnosticados com cegueira total adquirida ou congênita de acordo com o exame médico (exame físico - acuidade visual); ritmo circadiano não 24 horas avaliado por meio de questionário do sono, amostras da melatonina plasmática e polissonografia; uso da melatonina oral ou transdérmica.

Critérios de Exclusão:

Foram excluídos os seguintes estudos: indivíduos cegos associados a outras comorbidades (Ex: doenças neurológicas, psiquiátricas); indivíduos que estivessem em uso de outra medicação que não seja a melatonina para regular o ciclo circadiano não 24 horas; trabalhadores noturnos e jet Lag.

Fonte dos dados

A busca foi realizada nas Bases de dados: *Embase, CINAHL, Pubmed, Scopus, Web of science e ProQuest*. Foram usadas combinações de pesquisa usando os Medical Subject Headings (MeSH), e foram acrescentadas outras palavras-chave frequentemente encontradas em estudos da temática.

Estratégia de busca

Foram utilizados os descritores indexados e termos livres com a combinação das seguintes expressões: (“Adult” OR “Adults” AND “Blindness” OR “Blindness, Cortical Blindness” OR “Visually Impaired Persons” AND “Melatonin” OR “Drug Chronotherapy” AND “Sleep Initiation and Maintenance Disorders” AND “Sleep Disorders, Circadian Rhythm”). Essa estratégia foi qualificada por meio do formulário *Peer Review of Electronic Search Strategies* (PRESS) e revisada por uma pessoa com mais experiência em construção de estratégia de busca para revisões sistemáticas.

Seleção dos estudos

Foi utilizada a ferramenta gratuita de triagem de revisão sistemática Rayyan para seleção dos estudos com cegamento entre os dois pesquisadores independentes e um terceiro foi consultado nos casos de discordância entre os resultados dos dois primeiros. Os estudos duplicados foram removidos nesta fase.

Extração dos dados

A ferramenta de inteligência artificial Elicit foi usada para extração dos dados dos estudos considerando as seguintes informações: título, autor, tipo de estudo, ano de publicação, desfecho principal investigado, intervenção principal investigada, tamanho da amostra, local da coleta de dados, país, delineamento, avaliação do desfecho, definição da intervenção e resultados principais. Após extração, houve revisão pelos autores do conteúdo extraído e registrado no documento.

Risco de Viés

O risco de viés dos estudos incluídos na revisão foi avaliado utilizando a ferramenta ROBINS-I (*The Risk of Bias In Non-randomized Studies - of interventions*). A avaliação foi realizada por dois pesquisadores independentes e incluiu a análise do risco de viés em relação à confusão, a seleção dos participantes, a classificação de intervenções, os desvios de intervenções pretendidas, a falta de dados, a aferição dos resultados e seleção dos resultados relatados. Cada domínio obteve a classificação do risco de viés que poderia ser: baixa, moderada, séria ou crítica.

Análise de Dados

A análise de dados ocorreu de forma qualitativa com a síntese dos resultados por meio de tabelas, conforme variáveis descrita no item de extração de dados.

Protocolo de pesquisa

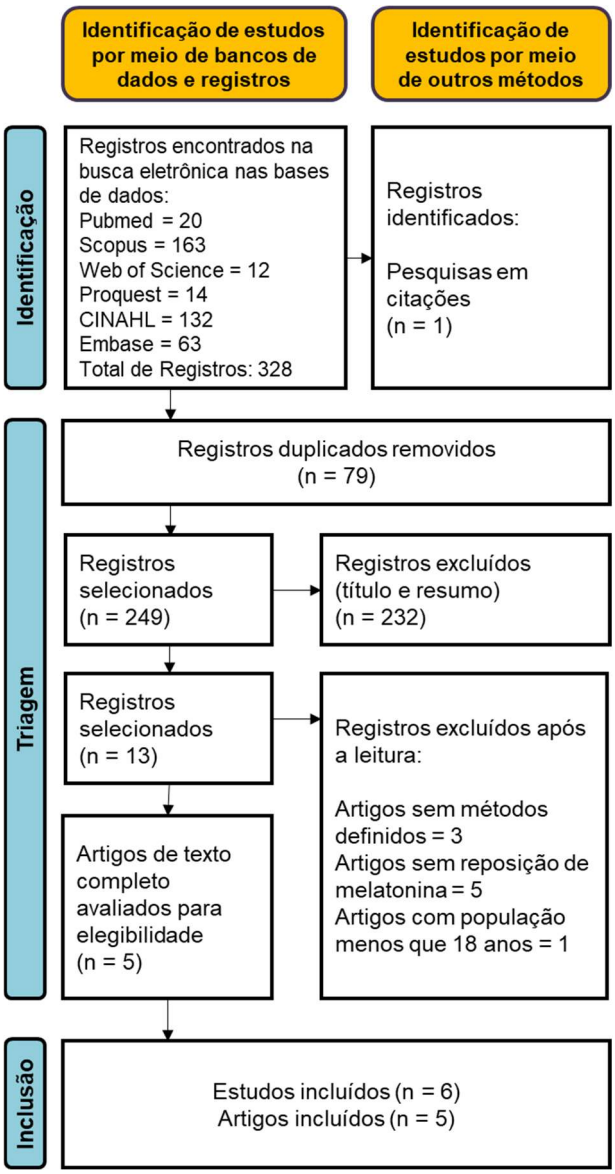
O protocolo desta revisão sistemática foi cadastrado no *Prospective International Registry of Systematic Reviews (PROSPERO # CRD42024512288)*

Resultados

Seleção dos Estudos

A busca inicial de dados registrou 328 estudos. Após a remoção das duplicatas restaram 249 estudos. Destes, 232 não atenderam aos critérios de inclusão após análise do título, resumo e foram excluídos. 13 estudos foram analisados na íntegra, 5 dos quais preencheram os critérios e foram incluídos na revisão, consistindo em 4 estudos e 5 artigos, sendo um incluído por meio da busca manual. Os detalhes do processo de seleção do estudo são mostrados na **Figura 1**.

Figura 1
Fluxograma da seleção de evidências baseado nas diretrizes do PRISMA
Fonte: Elaborado pelos autores



A revisão incluiu cinco estudos (Brandes et al., 2001; Lewy & Sack, 2000; Hack et al., 2003; Sack et al., 1991; Lockley et al., 2000) intervenção antes e depois com a dose de melatonina oral variando de 0,5 a 10 mg por um período de 3 a 65 semanas. Quatro estudos tiveram grupo controle tomando placebo. A população era composta por indivíduos maiores de 18 anos com cegueira total e com o ritmo circadiano fora das 24 horas. O tamanho da amostra variou de 3 a 10 indivíduos. A data de publicação dos artigos foi 1991 a 2003 sendo 2 publicados no Reino Unido e 3 nos Estados Unidos da América

Todos os artigos que usaram a dose 10 mg melatonina encontraram respostas positivas no arrastamento do ritmo circadiano dos indivíduos cegos sendo uma boa opção de início de tratamento podendo ser reduzida gradativamente sem perda do efeito.

A dose média de 5 mg produziu níveis sanguíneos supra fisiológicos por um período um pouco mais curto do que a produção endógena de melatonina e parece ser eficaz para estabilizar, mas não para arrastar o ritmo circadiano em pessoas cegas.

A melatonina oral de 0,5 mg foi usada em 3 dos 5 estudos e resultou em concentrações plasmáticas de melatonina próximas da faixa fisiológica, presumindo ser uma dose segura além de produzir um avanço de fase cumulativo de cerca de 7 horas o que faz pensar que doses menores podem ter potência semelhante às doses maiores. Em ritmos circadianos próximos de 24h essa dose baixa pode ser eficaz como dose inicial de tratamento sendo efetiva também na melhora subjetiva do sono com um efeito marcante sobre o cochilo.

Nenhum período intrínseco do marcapasso endógeno (tau) acima de 24,6 foi arrastado em qualquer das doses usadas nos estudos. O tempo e a fase de administração da melatonina demonstraram ser extremamente importantes na resposta final. As características dos estudos estão resumidas na **Tabela 1** (Apêndices).

Na avaliação quanto ao risco de viés de confusão, todos os 5 estudos foram classificados como risco crítico. Quanto ao viés de seleção dos participantes do estudo e viés na aferição dos resultados, todos os estudos foram considerados com risco moderado. No que diz respeito ao viés na classificação de intervenções, os estudos foram definidos como sério risco de viés. E por fim, na análise quanto ao risco de viés (**Figura 2 e Figura 3**) devido a desvios de intervenções pretendidas, falta de dados e viés na seleção dos resultados relatados, os estudos tiveram classificação de baixo risco

com exceção de um estudo que foi qualificado como moderado no risco quanto ao viés na seleção do resultado relatado. Diante desses resultados, todos os estudos tiveram risco de viés geral classificado como severo.

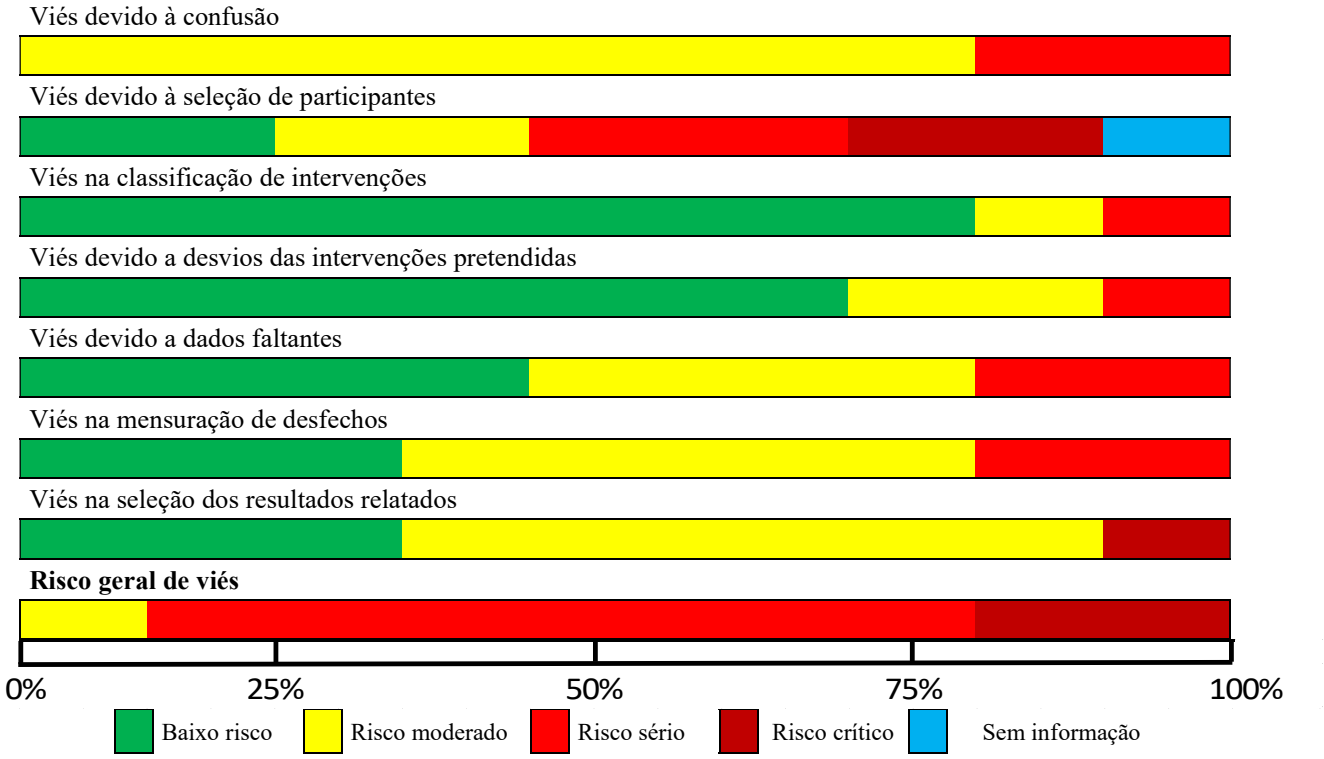
Figura 2
Risco de viés dos estudos incluídos (Domínios de Risco de Viés)
Fonte: Elaborado pelos autores

Estudo	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Avaliação Geral
Estudo 1	🟡	🟤	🟢	🟢	🟡	🟡	🟡	🟤
Estudo 2	🟡	🔷	🟡	🟢	🟢	🟢	🟡	🟡
Estudo 3	🟡	🔴	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🔴
Estudo 4	🔴	🟡	🟢	🟢	🟡	🟡	🟢	🔴
Estudo 5	🟡	🟤	🟢	🟢	🟡	🟡	🟡	🟤
Estudo 6	🟡	🟡	🟢	🟡	🟡	🔴	🟡	🔴
Estudo 7	🟡	🔴	🟢	🟢	🔴	🟡	🟢	🔴
Estudo 8	🟡	🟢	🔴	🟡	🟢	🔴	🟡	🔴
Estudo 9	🟡	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🟡	🔴
Estudo 10	🔴	🟢	🟢	🟢	🔴	🟡	🔴	🔴

D1: Viés devido a fatores de confusão
D2: Viés devido à seleção dos participantes
D3: Viés na classificação das intervenções
D4: Viés devido a desvios das intervenções pretendidas
D5: Viés devido a dados ausentes
D6: Viés na mensuração dos desfechos
D7: Viés na seleção do resultado relatado
Avaliação Geral: Risco geral de viés

🟢 Baixo risco
🟠 Risco moderado
🔴 Risco sério
🟤 Risco crítico
🔷 Sem informação

Figura 3
Risco de viés dos estudos incluídos
Fonte: Elaborado pelos autores



Discussão

A intervenção com melatonina se mostrou eficaz e segura para arrastar o ritmo circadiano de pessoas cegas em doses de 10 e 0,5 mg, demonstrando ser uma boa opção para o tratamento do ritmo não-24-Horas desse grupo.

A melatonina é um hormônio secretado pela glândula pineal e está diretamente envolvido em vários processos fisiológicos, entre eles a regulação do ciclo sono vigília. A síntese de melatonina acontece exclusivamente à noite e atua como um "transdutor fotoneuroendócrino", fornecendo informações do fotoperíodo ao organismo. Sua elevação sérica acontece 2 horas antes do horário habitual de dormir e atinge níveis plasmáticos máximos entre 3 e 4 horas, variando de acordo com o cronotipo do indivíduo. Sua secreção se relaciona com um aumento na propensão do sono, redução da temperatura corporal e outros eventos noturnos (Dauvilliers et al., 2017; Zhdanova & Tucci, 2003; Lewy & Sack, 2001).

A luz ocular é o principal sinal de tempo responsável pela sincronização do sistema de cronometragem circadiana humana (Dauvilliers et al., 2017; Quera-Salva et al., 2018). Segundo Skene e Arendt (2007), desde que um sujeito tenha algum grau de percepção de luz, ele terá seu sistema circadiano provavelmente arrastado por ritmos circadianos normalmente faseados, o que é semelhante ao observado na maioria das pessoas com visão. E em contraste com os indivíduos cegos que apresentam percepção de luz, a maioria dos indivíduos sem essa percepção luminosa, ou seja, totalmente cegos, apresentam ritmos circadianos anormais sejam eles anormalmente arrastados ou de corrida livre, maior ou menor que 24 horas. Uchiyama e Lockley (2015) afirmam em seu estudo que seja provável que o ritmo sono vigília de não 24 horas afete até dois terços da população totalmente cega e para Dauvilliers et al. (2017), esse ângulo de fase anormal entre o relógio circadiano e o comportamento sono-vigília altera o padrão de alerta, humor e desempenho ao longo do dia, o que interfere na vida social, acadêmica e profissional.

De acordo com Zhdanova e Tucci (2003), a melatonina pode ter efeito promotor do sono no tratamento da insônia de origens diversas, principalmente em indivíduos com baixa secreção de melatonina o que incluiria além da cegueira os indivíduos que sofrem de distúrbios do ritmo circadiano por síndromes de atraso ou avanço de fase.

Este estudo apresenta limitações, como a escassez de pesquisas disponíveis sobre o tema, bem como o tamanho e a falta de dados da amostra nos estudos encontrados.

O risco de viés crítico nos estudos originais, que foge ao controle do pesquisador, representa uma preocupação significativa. A impossibilidade de avaliar o viés de publicação e a realização de análises de sensibilidade mais robustas, como a metarregressão, é desafiadora, especialmente quando o número de estudos incluídos na revisão é inferior a 10. Além disso, a falta de medidas para síntese metanalítica foi outro aspecto limitante encontrado nesta análise. Ademais, outro potencial problema é o fato dos estudos estarem concentrados no mesmo grupo de pesquisadores. Isso pode ocasionar um resultado tendencioso.

No entanto, há vários pontos fortes nesta revisão. Foram incluídas um amplo número de bases de dados, entre elas, Embase, *CINAHL, Pubmed, Scopus, Web of science e ProQuest*, para rastrear estudos relacionados ao tema. Foi usada a ferramenta ROBINS I, para avaliar o risco de viés dos estudos originais. Além disso, dois revisores conduziram uma avaliação independente, visando aprimorar a qualidade da seleção dos estudos incluídos e a extração dos dados.

Conclusão

Há mais de 2 bilhões de pessoas com limitações visuais, incluindo a cegueira no mundo. Esta condição interfere diretamente na qualidade de

vida social, profissional e pessoal destas pessoas. A falta de percepção luminosa faz com que o relógio biológico se desregula levando a alterações de sono com sonolência diurna, cochilos prejudicando ainda mais a qualidade de vida profissional e pessoal.

Os estudos incluídos nesta revisão mostraram que a melatonina pode ser usada como tratamento medicamentoso para o ciclo sono/vigília não 24 horas, apresentando resultados seguros em dose de 10 mg para promover o arrastamento do ciclo, podendo ser reduzida para a dose de 0,5 mg sem prejuízo.

Importante que novos estudos sejam realizados acerca do tema com uma amostra mais robusta e com mais especificidade como análise de grupos por idade, uma vez que o organismo humano se comporta de forma diferente em idades diferentes.

Agradecimentos

Agradecemos à Secretaria Municipal de Saúde de Jataí-Goiás, por todo apoio; ao professor titular do curso, Dr. Marcelo Fernandes Costa; ao Dr. Leonardo Dutra Henriques; à secretária Elaine Cristina Clemens Torres; e à Dra. Ana Godoy, por sua mentoria dedicada, que nos deu ferramentas valiosas para superar obstáculos e progredir nas etapas científicas do nosso trabalho. A todos que nos apoiaram nesta jornada, nosso mais profundo agradecimento.

Declaração de Conflito

Os autores não possuem nenhum interesse pessoal ou financeiro que possa influenciar a pesquisa.

Referências

Brandes, A. J. L. V. K., Bindels, P. H., Klijn, C., Lorna-Wing, E., De Lange, S. M., Diekmann, R. W., ... & van Someren, E. J. W. (2001). Capturing the circadian rhythms of free-running blind people with 0.5 mg melatonin. *Brain Research*, *1388*(1), 274-282. https://doi.org/10.1016/s0006-8993(01)02964-x

Dauvilliers, M. A., Quera-Salva, S., Haydar, I., Lopez-Alberola, C., & Yahia-Cherif, A. (2017). Non-24-hour sleep–wake rhythm disorder in the totally blind: Diagnosis and management. *Frontiers in Neurology*, *8*, 686. https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00686

Hack, L. M., Lewy, A. J., Arendt, J., & Skene, D. J. (2003). The effects of melatonin at a low dose of 0.5 mg in the free-running circadian rhythms of blind individuals. *Journal of Biological Rhythms*, *18*(5), 420-429. https://doi.org/10.1177/0748730403256796

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2011). *Censo Demográfico 2010: Características da população e dos domicílios*. IBGE. https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=793

Lewy, A. J., & Sack, R. L. (2001). Circadian rhythm sleep disorders: Lessons from the blind. *Sleep Medicine Reviews*, *3*(2), 189-206. https://doi.org/10.1053/smrv.2000.0147

Lewy, A. J., Sack, R. L., Blood, M. L., Stevenson, J., & Keith, L. D. (2000). Entrainment of free-running circadian rhythms by melatonin in blind people. *The New England Journal of Medicine*, *343*(15), 1115-1121. https://doi.org/10.1056/NEJM200010123431503

Lewy, A. J., Bauer, V. K., Hasler, B. P., Kendall, A. R., Pires, M. L. N., & Sack, R. L. (2001). Capturing the circadian rhythms of free-running blind people with 0.5 mg melatonin. *Brain Research, 918*(1–2), 96–100. https://doi.org/10.1016/S0006-8993(01)02964-X

Lockley, S. W., James, K., Thapan, K., Wright, J., & Arendt, J. (2000). Melatonin administration can entrain the free-running circadian system of blind subjects. *Journal of Endocrinology*, *164*(1), 113-121. https://doi.org/10.1677/joe.0.1640113

Oliveira, D. G., Shimano, S. G. N., Salomão, A. E., & Pereira, K. (2017). *Evaluation of socioeconomic profile, professional training and health status of people with visual impairment.* https://dx.doi.org/10.5935/0034-7280.20170053

Quera-Salva, S., Haydar, Y., Lopez-Alberola, C., & Morales-Madrid, A. (2018). Circadian rhythm disturbances in the blind. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, *18*(7), 29. https://doi.org/10.1007/s11910-018-0876-9

Sack, R. L., Lewy, A. J., Blood, M. L., Stevenson, J., & Keith, L. D. (1991). Melatonin administration to blind people: Phase advances and entrainment. *Journal of*

Biological Rhythms, *6*(3), 247-264. https://doi.org/10.1177/074873049100600305

Skene, D. J., & Arendt, J. (2007). Circadian rhythm sleep disorders in the blind and their treatment with melatonin. *Sleep Medicine*, *8*(6-7), 651-655. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2006.11.013

Uchiyama, M., & Lockley, S. W. (2009). Non-24-hour sleep-wake syndrome in sighted and blind patients. *Sleep Medicine Clinics*, *4*(2), 229-235. https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2009.04.005

Uchiyama, M., & Lockley, S. W. (2015). Non–24-hour sleep–wake rhythm disorder in sighted and blind patients. *Sleep Medicine Clinics*, *10*(4), 495-516. https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2015.07.006

World Health Organization. (2019). World report on vision. https://www.who.int/publications/i/item/9789241516570

Young, I. F. C., Nofzinger, K. E., & Phillips, A. J. K. (2016). Non-24: An estimated circadian sleep disorder. *Somnologie*, *20*(2), 119-124. https://doi.org/10.1007/s11818-016-0064-1

Zhdanova, I. V., & Tucci, V. (2003). Melatonin, circadian rhythms, and sleep. *Current Treatment Options in Neurology*, *5*(3), 225-229. https://doi.org/10.1007/s11940-003-0018-5

Apêndices

Tabela 1: Parte 1 - dados do estudo

Título	Autoria	Tipo de Estudo	Tamanho da Amostra	Local da Coleta	Delineamento
Os efeitos da melatonina em dose baixa de 0,5 mg nos ritmos circadianos de corrida livre de indivíduos cegos	Hack, L. M., Lewy, A. J., Arendt, J., & Skene, D. J. (2003). The effects of melatonin at a low dose of 0.5 mg in the free-running circadian rhythms of blind individuals. Journal of Biological Rhythms, 18(5), 420-429.	Intervenção antes e depois	10 sujeitos (9 homens e 1 mulher)	Universidade de Surrey, Reino Unido	É um estudo de desenho simples-cego controlado por placebo que avalia os efeitos de entrada de uma dose diária de 0,5 mg de melatonina sobre o ritmo de cortisol e seus efeitos agudos sobre o sono subjetivo em indivíduos cegos com ritmos circadianos de corrida livre.
Administração de melatonina para pessoas cegas: Avanços de fase e arrastamento	Sack, R. L., Lewy, A. J., Blood, M. L., Stevenson, J., & Keith, L. D. (1991). Melatonin administration to blind people: Phase advances and entrainment. Journal of Biological Rhythms, 6(3), 247-264	Intervenção antes e depois	6 sujeitos (homens 30-41 anos)	Oregon Health Sciences University General Clinical Research Center, EUA, onde os indivíduos foram admitidos por 24 horas em intervalos de 1 a 4 semanas. Amostras de sangue foram obtidas de hora em hora a partir de um cateter intravenoso durante as 24 horas de internação. Amostras de plasma foram separadas e congeladas para posterior análise dos níveis de melatonina usando um método de espectrometria de massa de ionização química negativa por cromatografia gasosa. Em alguns casos, as amostras foram obtidas durante 12 horas apenas para evitar o esgotamento da massa de glóbulos vermelhos dos indivíduos.	desenho cruzado, cego, controlado por placebo, com um pequeno número de indivíduos

Título	Autoria	Tipo de Estudo	Tamanho da Amostra	Local da Coleta	Delineamento
Capturando os ritmos circadianos de pessoas cegas que correm livremente com 0,5 mg de melatonina	Alfred J Lewy, Vance K Bauer, Brant P Hasler, Adam R Kendall, M Laura, N Pires, Robert L Sack, Estrada Do Parque, Sam Jackson	Intervenção antes e depois	3 sujeitos (2 mulheres e um homem)	Universidade de ciências da saúde de Oregon, EUA	Investigação da eficácia de diferentes doses de melatonina na captura de ritmos de corrida livre e a consideração dos valores individuais de tau em relação à eficácia da dose.
Arrastamento dos ritmos circadianos livres pela melatonina em pessoas cegas	Sack, R. L., Lewy, A. J., Blood, M. L., Stevenson, J., & Keith, L. D. (1991). Melatonin administration to blind people: Phase advances and entrainment. Journal of Biological Rhythms, 6(3), 247-264	Intervenção antes e depois	7 sujeitos (3 mulheres e 4 homens)	Oregon Health Sciences University, EUA	É um ensaio clínico que investiga os efeitos da melatonina nos ritmos circadianos de indivíduos totalmente cegos.
A administração de melatonina pode ativar o sistema circadiano de funcionamento livre de indivíduos cegos	Lockley, S. W., James, K., Thapan, K., Wright, J., & Arendt, J. (2000). Melatonin administration can entrain the free-running circadian system of blind subjects. Journal of Endocrinology, 164(1), 113-121.	Intervenção antes e depois	7 indivíduos cegos do sexo masculino	Universidade de Surrey, Reino Unido	Projeto cego com melatonina e tratamento com placebo, avaliação da repetibilidade das medições de tau e avaliação da capacidade da melatonina exógena de ativar o sistema circadiano de indivíduos cegos em corrida livre.

Tabela 1: Parte 2 - descrições e resultados

Estudo	Desfecho Principal Investigado	Intervenção Principal Investigada	Avaliação do Desfecho	Definição da Intervenção	Resultados Principais
Os efeitos da melatonina em dose baixa de 0,5 mg nos ritmos circadianos de corrida livre de indivíduos cegos	É avaliar os efeitos de uma dose diária de 0,5 mg de melatonina sobre o ritmo cortisol e seus efeitos agudos sobre o sono subjetivo em indivíduos cegos com ritmos circadianos de corrida livre. O estudo descobriu que uma dose diária de 0,5 mg de melatonina é eficaz em treinar os sistemas circadianos de corrida livre na maioria dos indivíduos cegos estudados, e que o tempo circadiano de administração de melatonina pode ser importante para determinar se um sujeito se candidata ao tratamento com melatonina.	A principal intervenção investigada é a dose diária de 0,5 mg de melatonina e seu tempo em relação à fase circadiana para o treinamento dos sistemas circadianos de corrida livre em indivíduos cegos com distúrbio de sono-vigília não 24 horas.	É a avaliação dos efeitos de uma dose diária de 0,5 mg de melatonina sobre o ritmo cortisol e seus efeitos agudos sobre o sono subjetivo em indivíduos cegos com ritmos circadianos de corrida livre. O estudo demonstra que uma dose diária de 0,5 mg de melatonina é eficaz em treinar os sistemas circadianos de corrida livre na maioria dos indivíduos cegos estudados, e que o tempo circadiano de administração de melatonina pode ser importante para determinar se um indivíduo se candidata ao tratamento com melatonina.	É a administração de 0,5 mg de melatonina ou placebo (cápsula idêntica cheia de lactose), diariamente às 21:00 h para indivíduos cegos com ritmos circadianos de corrida livre.	Os principais resultados do estudo indicam que baixas doses de melatonina (0,5 mg) podem efetivamente entrar em ritmos circadianos de corrida livre na maioria dos indivíduos cegos, com o momento da administração de melatonina sendo um fator crucial na determinação do arraste. O estudo também enfatiza a importância de desenvolver regimes de tratamento com melatonina para abordar o distúrbio sono-vigília não 24 horas resultante do desalinhamento circadiano. O arrastamento depende da fase circadiana da administração de melatonina: se administrada na porção de avanço da fase do PRC a melatonina arrasta a maioria dos indivíduos o que não acontece se administrada na porção de atraso de fase continuando a corrida livre. A melatonina melhorou a qualidade subjetiva do sono em 9 dos 10 indivíduos com um efeito marcante sobre o cochilo.

Estudo	Desfecho Principal Investigado	Intervenção Principal Investigada	Avaliação do Desfecho	Definição da Intervenção	Resultados Principais
Administração de melatonina para pessoas cegas: Avanços de fase e arrastamento	Avaliação dos efeitos de mudança de fase e arrastamento da melatonina exógena nos ritmos de melatonina endógena em indivíduos cegos com ritmos de corrida livre	As intervenções que os participantes do estudo receberam foram melatonina exógena em diferentes doses e horários, incluindo 5 mg ao deitar durante 3 semanas, 7 mg às 21h00 durante cerca de um ano e 0,5 mg ao deitar durante 21 dias.	A "Avaliação do estágio" neste estudo é a avaliação dos efeitos de mudança de fase e arrastamento da melatonina exógena nos ritmos de melatonina endógena em indivíduos cegos com ritmos de corrida livre, usando um design cruzado, simples-cego, controlado por placebo, com um pequeno número de assuntos.	Administração de melatonina exógena (5 mg na hora de dormir) a indivíduos cegos com ritmos de melatonina endógenos de corrida livre, com o objetivo de testar a mudança de fase e os efeitos de arrastamento da melatonina em seres humanos.	A dose de 5 mg usada no estudo produziu níveis sanguíneos supra fisiológicos por um período um pouco mais curto do que a produção endógena de melatonina. A administração exógena de ritmos de melatonina endógena avançados em fase de melatonina mostrou uma forte correlação entre os nadirs de cortisol e o início de melatonina, mas não foi capaz de arrastar os indivíduos.
Capturando os ritmos circadianos de pessoas cegas que correm livremente com 0,5 mg de melatonina	Avaliar se doses baixas de melatonina são suficientes para promover o arrastamento do ritmo circadiano em indivíduos cegos.	Administração de melatonina em diferentes doses 10, 8, 6, 4, 2, 1 e 0,5 mg) a indivíduos com ritmos circadianos de corrida livre para avaliar o efeito na captura ou incorporação desses ritmos.	A avaliação envolve determinar se uma nova dose de 0,5 mg de melatonina pode capturar ritmos de corrida livre e avaliar o sucesso potencial desta dose em indivíduos com diferentes valores de tau. Além disso, a avaliação inclui a comparação da eficácia de diferentes doses com base nos valores de tau dos indivíduos.	Administração de melatonina, com foco particular na dose inicial de 0,5 mg e na duração do tratamento, considerando seu potencial para capturar ritmos de corrida livre e o impacto do momento e da duração da administração	A dose baixa (0,5 mg) de melatonina foi eficaz na captura de ritmos de corrida livre mas é preciso testar a dose para taus mais longos.

Estudo	Desfecho Principal Investigado	Intervenção Principal Investigada	Avaliação do Desfecho	Definição da Intervenção	Resultados Principais
Arrastamento dos ritmos circadianos livres pela melatonina em pessoas cegas	Efeito da administração de melatonina nos ritmos circadianos de indivíduos cegos, bem como a comparação dos períodos circadianos durante o tratamento com melatonina e placebo. Também inclui o impacto da melatonina no momento da produção de melatonina e no tempo gasto acordado após o início do sono.	Administração de cápsula de 10 e 0,5 mg de melatonina ou placebo diariamente, uma hora antes do horário preferido de dormir.	É a comparação dos períodos circadianos durante os ensaios com placebo e melatonina, bem como a correlação entre os períodos circadianos no início do estudo e durante o ensaio com placebo. Também inclui dados específicos sobre o momento da produção de melatonina em relação ao horário normal dos indivíduos.	Administração diária de 10 e 0,5 mg de melatonina ou placebo a sete indivíduos totalmente cegos com ritmos circadianos de corrida livre, uma hora antes da hora preferida de dormir. O estudo teve como objetivo avaliar o impacto desta intervenção nos ritmos circadianos e padrões de sono dos indivíduos, medidos pela concentração plasmática de melatonina e seu tempo em relação ao horário preferido de sono.	Os principais resultados do estudo são que a administração de melatonina pode estimular os ritmos circadianos em indivíduos cegos, controlar o seu ciclo circadiano e afetar significativamente o seu período circadiano em comparação com o ensaio com placebo. A fase circadiana também foi progressivamente atrasada durante o ensaio com placebo. O momento da concentração plasmática de melatonina em indivíduos cegos foi diferente daqueles com visão normal. A dose 0,5mg resultou em concentrações plasmática de melatonina próximas da faixa fisiológica presumindo que é seguro. Altas doses de melatonina (10mg) podem ser usada para captura os ritmos e pode ser reduzida gradativamente sem perda do efeito. Em ritmos próximos de 24,0 horas a dose mais baixa pode ser eficaz como dose inicial e sem perda do efeito. Em ritmos próximos de 24,0 horas a dose mais baixa pode ser eficaz como dose inicial.

Estudo	Desfecho Principal Investigado	Intervenção Principal Investigada	Avaliação do Desfecho	Definição da Intervenção	Resultados Principais
A administração de melatonina pode ativar o sistema circadiano de funcionamento livre de indivíduos cegos	Capacidade da melatonina exógena de ativar o sistema circadiano de indivíduos cegos que correm livremente. Avanços da fase cumulativa dos ritmos endógenos de melatonina e cortisol em indivíduos cegos após administração de melatonina, bem como melhora do sono durante o tratamento com melatonina.	Administração diária de 5 mg de melatonina para avaliar sua capacidade de ativar o sistema circadiano de indivíduos cegos que correm livremente.	Avaliação da capacidade da melatonina exógena de arrastar o sistema circadiano de indivíduos cegos que correm livremente. O artigo demonstra que a administração diária de 5 mg de melatonina pode ativar o sistema circadiano de funcionamento livre de alguns indivíduos cegos e discute a dependência potencial do arrastamento na fase em que o tratamento com melatonina começa.	Administração de 5 mg de melatonina diariamente às 21:00h durante um ciclo circadiano completo em um estudo simples-cego envolvendo sete indivíduos cegos do sexo masculino.	Incluem a demonstração de que a administração diária de melatonina pode estimular ritmos circadianos de corrida livre em alguns indivíduos cegos. O tempo de administração da melatonina é crucial para o arrastamento. As descobertas do estudo são consistentes com estudos anteriores de indivíduos com visão livre, e mais estudos estão planejados para testar o efeito do tempo no arrastamento.



REVISÕES ANATÔMICAS

Revisões Anatômicas

Este anexo trata da ideia concebida pelos alunos do curso de pós-graduação em Neurociência da Visão: Fundamentos, Desenvolvimento, Estimulação e Reabilitação Visual, com a finalidade de se criar um app didático para facilitar a compreensão das áreas anatômicas envolvidas no processamento visual.

Considerando que é uma ideia em desenvolvimento e não implementada, os TCCs a seguir foram separados neste anexo pois:

- Representam os únicos registros acadêmicos concretos ligados ao projeto.
- Abordam exclusivamente a concepção visual e funcional do aplicativo.
- Servem como referência para possíveis retomadas futuras da ideia.



Visão de Profundidade e Distância: Revisão Narrativa

Julio Cesar Brognaro

Visão de Profundidade e Distância: Revisão Narrativa

Julio Cesar Brognaro[1]

[1] Optometrista, São Paulo, São Paulo, Brasil. Email: jcbrognaro@gmail.com

Resumo:

No complexo universo da visão, a disparidade binocular se destaca como um elemento crucial para a visão tridimensional dos seres humanos, mostrando a discrepância entre as imagens percebidas pelos olhos esquerdo e direito. Este fenômeno tem um papel crucial na compreensão da profundidade aparente, sendo a chave para desvendar os mecanismos que envolvem a visão estereoscópica. Estudos destacam a presença de células ajustadas à disparidade no córtex visual. Cada uma dessas células responde de maneira única, com diferentes faixas de disparidade preferidas. A divisão funcional no processamento estereoscópico nos córtices, especialmente no córtex temporal inferior, indica uma complexidade intrigante.

Palavras-Chave: Estereopsia, Binocular, Profundidade e Distância.

Introdução

Os fluxos visuais dorsal e ventral, conforme sugerido por estudos de ressonância magnética funcional (Minini et al., 2010), desempenham papeis distintos nesse processo. Enquanto as regiões dorsais lidam com disparidade absoluta e identificação de profundidade, as regiões ventrais focam em disparidade relativa e reconhecimento de forma espacial.

Pesquisas avançam ainda mais, explorando a relação entre a resposta cerebral e o tamanho da disparidade. Experimentos inovadores (Minini et al., 2010; Preston et al., 2008), oferecem vislumbres intrigantes. Descobriu-se que as regiões visuais dorsais respondem proporcionalmente ao aumento da disparidade binocular, enquanto as regiões ventrais permanecem praticamente inalteradas.

No entanto, os estudos prévios deixam uma lacuna em disparidades maiores, uma área ainda não completamente explorada. Em resposta a esse desafio, um experimento (Minini et al., 2010) baseado em ressonância magnética funcional amplia a faixa de disparidade binocular, revelando não apenas as diferenças de profundidade estereoscópica, mas também as nuances confusas das formas.

Dessa forma, desvendamos o complexo tecido neural que molda a nossa percepção de distância e profundidade. O texto destaca a fascinante jornada científica, fornecendo uma compreensão clara dos mecanismos que moldam a experiência visual tridimensional.

A compreensão da percepção de distância ainda não foi totalmente esclarecida e persiste como uma área de pesquisa ativa. Para explorar a percepção de distância, é necessário considerar os mecanismos subjacentes a esse processo. A capacidade dos seres humanos de interagir com ambientes mesmo quando seus olhos estão fechados sugere a existência de uma representação interna do espaço ao seu redor. Tradicionalmente denominada de espaço visual, essa representação interna tem sido alvo de diversas pesquisas que investigam suas propriedades (Loomis et al., 1992).

Visão de profundidade e distância

A visão de profundidade normalmente se refere à distância do objeto em relação ao observador. Essa percepção de profundidade é alcançada através de diversos mecanismos visuais, como a disparidade binocular (diferença nas imagens captadas pelos dois olhos), o tamanho relativo dos objetos na cena, sobreposição (quando um objeto está à frente de outro), sombreamento e perspectiva (Harley, 2004).

A definição de tamanho relativo dos objetos na cena é fundamental no campo visual. Entender e manipular o tamanho relativo dos objetos é essencial para criar composições visuais equilibradas e transmitir a sensação desejada.

É importante considerar o tamanho relativo dos elementos para garantir uma hierarquia visual eficaz. A relação de tamanho entre os elementos na imagem influencia a percepção do espectador.

A definição de tamanho relativo dos objetos na cena está relacionada à maneira como diferentes elementos visuais interagem em termos de escala e proporção dentro de um determinado contexto visual.

Distância

Distância, por sua vez, é a medida física entre dois pontos. Na visão, a distância pode ser percebida de várias maneiras, incluindo a distância linear entre objetos ou a distância perceptual, que pode ser influenciada por fatores como o tamanho aparente dos objetos na cena.

Outro aspecto que merece consideração é a identificação dos indícios de profundidade disponíveis para o sistema visual humano.

Existem duas categorias de informações que os indícios de distância podem fornecer (Da Silva et al., 2006). A maioria desses indícios oferece informações sobre a distância relativa, exocêntrica (intervalo entre objetos ou partes de um mesmo objeto), ou ordinal, comunicando ao sistema visual as relações de distância entre diferentes objetos no ambiente. Por exemplo, um indício de distância relativa pode indicar ao sistema visual que um objeto está duas vezes mais distante do que outro, sem especificar a distância exata de cada objeto. Em contraste, poucos indícios fornecem informações sobre a distância absoluta, informando ao sistema visual a quantidade exata de distância no mundo. Geralmente, esses indícios de distância absoluta são limitados, seja pela eficácia de sua amplitude ou pela familiaridade com o objeto observado.

A combinação dos modos como os indícios absolutos (egocêntricos) e relativos (exocêntricos) de distância (em ambientes onde o observador permanece numa posição fixa em relação ao que está sendo observado) influenciam a percepção de distância tem sido analisada (Cutting & Vishton, 1995).

A percepção da distância visual pode ser influenciada por vários fatores, incluindo a perspectiva, a escala, e a profundidade percebida.

Binocularidade visual

A Binocularidade visual refere-se à capacidade de conjugar informações de ambos os olhos para melhorar uma função visual. É um aspecto importante da visão estereoscópica, que permite que o cérebro humano combine as imagens ligeiramente diferentes captadas por cada olho para criar uma percepção tridimensional do ambiente. Essa percepção de profundidade é crucial para tarefas como julgar distâncias, alcançar objetos e ter uma compreensão mais completa do espaço ao nosso redor. A binocularidade visual é especialmente evidente quando olhamos para objetos próximos, e os ligeiros deslocamentos nas imagens captadas por cada olho são interpretados pelo cérebro para criar a sensação de profundidade.

O tamanho relativo dos objetos na cena refere-se à proporção ou escala dos objetos em relação

uns aos outros dentro de um determinado ambiente ou contexto visual. Em termos mais simples, trata-se de como os diferentes elementos em uma cena se comparam em tamanho.

Sobreposição visual

A sobreposição visual refere-se à situação em que dois ou mais elementos visuais ocupam o mesmo espaço em uma imagem ou cena visual. Isso pode ocorrer intencionalmente, como em sobreposições de camadas, ou pode ser indesejado, causando confusão ou dificuldade em interpretar a informação visual.

No contexto de contraste, em situações onde a clareza e a legibilidade são essenciais, a sobreposição visual excessiva pode prejudicar a experiência visual.

Considerações Finais

Recentemente, houve um considerável foco na análise do papel desempenhado pelos fluxos visuais dorsal e ventral no processamento e na exploração de informações de disparidade ((Chandrasekaran et al., 2007; Neri, 2005; Neri et al., 2004; Parker, 2007). Pesquisas neurofisiológicas conduzidas em macacos revelaram a existência de neurônios seletivos para disparidade binocular em diversas regiões do córtex visual e no lobo parietal ((Chandrasekaran et al., 2007; Neri, 2005; Neri et al., 2004; Parker, 2007). Comparando as áreas visuais iniciais, dorsais e ventrais, foram realizadas medições para avaliar em que medida as respostas de disparidade dos neurônios individuais refletem a percepção do animal. Observou-se que o córtex visual primário (V1) desempenha os estágios iniciais do processamento de disparidade, embora suas respostas neuronais não se alinhem completamente com o desempenho perceptivo, apresentando divergências em vários aspectos (Cumming & Parker, 1997, 1999, 2000). Contudo, as respostas de certas áreas ventrais apresentam uma correspondência mais próxima com a experiência perceptiva, especialmente em regiões como V4 e no córtex inferotemporal (Janssen et al., 1999, 2003; Tanabe et al., 2004; Umeda et al., 2007). Por outro lado, as evidências sobre o papel da corrente dorsal na estereopsia são mais ambíguas. Existem indicativos robustos de que a área visual dorsal V5/MT desempenha um papel em determinadas tarefas visuais estereoscópicas, enquanto em outras não. Por exemplo, os neurônios V5/MT exibem atividade relacionada à tomada de decisões em vários tipos de julgamento estereoscópico de profundidade (Bradley et al., 1998; Dodd et al., 2001; Uka & DeAngelis, 2004, 2006). Adicionalmente, a microestimulação elétrica sugere um papel causalmente significativo em algumas discriminações de profundidade, no entanto, é importante destacar que os neurônios V5/MT demonstram falta de sensibilidade à disparidade fina em tarefas de estereocuidade (Uka & DeAngelis, 2006) e esses neurônios, aparentemente, não resolveram o desafio da correspondência, indicando uma complexidade adicional no processamento neural relacionado à estereopsia (Krug et al., 2004). Apesar da diversidade de resultados no que diz respeito ao fluxo dorsal, os dados provenientes de estudos de ressonância magnética funcional humana sobre percepção de profundidade têm consistentemente revelado uma atividade mais intensa nas áreas dorsais, especialmente em regiões como V3A, V7 e adiante nas áreas parietais (Backus et al., 2001; Georgieva et al., 2009; Tsao et al., 2003). Psicofisicamente, foi comprovado que a inclusão de uma disparidade de pedestal a um estímulo resulta no aumento dos limiares para detecção de alterações na disparidade (Schumer & Julesz, 1984). Entretanto, os efeitos correspondentes no nível e padrão de ativação cortical ainda não foram explorados.

Agradecimentos

Ao Professor Marcelo Fernandes Costa, Leonardo Ferreira e Lenise Clemens, pela

orientação sólida, conhecimento profundo e orientações valiosas que contribuíram significativamente para o desenvolvimento deste trabalho.

Quero expressar minha gratidão especial à Elaine Clemens, interlocutora dedicada entre os alunos e professores. Sua diligência e apoio foram vitais para superar desafios e facilitar a comunicação eficaz.

Agradeço a todos por serem fontes inspiradoras de conhecimento, orientação e encorajamento. Este trabalho não teria sido possível sem o apoio inestimável de cada um de vocês.

Declaração de Conflito

Declaro não ter nenhum conflito de interesses que possa influenciar os resultados ou a interpretação dos achados apresentados neste trabalho. Nenhuma organização ou entidade financeira possui influência sobre o conteúdo deste trabalho. Não há participação de terceiros na elaboração do trabalho ou na tomada de decisões relacionadas ao seu conteúdo.

Referências

Backus, B. T., Fleet, D. J., Parker, A. J., & Heeger, D. J. (2001). Human Cortical Activity Correlates With Stereoscopic Depth Perception. *Journal of Neurophysiology*, *86*(4), 2054–2068. https://doi.org/10.1152/jn.2001.86.4.2054

Bicas, H. E. A. (2004). Fisiologia da visão binocular. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, *67*(1), 172–180. https://doi.org/10.1590/S0004-27492004000100032

Bradley, D. C., Chang, G. C., & Andersen, R. A. (1998). Encoding of three-dimensional structure-from-motion by primate area MT neurons. *Nature*, *392*(6677), 714–717. https://doi.org/10.1038/33688

Chandrasekaran, C., Canon, V., Dahmen, J. C., Kourtzi, Z., & Welchman, A. E. (2007). Neural Correlates of Disparity-Defined Shape Discrimination in the Human Brain. *Journal of Neurophysiology*, *97*(2), 1553–1565. https://doi.org/10.1152/jn.01074.2006

Cumming, B. G., & Parker, A. J. (1997). Responses of primary visual cortical neurons to binocular disparity without depth perception. *Nature*, *389*(6648), 280–283. https://doi.org/10.1038/38487

Cumming, B. G., & Parker, A. J. (1999). Binocular Neurons in V1 of Awake Monkeys Are Selective for Absolute, Not Relative, Disparity. *The Journal of Neuroscience*, *19*(13), 5602–5618. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.19-13-05602.1999

Cumming, B. G., & Parker, A. J. (2000). Local Disparity Not Perceived Depth Is Signaled by Binocular Neurons in Cortical Area V1 of the Macaque. *The Journal of Neuroscience*, *20*(12), 4758. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.20-12-04758.2000

Cutting, J. E., & Vishton, P. M. (1995). Perceiving Layout and Knowing Distances. Em *Perception of Space and Motion* (p. 69–117). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-012240530-3/50005-5

Da Silva, J. A., Aznar-Casanova, J. A., Filho, N., & Santillán, J. (2006). On the metric of visual space. *Arquivos brasileiros de oftalmologia*, *69*, 127–135.

Dodd, J. V., Krug, K., Cumming, B. G., & Parker, A. J. (2001). Perceptually Bistable Three-Dimensional Figures Evoke High Choice Probabilities in Cortical Area MT. *The Journal of Neuroscience*, *21*(13), 4809–4821. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.21-13-04809.2001

Georgieva, S., Peeters, R., Kolster, H., Todd, J. T., & Orban, G. A. (2009). The Processing of Three-Dimensional Shape from Disparity in the Human Brain. *The Journal of Neuroscience*, *29*(3), 727–742. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4753-08.2009

Janssen, P., Vogels, R., Liu, Y., & Orban, G. A. (2003). At Least at the Level of Inferior Temporal Cortex, the Stereo Correspondence Problem Is Solved. *Neuron*, *37*(4), 693–701. https://doi.org/10.1016/S0896-6273(03)00023-0

Krug, K., Cumming, B. G., & Parker, A. J. (2004). Comparing Perceptual Signals of Single V5/MT Neurons in Two Binocular Depth Tasks. *Journal of Neurophysiology*, *92*(3), 1586–1596. https://doi.org/10.1152/jn.00851.2003

Minini, L., Parker, A. J., & Bridge, H. (2010). Neural Modulation by Binocular Disparity Greatest in Human Dorsal Visual Stream. *Journal of Neurophysiology*, *104*(1), 169. https://doi.org/10.1152/jn.00790.2009

Neri, P. (2005). A Stereoscopic Look at Visual Cortex. *Journal of Neurophysiology*, *93*(4), 1823–1826. https://doi.org/10.1152/jn.01068.2004

Neri, P., Bridge, H., & Heeger, D. J. (2004). Stereoscopic Processing of Absolute and Relative Disparity in Human

Visual Cortex. *Journal of Neurophysiology*, *92*(3), 1880–1891. https://doi.org/10.1152/jn.01042.2003

Preston, T. J., Li, S., Kourtzi, Z., & Welchman, A. E. (2008). Multivoxel Pattern Selectivity for Perceptually Relevant Binocular Disparities in the Human Brain. *The Journal of Neuroscience*, *28*(44), 11315–11327. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2728-08.2008

Schumer, R. A., & Julesz, B. (1984). Binocular disparity modulation sensitivity to disparities offset from the plane of fixation. *Vision Research*, *24*(6), 533–542. https://doi.org/10.1016/0042-6989(84)90107-X

Tanabe, S., Umeda, K., & Fujita, I. (2004). Rejection of False Matches for Binocular Correspondence in Macaque Visual Cortical Area V4. *The Journal of Neuroscience*, *24*(37), 8170–8180. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5292-03.2004

Tsao, D. Y., Vanduffel, W., Sasaki, Y., Fize, D., Knutsen, T. A., Mandeville, J. B., Wald, L. L., Dale, A. M., Rosen, B. R., Van Essen, D. C., Livingstone, M. S., Orban, G. A., & Tootell, R. B. H. (2003). Stereopsis Activates V3A and Caudal Intraparietal Areas in Macaques and Humans. *Neuron*, *39*(3), 555–568. https://doi.org/10.1016/S0896-6273(03)00459-8

Uka, T., & DeAngelis, G. C. (2004). Contribution of Area MT to Stereoscopic Depth Perception. *Neuron*, *42*(2), 297–310. https://doi.org/10.1016/S0896-6273(04)00186-2

Uka, T., & DeAngelis, G. C. (2006). Linking Neural Representation to Function in Stereoscopic Depth Perception: Roles of the Middle Temporal Area in Coarse versus Fine Disparity Discrimination. *Journal of Neuroscience*, *26*(25), 6791–6802. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5435-05.2006

Umeda, K., Tanabe, S., & Fujita, I. (2007). Representation of Stereoscopic Depth Based on Relative Disparity in Macaque Area V4. *Journal of Neurophysiology*, *98*(1), 241–252. https://doi.org/10.1152/jn.01336.2006



Percepção de Faces

por

Paula Emy Kobayashi

Percepção de Faces

Paula Emy Kobayashi[1]

[1] Optometrista, São Paulo, São Paulo, Brasil. E-mail: kobayashi.emy@gmail.com

Resumo:

A percepção facial é essencial para a cognição social humana, permitindo o reconhecimento de identidade, emoções e direcionamento da atenção. O processo envolve uma rede complexa de regiões corticais e subcorticais, incluindo o sistema central (giro fusiforme, sulco temporal superior) para o processamento de características faciais e o sistema estendido (córtex pré-frontal, amígdala) para a integração de informações sociais e emocionais.
Dois modelos principais, CONSPEC e CONLERN, explicam o desenvolvimento da percepção facial. O CONSPEC, um mecanismo subcortical inato, direciona a atenção para rostos desde o nascimento, enquanto o CONLERN, um sistema cortical, refina o reconhecimento facial por meio da aprendizagem. O reconhecimento de faces familiares envolve a ativação da área fusiforme da face (FFA) e a integração de informações semânticas e emocionais. A amígdala e o sulco temporal superior (STS) são cruciais para interpretar expressões faciais, influenciadas por fatores contextuais, culturais e individuais. A teoria do processamento do olhar destaca a importância da direção do olhar na percepção facial, com vias subcorticais e corticais mediando a detecção rápida e o processamento detalhado do olhar, respectivamente. Lesões neurais, particularmente na FFA, podem levar à prosopagnosia, prejudicando o reconhecimento facial. Em resumo, a percepção facial é um processo complexo e essencial, moldado por mecanismos inatos, aprendizado e uma rede neural interconectada.

Palavras-Chave: face, facial, face processing, face perception, face recognition

Introdução

A percepção de faces é um pilar da interação social humana, capacitando-nos a reconhecer, interpretar e responder aos sinais faciais transmitidos por outros indivíduos. Este processo complexo se apoia em uma rede neural sofisticada, onde regiões especializadas colaboram para extrair e processar informações faciais cruciais. Entre essas regiões, destacam-se os lobos temporais anteriores ventrais (vATLs), a área facial fusiforme (FFA) e a área facial occipital (OFA), que em conjunto formam uma rede central dedicada à identificação facial (Collins & Olson, 2014).

Na percepção facial, empregamos diversas estratégias que abrangem a análise tanto de características invariantes (como a estrutura óssea subjacente) quanto de aspectos mutáveis (como expressões emocionais) dos rostos. Essas estratégias nos permitem não apenas reconhecer rostos familiares, mas também interpretar as sutilezas das expressões emocionais e os sinais sociais transmitidos por meio de gestos faciais (Kanwisher & Yovel, 2006).

O desenvolvimento da percepção facial tem início nos primeiros estágios da vida, com bebês demonstrando uma clara preferência por rostos e uma inclinação natural a prestar atenção às suas características definidoras.

As teorias de ConSpec (mecanismo subcortical inato) e ConLern (sistema cortical de aprendizagem) propõem que os bebês são biologicamente predispostos a observar rostos e a aprender com as interações faciais, ressaltando a importância dos estímulos faciais no desenvolvimento cognitivo inicial (Morton & Johnson, 1991). As emoções são primordiais na percepção facial, uma vez que as expressões faciais constituem o principal meio de transmitir estados emocionais e intenções (Simion & Giorgio, 2015).

Assim, a habilidade de perceber e interpretar expressões faciais, assim como a capacidade de identificar com precisão os sinais emocionais exibidos nas faces, é fundamental tanto para uma comunicação eficaz e o desenvolvimento da empatia, quanto para o funcionamento social adequado e o estabelecimento de vínculos sociais e relações interpessoais saudáveis.

A Importância da Percepção de Faces

A capacidade de detectar e reconhecer faces representa uma das habilidades mais sofisticadas dos seres humanos, sendo um alicerce fundamental da comunicação social.

A interpretação precisa das expressões faciais, a percepção da direção do olhar e a compreensão dos sinais emocionais são elementos essenciais para a transmissão eficaz de emoções, intenções e estados mentais, facilitando a compreensão e a interpretação adequada das complexas interações sociais (Doi & Shinohara, 2013).

Ao perceber as características faciais únicas que distinguem cada indivíduo e ao reconhecer identidades com base nessas características distintas, estabelecemos a base para a criação de laços sociais duradouros, a identificação de pessoas familiares e a navegação bem-sucedida em redes sociais complexas.

A habilidade de reconhecer faces não apenas nos auxilia na identificação de pessoas conhecidas, mas também sustenta nossa capacidade de interagir, comunicar e compreender as nuances sutis das relações sociais. Isso nos permite formar conexões significativas, interpretar emoções e intenções subjacentes e responder de maneira apropriada às pistas sociais que emanam dos rostos das outras pessoas (Heck et al., 2016).

Na infância, a percepção de rostos desempenha um papel central no desenvolvimento cognitivo, emocional e social, influenciando profundamente a forma como elas interagem com o mundo ao seu redor e como desenvolvem suas habilidades sociais e emocionais (Conte et al., 2020; Fagan, 1972).

De uma perspectiva evolutiva, o processamento facial assume uma importância ainda maior, uma vez que a identificação rápida e precisa de rostos tem sido vital para as interações sociais, a comunicação eficaz e a sobrevivência geral da espécie humana (Kanwisher & Yovel, 2006).

Conectividade Neural

O cérebro emprega vias de processamento paralelas para a percepção facial, com estruturas subcorticais, como a amígdala e o colículo superior, colaborando ativamente com regiões corticais, incluindo a área fusiforme da face (FFA) e o sulco temporal superior (STS). A via subcortical está envolvida na detecção rápida e no processamento inicial de informações faciais, enquanto a via cortical suporta a análise e o reconhecimento mais detalhados de rostos.

Simion e Giorgio (2015) enfatizam que o processamento de faces em humanos envolve um sistema neural complexo e distribuído, composto por um "sistema central" e um "sistema estendido". Collins e Olson (2014) propuseram que os lobos temporais anteriores ventrais (vATLs) integram informações faciais com informações semânticas e emocionais, e que essas regiões devem ser consideradas como parte central da rede neural envolvida na cognição social e na memória facial.

O "sistema central" abrange três regiões funcionalmente distintas do córtex extraestriado em ambos os hemisférios: a FFA, especializada no processamento de características invariantes de faces; a Área Occipital da Face (OFA), que contribui para os estágios iniciais da percepção de faces; e o Sulco Temporal Superior Posterior (pSTS), envolvido no processamento de aspectos mutáveis de faces.

O "sistema estendido" representa uma rede neural mais ampla, que inclui regiões cerebrais além da FFA e do STS, e cuja contribuição reside na modulação da força geral das respostas do sistema central, especificamente na recuperação automática do conhecimento pessoal, na resposta emocional a indivíduos familiares, e em outras funções cognitivas, como atenção, memória, linguagem, tomada de decisões, controle motor, processamento emocional e regulação do comportamento (Pitcher et al., 2020).

Estas regiões incluem o córtex temporal anterior ventral (vATL), o córtex pré-frontal ventrolateral (VLPFC), o córtex frontal inferior, o córtex orbitofrontal (OFC), o córtex cingulado posterior (PCC), a amígdala (AMG), o complexo pulvinar (PV) e o hipocampo, cada uma desempenhando papéis específicos na interpretação e contextualização das informações faciais.

O vATL estabelece conexões com informações semânticas, como o nome da pessoa, sua história e características distintivas, além de estar envolvido na memória de rostos familiares e na capacidade de diferenciar rostos conhecidos de desconhecidos (Collins & Olson, 2014).

O VLPFC integra a interpretação de expressões faciais, atribuindo significado emocional às informações faciais e participando ativamente da tomada de decisões sociais (Collins & Olson, 2014; Hoffman & Gobbini, 2000).

O córtex frontal inferior associa informações faciais ao processamento semântico e interpreta expressões faciais dentro de um contexto linguístico.

O OFC avalia recompensas e processa emoções, atribuindo valor emocional às informações faciais, influenciando as respostas emocionais e as decisões baseadas em pistas faciais.

O córtex cingulado posterior (PCC) integra informações sensoriais e emocionais, e está envolvido na atenção seletiva a rostos e na avaliação da relevância emocional das informações faciais.

A amígdala é uma estrutura-chave no processamento e na formação de memórias emocionais. No contexto da percepção facial, a amígdala modula a resposta emocional às expressões faciais e associa estímulos faciais a respostas emocionais (Linke et al., 1999).

O complexo pulvinar, uma estrutura subcortical do tálamo, está envolvido na modulação da saliência visual e na integração de informações ascendentes e descendentes. Ele transmite informações visuais de baixa frequência espacial (LSF) para áreas corticais superiores, como o córtex visual e o córtex temporal, incluindo regiões associadas ao processamento de faces. Essa função contribui para a rápida detecção de estímulos faciais, especialmente expressões emocionais e sinais de ameaça (Vuilleumier et al., 2002).

O hipocampo auxilia na formação e recuperação de memórias associadas a rostos e contextos faciais, permitindo a contextualização das informações faciais ao ligar essas informações a memórias passadas e contextos relevantes (Gobbini & Haxby, 2007).

Em conjunto, essas regiões cerebrais formam um sistema altamente adaptado e especializado para o processamento eficiente de informações faciais, permitindo a interpretação rápida e precisa de expressões faciais, a identificação de rostos familiares e a atribuição de significado emocional às informações faciais.

A ativação do sistema de neurônios-espelho em resposta a expressões faciais e gestos sociais tem sido interpretada como um possível mecanismo neural subjacente à compreensão das emoções e intenções de outros indivíduos (Montgomery & Haxby, 2008).

Características Faciais

A capacidade de detectar e discriminar seres sociais de objetos inanimados é fundamental para a sobrevivência, sendo os rostos particularmente importantes para os humanos, pois transmitem informações sociais essenciais (Vuilleumier et al., 2002).
O giro occipital inferior, o giro fusiforme lateral e o sulco temporal superior posterior (pSTS) formam o sistema central, que codifica a aparência visual de um rosto (Cohen & Strauss, 1979; Gauthier & Nelson, 2001).
A área da face fusiforme (FFA) está mais envolvida na representação de características invariantes de faces e, portanto, desempenha um papel central no reconhecimento de identidades familiares (Fagan, 1972; Gobbini & Haxby, 2007).
Em contraste, a região responsiva à face no STS está mais envolvida na representação de características dinâmicas de faces, como expressões faciais, sugerindo seu papel na percepção de características dinâmicas

características de um indivíduo (Pitcher et al., 2020).

A especialização funcional no processamento facial envolve o processamento de faces de forma holística e configural em comparação com objetos. As estratégias para reconhecer rostos incluem o processamento de informações como a forma das características individuais, a configuração espacial entre essas características e a estrutura global do rosto (Heck et al., 2016; Nelson, 2001)..

A estratégia holística envolve o processamento do rosto como um todo, em vez de se concentrar em características individuais, permitindo o reconhecimento de rostos familiares, mesmo quando as características individuais são alteradas. Os seres humanos tendem a processar rostos como uma unidade integrada, em vez de analisar cada característica facial separadamente. A estratégia configural envolve o processamento da configuração espacial entre as características faciais, ou seja, a relação entre as partes que compõem a face, como a distância entre os olhos ou a posição do nariz em relação à boca..

O reconhecimento de identidade depende da percepção de características faciais que são invariantes nos movimentos faciais, como a expressão facial e os movimentos relacionados à fala, e em condições de visualização variáveis, como o ângulo do perfil e a iluminação (Yovel & Kanwisher, 2004).

Para reconhecer a identidade de uma pessoa, nosso cérebro precisa focar em características faciais que permanecem consistentes, independentemente das mudanças na expressão ou na iluminação. Essas características invariantes são essenciais para distinguir uma pessoa da outra, mesmo em diferentes contextos visuais. Efeitos específicos, como o efeito de inversão de face, o efeito de face composta e o efeito parte-todo, fornecem evidências de estratégias distintas no processamento de faces em comparação com o processamento de outros objetos..

O efeito de inversão refere-se à dificuldade em processar e reconhecer rostos quando estão invertidos em comparação com quando estão na posição correta.

O efeito de rosto composto refere-se à dificuldade em reconhecer as metades de dois rostos diferentes quando são combinadas para formar um novo rosto composto.

O efeito parte-todo refere-se à capacidade dos observadores de reconhecer com mais precisão as características individuais de um rosto quando estão integradas no rosto completo, em comparação com quando são apresentadas isoladamente.

Todos esses fenômenos destacam a importância do processamento holístico na percepção de rostos, demonstrando que a presença do rosto completo facilita a percepção e o reconhecimento das características individuais (Simion & Giorgio, 2015).

A seção que descreve as características faciais faz referência a estímulos projetados para recém-nascidos, com o objetivo de testar a importância do arranjo espacial (configuração) de um rosto. Observou-se que os recém-nascidos atenderam preferencialmente a padrões que continham uma configuração básica de áreas de alto contraste de um rosto. Especificamente, estímulos com áreas escuras na metade superior, correspondentes à localização dos olhos e da boca, foram preferidos em relação aos da direita. Isso sugere que a informação visual utilizada pelos recém-nascidos para processar rostos é desencadeada principalmente por baixas frequências espaciais, incluindo condições de contraste e contraste de fase (Johnson et al., 2015).

Dessa forma, os estímulos mais propensos a suscitar preferências relacionadas à face nos recém-nascidos envolvem superfícies elevadas com recortes ou áreas escuras na metade superior, ou manchas mais escuras correspondentes à localização dos olhos e da boca. Esses estímulos ativam mecanismos que direcionam a atenção para os rostos, principalmente para os olhos, dependendo da distância do bebê (Johnson et al., 2015).

Johnson et al. (2015) demonstraram em seu estudo que os bebês começam a processar faces verticais e invertidas de maneira diferente nos primeiros meses de vida, indicando um efeito precoce de inversão facial. O processamento facial holístico torna-se totalmente maduro por volta dos quatro anos de idade e seletivo para rostos por volta dos três anos e meio.

Esses efeitos evidenciam a complexidade e a especificidade do processamento de faces em

comparação com outros estímulos visuais, destacando a importância das características faciais invariantes e a integração de informações para o reconhecimento eficaz de identidades faciais.

Desenvolvimento da Percepção de faces

Fases da Percepção de Faces

Durante o primeiro ano de vida, os bebês iniciam o processo de discriminação entre rostos familiares e desconhecidos, ao mesmo tempo em que desenvolvem a habilidade fundamental de reconhecer rostos familiares (Fagan, 1972). Por volta dos quatro meses de idade, observa-se que os bebês demonstram uma capacidade notavelmente maior de reconhecer rostos quando apresentados na posição vertical, em comparação com faces invertidas. Esse fenômeno indica o desenvolvimento de um esquema facial nessa fase, o que leva os bebês a perceber os rostos como uma categoria distinta de estímulos visuais.

Entre os três e sete meses de idade, a capacidade dos bebês de distinguir a mãe de estranhos se fortalece progressivamente, e eles começam a categorizar rostos com base em características como gênero e expressões faciais (por exemplo, feliz versus amedrontado). O desenvolvimento do reconhecimento facial parece progredir rapidamente nos primeiros seis meses de vida, tornando-se significativamente mais robusto em comparação com o período neonatal (Nelson, 2001).

Estudos sobre o desenvolvimento infantil demonstram que o padrão de escaneamento visual de rostos sofre modificações significativas, indicando uma progressiva especialização das habilidades perceptivas (Maurer & Salapatek, 1976).

A partir dos dez anos de idade, surgem evidências de que as redes corticais envolvidas no processamento de rostos começam a se assemelhar mais às dos adultos em termos de organização e funcionalidade (Cohen Kadosh et al., 2013). Essa transição para uma organização cortical mais semelhante à dos adultos reflete o amadurecimento contínuo do sistema visual e social-cognitivo, bem como a especialização crescente das áreas cerebrais envolvidas no reconhecimento e interpretação de rostos.

Diversas teorias foram propostas para explicar como a exposição a faces durante um período sensível de desenvolvimento contribui para a especialização perceptual e cortical no córtex inferotemporal, resultando em um sistema de reconhecimento facial altamente refinado.

Investigações sobre as bases neurais da responsividade de bebês a expressões faciais de emoção têm buscado estabelecer correlações entre a atividade cerebral e o comportamento observável (Nelson & De Haan, 1996).

Teorias CONSPEC (subcortical) e CONLERN (cortical)

A teoria CONSPEC postula a existência de um mecanismo inato que direciona a atenção dos recém-nascidos para padrões faciais e outros estímulos biologicamente relevantes desde o momento do nascimento.

Essa teoria sugere que o CONSPEC é mediado por mecanismos subcorticais, como o colículo superior, o pulvinar e a amígdala, que desempenham papéis fundamentais na atenção e orientação para estímulos visuais (Johnson et al., 2015). Esses mecanismos subcorticais controlam a capacidade de rastreamento visual e a preferência inata por rostos e padrões faciais em recém-nascidos (Morton & Johnson, 1991).

O sistema CONSPEC é responsável por direcionar a atenção para rostos e por processar informações faciais de forma rápida e automática, especialmente nos estágios iniciais do desenvolvimento. Esse mecanismo é um produto da seleção natural, devido ao seu valor de sobrevivência intrínseco. Ao longo da evolução, a capacidade de identificar rostos familiares, distinguir entre diferentes expressões faciais e interpretar pistas emocionais nos rostos dos outros conferiu vantagens adaptativas significativas aos nossos ancestrais.

Indivíduos capazes de reconhecer membros do grupo, interpretar emoções e intenções e estabelecer laços sociais mais fortes demonstraram maior probabilidade de

sobreviver e se reproduzir com sucesso (Johnson et al., 2015).

Em contrapartida, a teoria CONLERN descreve um sistema de aprendizagem que adquire e retém informações específicas sobre características visuais, como rostos de indivíduos da mesma espécie. A influência do CONLERN no comportamento visual dos bebês começa à medida que a via visual cortical primária amadurece. Por volta dos dois meses de idade, o CONLERN se torna mais influente na formação das respostas dos bebês aos rostos, permitindo que eles desenvolvam rapidamente uma tendência para processar rostos em um nível individual, à medida que aprendem a distinguir rostos familiares, como o rosto da mãe, de outros.

À medida que as crianças aprendem e adquirem informações sobre rostos por meio do processo CONLERN, ocorrem adaptações estruturais nos substratos neurais que foram originalmente associados ao conhecimento inato representado pelo CONSPEC (Heck et al., 2016; Morton & Johnson, 1991; Simion & Giorgio, 2015).

O sistema CONLERN inclui áreas corticais como o córtex occipital lateral, o córtex fusiforme e o córtex orbitofrontal, que são responsáveis por integrar informações faciais com outras informações sensoriais e cognitivas, permitindo a identificação de rostos familiares, a interpretação de expressões faciais e a compreensão de informações sociais.

As predisposições inatas em bebês para a percepção e o processamento facial estabelecem as bases para o desenvolvimento da cognição social, da compreensão emocional e das habilidades de comunicação. Essas tendências inatas em relação aos rostos ajudam as crianças a navegar no mundo social desde o início da vida e formam a base para interações sociais mais complexas à medida que crescem e aprendem (Nelson, 2001; Simion & Giorgio, 2015).

Reconhecimento de rostos familiares

Durante a primeira infância, as mudanças no desenvolvimento que impactam os mecanismos de detecção e reconhecimento facial também estão intrinsecamente relacionadas à capacidade emergente de interpretar emoções (Cohen & Strauss, 1979; Conte et al., 2020).

À medida que as crianças adquirem experiência visual e aprendem a categorizar e distinguir diferentes rostos, elas também desenvolvem a habilidade de reconhecer e interpretar expressões faciais emocionais, refinando sua compreensão do mundo social que as cerca. A exposição a uma variedade de expressões faciais contribui significativamente para a compreensão das emoções, permitindo que as crianças identifiquem e respondam adequadamente a diferentes estados emocionais em outras pessoas.

O reconhecimento das características visuais de uma face familiar representa apenas o estágio inicial nos intrincados processos envolvidos no reconhecimento de faces familiares. As componentes-chave da representação neural de indivíduos familiares incluem a recuperação do conhecimento pessoal e a representação neural de indivíduos familiares, que dizem respeito à resposta emocional de um indivíduo a outro. O conhecimento pessoal refere-se a uma ampla classe de informações que abrange traços de personalidade, intenções, atitudes, estados mentais transitórios, informações biográficas e memórias episódicas relacionadas a indivíduos específicos. O padrão de atividade neural evocado pela visualização de um rosto familiar é modulado tanto pelo conhecimento que se tem sobre esse indivíduo quanto pela resposta emocional que se tem a essa pessoa (Hoffman & Gobbini, 2000; Simion & Giorgio, 2015).

A recuperação imediata de informações sobre indivíduos familiares, como seus traços de personalidade, suas prováveis intenções e suas relações consigo mesmo e com os outros, é um processo fundamental que estabelece as bases para interações sociais adequadas e significativas.

O modelo atualizado de sistemas neurais para a percepção facial de Haxby et al (2011) enfatiza os componentes integrais para a representação de um indivíduo familiar, que participam da análise visual, da representação do conhecimento pessoal e da resposta emocional.

O pSTS/TPJ (junção temporoparietal) participa ativamente da recuperação de traços de personalidade, intenções, atitudes e estados mentais de indivíduos familiares. As áreas temporais anteriores participam da representação de informações semânticas e biográficas. O precuneus/cingulado posterior está envolvido na recuperação de memórias episódicas (Collins & Olson, 2014).

Esse modelo está intrinsecamente associado à representação de diferentes emoções e a respostas que são moduladas pela familiaridade dos rostos. A amígdala apresenta uma modulação complexa baseada no tipo de familiaridade, o que pode ser explicado por seu papel na manutenção de uma atitude vigilante ou cautelosa em relação a estranhos, mas não a conhecidos pessoais. A ínsula mostra uma resposta aumentada para certos rostos com os quais se mantém uma relação emocional particularmente intensa (Haxby et al, 2011).

Interpretação de Emoções

A percepção facial está intrinsecamente ligada à interpretação das emoções, uma vez que o rosto humano serve como o principal meio de expressão emocional e comunicação (Hoffman & Gobbini, 2000).

A capacidade de reconhecer expressões faciais como alegria, tristeza, raiva e medo é fundamental para a sobrevivência, pois permite compreender as emoções dos outros e responder de maneira adequada.

Esse processo envolve a integração de vias de processamento subcorticais e corticais, que contribuem para a interpretação precisa das emoções a partir das expressões faciais.

A rota subcortical inclui uma via retiniana-colículo-pulvinar que permite que sinais rápidos e rudimentares sobre estímulos relacionados ao medo contornem a análise cortical mais lenta nas vias visuais ventrais. Essas vias estão envolvidas na detecção rápida de expressões faciais emocionais, sugerindo que as entradas emocionais para a amígdala podem ser independentes do processamento consciente no córtex occipital e fusiforme. A amígdala pode receber principalmente entradas subcorticais e magnocelulares de baixa frequência espacial (LSF), enquanto o córtex visual ventral responde mais a estímulos faciais de alta frequência espacial (HSF), que estão associados a informações refinadas importantes para o reconhecimento preciso de identidade e análise detalhada de traços faciais (Linke, 1999; Vuilleumier et al., 2003)

As áreas fusiformes seletivas de rosto mostraram maior resposta ao medo do que a uma expressão neutra, indicando que as influências de feedback da amígdala no córtex fusiforme podem melhorar o processamento de estímulos emocionais no córtex fusiforme, mesmo quando os estímulos não são percebidos ou atendidos conscientemente (Gobbini & Haxby, 2007). O córtex orbitofrontal lateral também foi ativado por rostos medrosos extintos e recebe informações diretas da amígdala. O córtex orbitofrontal está relacionado ao processamento emocional, e as atividades nas áreas orbitofrontal e parietal estão associadas à orientação mais rápida da atenção espacial para estímulos emocionais.

Teoria do Processamento do Olhar

A teoria do processamento do olhar de Johnson et al. (2015) discute como os indivíduos percebem e interpretam o contato visual e a direção do olhar nas interações sociais. O olhar é fundamental na comunicação, cognição social e compreensão emocional, e a capacidade de interpretar com precisão o olhar está na base da compreensão das intenções, emoções e estados mentais dos outros.

A teoria dos dois processos subcorticais e corticais citados acima se estende ao processamento do olhar. A via subcortical, que envolve estruturas como a amígdala, é responsável pelo processamento rápido e automático de sinais sociais, como o contato visual. A via cortical, que inclui regiões como o giro fusiforme, o sulco temporal superior (STS), o córtex pré-frontal e o córtex orbitofrontal, está envolvida no processamento mais detalhado e consciente do olhar e dos sinais sociais, modulando o processamento cognitivo e as respostas comportamentais.

O modelo fast-track proposto por Johnson et al. (2015) sugere que uma rota subcortical detecta rapidamente o contato visual e modula o processamento cortical, influenciando as respostas cognitivas e comportamentais. Este modelo propõe que a via subcortical de detecção facial modula estruturas-chave na rede para processar o olhar de forma eficaz, um fenômeno denominado "efeito do contato visual". O contato visual facilita a detecção de rostos, mantém a atenção no rosto e auxilia em diversas tarefas relacionadas ao rosto, como discriminação de gênero e codificação de identidade (Doi & Shinohara, 2013).

Este modelo sugere que a via de detecção facial subcortical, em conjunto com a modulação contextual impulsionada pelas demandas de tarefas e pelo contexto social através da modulação descendente do córtex pré-frontal, influencia estruturas-chave dentro da rede cerebral social cortical, como o giro fusiforme, o STS e o córtex pré-frontal. Esta modulação das estruturas corticais pela via subcortical e pelas influências de cima para baixo explica como o contato visual afeta as respostas cognitivas e comportamentais.

Enfatizando a interação entre o processamento rápido e automático de sinais do olhar através de estruturas subcorticais e o processamento mais detalhado por regiões corticais envolvidas na cognição social.

O contato visual tem demonstrado exercer um papel significativo no processamento de informações sociais, com implicações para o desenvolvimento de habilidades sociais e a inferência de intenções alheias (Senju & Johnson, 2009).

Lesões neurais e Prosopagnosia

A prosopagnosia é uma condição neurológica específica caracterizada pela incapacidade de reconhecer rostos, apesar de o indivíduo apresentar visão e inteligência normais (Kanwisher & Yovel, 2006).

Danos na Área Fusiforme da Face (FFA) e nas regiões temporais anteriores, particularmente no hemisfério direito, estão fortemente associados ao desenvolvimento de prosopagnosia, resultando em diferentes variantes dessa condição. O hemisfério direito desempenha um papel frequentemente mais proeminente no processamento de aspectos holísticos dos rostos, como a identidade facial e as expressões emocionais.

Diferentes variantes de prosopagnosia podem surgir como resultado de danos nessas regiões cerebrais específicas. A prosopagnosia aperceptiva pode se manifestar a partir de lesões que afetam as áreas iniciais de processamento visual, levando a dificuldades na percepção e discriminação das características faciais. Por outro lado, a prosopagnosia associativa pode resultar de danos nas regiões de processamento facial de nível superior, impactando a capacidade de vincular informações faciais ao conhecimento armazenado sobre os indivíduos.

Lesões em regiões específicas do lobo temporal podem afetar as habilidades de reconhecimento facial de maneiras distintas. Lesões na região do córtex ventral occipitotemporal são frequentemente associadas a déficits no reconhecimento da identidade de um rosto, resultando em variantes de prosopagnosia. Lesões no lobo temporal direito, em particular, podem levar a dificuldades em reconhecer rostos familiares, afetando a capacidade de identificar rostos por nome ou dados semânticos, especialmente em pacientes pós-ressecção. Em contraste, lesões no lobo temporal esquerdo geralmente não afetam a familiaridade com rostos, sejam eles famosos ou anônimos, mas podem resultar em dificuldades na nomeação de rostos famosos.

Essas descobertas destacam a complexidade das interações entre lesões em regiões específicas do lobo temporal e as habilidades de reconhecimento facial, evidenciando a importância crítica dessas áreas no processamento de rostos e na identificação de indivíduos.

Agradecimentos

Agradeço aos professores Marcelo Fernandes Costa, Leonardo Ferreira e Lenise Clemens pelo conhecimento compartilhado e um agradecimento especial à Elaine Clemens por todo o suporte dado.

Declaração de Conflito

Declaro não estar submetido a qualquer tipo de conflito de interesse.

Referências

Cohen Kadosh, K., Johnson, M. H., Dick, F., Cohen Kadosh, R., & Blakemore, S. J. (2013). Effects of age, task performance, and structural brain development on face processing. *Cerebral Cortex*, *23*(7), 1630-1642. https://doi.org/10.1093/cercor/bhs150

Cohen, L. B., & Strauss, M. S. (1979). Concept acquisition in the human infant. *Child Development*, 419-424. https://doi.org/10.2307/1129417

Collins, J. A., & Olson, I. R. (2014). Beyond the FFA: The role of the ventral anterior temporal lobes in face processing. *Neuropsychologia*, *61*, 65-79. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.06.005

Conte, S., Richards, J. E., Guy, M. W., Xie, W., & Roberts, J. E. (2020). Face-sensitive brain responses in the first year of life. *NeuroImage*, *211*, 116602. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116602

Doi, H., & Shinohara, K. (2013). Task-irrelevant direct gaze facilitates visual search for deviant facial expression. *Visual Cognition*, *21*(1), 72-98. https://doi.org/10.1080/13506285.2013.779350

Fagan III, J. F. (1972). Infants' recognition memory for faces. *Journal of Experimental Child Psychology*, *14*(3), 453-476. https://doi.org/10.1016/0022-0965(72)90065-3

Gauthier, I., & Nelson, C. A. (2001). The development of face expertise. *Current Opinion in Neurobiology*, *11*(2), 219-224. https://doi.org/10.1016/S0959-4388(00)00200-2

Gobbini, M. I., & Haxby, J. V. (2007). Neural systems for recognition of familiar faces. *Neuropsychologia*, *45*(1), 32-41. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.04.015

Haxby, J. V., Guntupalli, J. S., Connolly, A. C., Halchenko, Y. O., Conroy, B. R., Gobbini, M. I., Hanke, M., & Ramadge, P. J. (2011). A Common, High-Dimensional model of the representational space in human ventral temporal cortex. *Neuron*, *72*(2), 404–416. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.08.026

Heck, A., Hock, A., White, H., Jubran, R., & Bhatt, R. S. (2016). The development of attention to dynamic facial emotions. *Journal of Experimental Child Psychology*, *147*, 100-110. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.03.005

Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(6), 223-233. https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01482-0

Johnson, M. H., Senju, A., & Tomalski, P. (2015). The two-process theory of face processing: Modifications based on two decades of data from infants and adults. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *50*, 169-179. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.10.009

Kanwisher, N., & Yovel, G. (2006). The fusiform face area: A cortical region specialized for the perception of faces. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *361*(1476), 2109-2128. https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1934

Linke, R., De Lima, A. D., Schwegler, H., & Pape, H. C. (1999). Direct synaptic connections of axons from superior colliculus with identified thalamo-amygdaloid projection neurons in the rat: Possible substrates of a subcortical visual pathway to the amygdala. *Journal of Comparative Neurology*, *403*(2), 158-170.

Maurer, D., & Salapatek, P. (1976). Developmental changes in the scanning of faces by young infants. Child Development, 47(2), 523–527. https://doi.org/10.2307/1128813

Montgomery, K. J., & Haxby, J. V. (2008). Mirror neuron system differentially activated by facial expressions and social hand gestures: A functional magnetic resonance imaging study. Journal of Cognitive Neuroscience, 20(10), 1866-1877. https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20127

Morton, J., & Johnson, M. H. (1991). CONSPEC and CONLERN: A two-process theory of infant face recognition. *Psychological Review*, *98*(2), 164. https://doi.org/10.1037/0033-295x.98.2.164

Nelson, C. A. (2001). The development and neural bases of face recognition. *Infant and Child Development: An International Journal of Research and Practice*, *10*(1-2), 3-18. https://doi.org/10.1002/icd.239

Nelson, C. A., & De Haan, M. (1996). Neural correlates of infants' visual responsiveness to facial expressions of emotion. Developmental Psychobiology, 29(7), 577-595. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2302(199611)29:7<577::AID-DEV3>3.0.CO;2-R

Pitcher, D., Pilkington, A., Rauth, L., Baker, C., Kravitz, D. J., & Ungerleider, L. G. (2020). The human posterior superior temporal sulcus samples visual space differently from other face-selective regions. *Cerebral Cortex*, *30*(2), 778-785. https://doi.org/10.1093/cercor/bhz125

Senju, A., & Johnson, M. H. (2009). The eye contact effect: Mechanisms and development. Trends in Cognitive Sciences, 13(3), 127-134. https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.11.009

Simion, F., & Giorgio, E. D. (2015). Face perception and processing in early infancy: Inborn predispositions and developmental changes. *Frontiers in Psychology*, *6*, 969. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00969

Vuilleumier, P., Armony, J. L., Clarke, K., Husain, M., Driver, J., & Dolan, R. J. (2002). Neural response to emotional faces with and without awareness: Event-

related fMRI in a parietal patient with visual extinction and spatial neglect. *Neuropsychologia*, *40*(12), 2156-2166. https://doi.org/10.1016/s0028-3932(02)00045-3

Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, *6*(6), 624-631. https://doi.org/10.1038/nn1057

Yovel, G., & Kanwisher, N. (2004). Face perception: Domain specific, not process specific. *Neuron*, *44*(5), 889-898. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.11.018



Vias Visuais Superiores

por

Paula Emy Kobayashi

Vias Visuais Superiores

Paula Emy Kobayashi[1]

[1] Optometrista, São Paulo, São Paulo, Brasil. E-mail: kobayashi.emy@gmail.com

Resumo:

As vias visuais superiores compreendem regiões especializadas no córtex visual, que transcendem as funções das vias primárias, sendo responsáveis pelo processamento visual avançado. Este trabalho de revisão explora as funções especializadas destas vias, incluindo a integração de informações sensoriais, atenção seletiva, percepção tridimensional, reconhecimento facial detalhado e discriminação de objetos em movimento rápido. A organização hierárquica destas áreas corticais e sua relação com os mapas de campos visuais, que representam a disposição espacial da informação visual no córtex cerebral, são também abordadas. Adicionalmente, são discutidos os processos neurais envolvidos, como o processamento *feedforward* e *feedback*, a retinotopia e a especialização funcional de áreas corticais como o córtex occipitotemporal lateral (LOTC), o córtex parietal posterior (CPP) e o sulco temporal superior (STS). Por fim, são apresentadas as vias dorsal ("onde/como"), ventral ("o que") e a emergente terceira via visual (TVP), especializada em pistas sociais dinâmicas.

Palavras-Chave: visual cortex, visual processing, human visual cortex, visual pathways, extrastriate cortex

Introdução

As vias visuais superiores constituem uma rede neuronal complexa e altamente especializada, composta por diversas áreas corticais que transcendem as funções das vias primárias e secundárias no processamento visual (Van Essen, 1979). Estas áreas corticais desempenham papéis específicos e complementares na percepção visual, abrangendo desde o processamento de características básicas até a integração de informações visuais mais complexas, formando assim um sistema colaborativo e multifacetado essencial para nossa experiência visual (Grill-Spector & Malach, 2004). Os mecanismos neurais subjacentes à interpretação eficiente e precisa das informações visuais no córtex cerebral apresentam propriedades distintas, incluindo uma organização hierárquica e uma notável especialização funcional. Estes processos envolvem tanto fluxos de informação feedforward quanto feedback, permitindo uma análise abrangente e refinada dos estímulos visuais (Rolls, 2004). Esta arquitetura neural possibilita a extração e integração de múltiplos aspectos da cena visual, desde características elementares até representações de alto nível, contribuindo para a rica e detalhada percepção do mundo visual que experimentamos.

Organização Hierárquica

O processamento visual superior é caracterizado por uma organização hierárquica bem definida, na qual a informação visual é processada sequencialmente através de múltiplas áreas corticais (Van Essen & Maunsell, 1983). Esta hierarquia inicia-se nas áreas primárias, responsáveis pelo processamento de características elementares, como orientação e movimento, e avança para áreas secundárias e terciárias, onde ocorre o processamento de informações progressivamente mais complexas.

Especialização Funcional

Paralelamente à organização hierárquica, observa-se uma especialização funcional

crescente, com regiões corticais altamente especializadas para o processamento de diferentes tipos de informação visual (Grill-Spector & Malach, 2004).

Estudos neurofisiológicos e de neuroimagem têm demonstrado a existência de áreas corticais com seletividade para estímulos específicos, como faces, objetos e cenas (Kanwisher & Dilks, 2013). Esta especialização funcional facilita uma análise eficiente e detalhada dos diversos aspectos da informação visual, aprimorando a precisão da percepção visual.

No córtex inicial, essa especialização se manifesta na transição do campo visual central para o periférico. Regiões corticais altamente especializadas processam informações visuais complexas, com seletividade para estímulos específicos como faces, objetos e cenas. No córtex de nível superior, as representações de objetos e rostos tendem a ser centrais e altamente magnificadas, refletindo a importância desses estímulos para a percepção visual. Em contraste, as regiões que respondem a lugares, edifícios e cenas são representadas perifericamente e com menor magnificação, indicando um papel diferente no processamento visual.

Interações *Feedforward* e *Feedback*

As interações entre as diferentes áreas visuais são dinâmicas e essenciais para a percepção visual, variando ao longo do tempo em função do estímulo e do estado cerebral. O processamento feedforward (FF), caracterizado como ascendente e bottom-up, envolve a transmissão de informação das áreas primárias para as regiões superiores do córtex visual. Este processo se inicia com a detecção de características visuais fundamentais, como bordas, orientação e contraste, nas áreas visuais primárias, e progride para a integração de características mais complexas, como cor, forma e movimento, em níveis superiores (Schendan & Ganis, 2015).
Em contrapartida, o processamento feedback (FB), definido como descendente e top-down, compreende a transmissão de informações das regiões superiores do córtex visual de volta para as áreas primárias e subcorticais. Esta informação descendente modula e contextualiza a informação ascendente, influenciando a percepção visual através de expectativas, atenção seletiva e memória visual. A sinalização feedforward e feedback depende de "canais" separados, o que implica que esses tipos de sinais são transmitidos por diferentes conjuntos de neurônios e circuitos cerebrais. Essa separação de canais é importante para garantir que os sinais de feedback não interfiram na transmissão de informações para áreas posteriores do cérebro, permitindo que a atividade neural seja processada de forma eficiente e precisa (Semedo et al., 2022).

Organização das Áreas Corticais

A organização das áreas corticais visuais é fundamental para a percepção visual e o processamento de informação visual complexa. Estas áreas recebem, integram e interpretam estímulos visuais do ambiente, desempenhando funções especializadas na análise de diferentes aspectos visuais (Bear, Connors, & Paradiso, 2017). A hierarquia dessas áreas é organizada de maneira que a atividade neural flui de áreas iniciais para áreas mais especializadas e, em seguida retroalimenta para otimizar a percepção. A retinotopia, que é a organização baseada na representação topográfica da retina, é evidente nos mapas de campos visuais (Wandell et al, 2007). Áreas corticais como o córtex occipitotemporal lateral (LOTC), o córtex parietal posterior (CPP) e o sulco temporal superior (STS) contribuem para a especialização funcional, representando ações sociais e processando informações relacionadas à interação social (Grill-Spector & Malach, 2004). As vias visuais dorsal e ventral são tradicionalmente reconhecidas, como a via dorsal (ou "onde") responsável pela análise espacial e de movimento, enquanto a via ventral ("o que") lida com o reconhecimento e discriminação de objetos (Mishkin et al, 1983). Além disso, há indícios de uma terceira via visual (TVP) especializada em pistas sociais dinâmicas, incluindo expressões faciais e interações sociais (Haxby, Hoffman & Gobbini 2000). O córtex visual é organizado em diversas áreas que desempenham papéis específicos no

processamento visual. No córtex occipital, áreas como V2, V3d, VP, V3A, V4v, V4d, V6, V7 e V8 são responsáveis por diferentes aspectos da visão. Cada uma dessas áreas contribui para a análise de características visuais específicas, como forma, cor, movimento e profundidade. Nos lobos parietais, áreas como MT, TMS, LO e EBA respondem visualmente, cada uma com funções distintas no processamento visual. O sulco intraparietal contém áreas visuais identificadas como IPS1, IPS2, IPS3 e IPS4, envolvidas em funções sensório-motoras e cognitivas de alto nível. No córtex occipitotemporal, a área fusiforme da face (FFA) e a área parahipocampal (PPA) indicam uma rede complexa de regiões especializadas no processamento de estímulos visuais específicos, como rostos e cenas. Informações detalhadas sobre as funções de algumas das principais áreas corticais visuais, suas características, conexões e projeções podem ser encontradas na Tabela 1 (Apêndice).

Mapas de Campos Visuais

Os mapas de campos visuais no córtex visual humano refletem a organização espacial das informações visuais, com regiões específicas dedicadas a diferentes funções. A formação desses mapas é fundamental para a interpretação eficiente do ambiente visual, pois reflete a topografia detalhada das características visuais na retina, preservando a relação espacial entre os elementos visuais (Wandell et al, 2007; Arcaro et al., 2009).

O córtex visual contém diferentes tipos de mapas de campos visuais, que são aglomerados de neurônios que respondem a estímulos visuais de regiões específicas do campo visual. Os mapas de V1, V2 e V3, localizados próximos ao sulco calcarino no lobo occipital, processam informações básicas como a detecção de bordas e a percepção de contraste. A organização macroestrutural dos mapas de campos visuais forma aglomerados de trevos aproximadamente circulares, chamados de clusters, organizados radialmente (Buckner & Yeo, 2014; Barton & Brewer, 2017).

Mapas Laterais

Os mapas laterais, como o occipito lateral (LO-1, LO-2) e hMT+ ocupam posições lateral e anteriormente ao V3 dorsal e são responsáveis pelo processamento de informações relacionadas ao reconhecimento de objetos e para a percepção de suas características, como a textura e a forma.

A área hMT+ (ou V5) é importante para a percepção de movimento, sendo responsável por detectar a direção e a velocidade do movimento, além de desempenhar um papel importante na integração de informações visuais com outras modalidades sensoriais, como a audição e o tato, permitindo que o cérebro crie uma percepção unificada do ambiente, demonstrando a complexidade e interconexão dos processos perceptuais (Wandell et al, 2007).

Estas áreas laterais do córtex occipital estão envolvidas em um processamento em paralelo com outras áreas visuais superiores e com diversas regiões corticais, que serão citadas mais à frente, contribuindo para a interpretação completa do ambiente visual e a formação de representações perceptuais significativas.

Mapas Ventrais

Os mapas ventrais, como o hV4 e os clusters occipitais ventrais (VO-1, VO-2), encontram-se no córtex occipital ventral e desempenham papéis distintos no processamento visual.

A área hV4 é responsável pela interpretação de informações relacionadas à cor e na percepção de formas complexas. Identifica objetos com base em suas características cromáticas, contribuindo significativamente para a rica experiência visual relacionada à cor e à complexidade das formas (Wandell, 2007).

As áreas VO-1 e VO-2 desempenham funções importantes na percepção de formas e na identificação de objetos, especialmente na capacidade de perceber objetos em diversas orientações e na identificação com base nas características da forma. Essas áreas participam do reconhecimento de padrões e na interpretação de características visuais complexas.

E se projetam para vários locais cerebrais polimodais, incluindo o córtex perirrinal, o córtex pré-frontal, a amígdala e o corpo estriado dos gânglios da base destacando a complexidade e a interconexão das áreas envolvidas no processamento visual (Wandell et al, 2007).

A área V4 é capaz de codificar informações de cor de forma invariante, ou seja, ela pode reconhecer a mesma cor independentemente da sua localização no campo visual. V4 faz a comunicação entre as áreas visuais iniciais e o córtex inferotemporal, especialmente na seleção de características de estímulo, portanto, V4 é importante tanto para o processamento feedforward (reconhecimento) quanto para o feedback (atenção). Os mapas visuais humanos anteriores ao hV4, VO-1 e VO-2, também foram implicados no processamento específico de estímulos além da cor, incluindo objetos.

A área V8, também conhecida como área occipital ventral, está envolvida no processamento de informações de cor e pode estar relacionada à percepção consciente de cor, ou seja, a capacidade de perceber e nomear as cores que vemos. Essa área contribui para a percepção detalhada e consciente das cores, integrando informações visuais para formar uma experiência visual coesa e rica (Wandell et al, 2007).

Mapas Dorsais

Os mapas dorsais (V3A, V3B) estão localizados no córtex occipital dorsal, seus mapas de campos visuais são organizadas radialmente em um cluster de trevo, com representações foveais no centro e representações periféricas cada vez maiores ao longo das seções externas do aglomerado (Wandell et al, 2007).

As áreas dorsais do córtex occipital também são importantes na percepção de profundidade e na integração de informações visuais com ênfase na percepção de movimento e na integração de informações sensoriais para orientar os movimentos do corpo em relação aos estímulos visuais, especialmente relacionadas à percepção de movimento e à integração de informações visuais e somatossensoriais.

Mapas Córtex Parietal Posterior

O córtex parietal posterior (CPP) inclui o sulco intraparietal (IPS). O CPP está envolvido no controle das sacadas, bem como na atenção visual espacial, e fica ativo durante uma variedade de tarefas visuoespaciais e cognitivas, incluindo movimentos oculares e memória espacial. Os mapas deste córtex estão envolvidos nas funções sensório-motoras e também na formação de intenções e planos cognitivos para tipos específicos de movimentos (Galletti & Fattori, 2018).

Mapas Sulco Temporal Superior

Os mapas de campos visuais no sulco temporal superior posterior (pSTS) representam topograficamente áreas do córtex cerebral que respondem a estímulos específicos, como faces, emoções e diferentes tipos de movimento, incluindo movimentos radiais e de rotação. O STS é uma região fundamental para o processamento de movimento biológico, como o movimento de corpos humanos e animais, conforme demonstrado por estudos de neuroimagem funcional (Orban et al., 1999). Diferentes sub-regiões do STS respondem a diferentes tipos de movimento, como movimento radial ou de rotação, indicando uma especialização funcional dentro dessa área. Estudos também mostram que o STS é seletivamente ativado por estímulos de movimento biológico em comparação com estímulos de movimento não biológico (Grossman & Blake, 2002). Além disso, o STS está envolvido na percepção e processamento de informações relacionadas a faces e expressões emocionais (Puce et al., 1998), destacando a importância dessa região para a percepção social e emocional. Portanto, o STS desempenha um papel crucial na integração de informações visuais e somatossensoriais, contribuindo para a formação de intenções e planos cognitivos para tipos específicos de movimentos (Galletti & Fattori, 2018). A complexidade e a interconexão das áreas envolvidas no processamento visual no STS demonstram como diferentes regiões colaboram

para a compreensão abrangente do ambiente visual.

Vias Visuais: Dorsal, Ventral, TVP

O estudo das vias visuais tem se beneficiado do uso de modelos de primatas não humanos, como os macacos, para investigar a homologia funcional das respostas neuronais (Goddard, 2017). Tradicionalmente, duas vias visuais são amplamente reconhecidas: a via dorsal e a via ventral. Adicionalmente, uma terceira via especializada na percepção social tem sido identificada, enriquecendo a compreensão do processamento visual complexo.

Via Dorsal

A via dorsal, conhecida como a "via do onde", projeta-se para o córtex parietal e é responsável pelo controle visual da ação qualificada direcionada a um objetivo, ou seja, a visão para ação. Essa via é responsável por funções relacionadas à análise do espaço e movimento visual, rápida identificação de forma e movimento, percepção espacial e ação, bem como controle motor de alcance. Essas funções são executadas por diferentes redes neurais que envolvem áreas como a occipital e parietal posterior, fornecendo informações ao córtex frontal pré-motor (Wurm & Caramazza, 2019). Dentro da via dorsal, existem dois caminhos distintos pelos quais as informações sobre o movimento visual fluem no cérebro humano: um dorsolateral (ventro-dorsal) em direção às áreas MT/V5, MST, V3A, e um dorsomedial (dorso-dorsal) em direção às áreas visuomotoras do lóbulo parietal superior, como V6A, MIP e VIP (Galletti & Fattori, 2018; Wurm & Caramazza, 2019). A via visual dorsomedial é responsável por processar informações de movimento visual para monitorar continuamente a localização espacial dos objetos enquanto olhamos e/ou nos movemos, permitindo o alcance e apreensão qualificados dos objetos em ambientes estruturados e dinâmicos.

A informação visual flui diretamente de V1 para MT/V5 e V6, que são duas áreas retinotopicamente organizadas do córtex extraestriado. As informações visuais do MT/V5 e V6 fluem separadamente através de dois canais: o canal ventro-dorsal e o dorso-dorsal, que envolvem áreas visuais do lóbulo parietal inferior (IPL) e do lóbulo parietal superior (SPL).

Sensibilidade ao Movimento e Integração Sensorial

A área V6 no cérebro humano demonstra uma notável sensibilidade ao movimento de estímulos visuais, incluindo a velocidade e direção do movimento, bem como ao fluxo óptico. Essa área visuomotora está fortemente conectada com MT/V5 e outras áreas do córtex visual extraestriado, sendo fundamental na percepção do movimento e no controle da ação. A atividade relacionada à preensão está presente em duas áreas da corrente dorsal: AIP e V6A. A área AIP está mais envolvida no reconhecimento de objetos para a ação, enquanto a V6A desempenha um papel mais proeminente na codificação da visão para a ação em si, especialmente em relação ao alcance e à preensão (Galletti & Fattori, 2018).

A área V3A, que possui conexões diretas com V6, é considerada uma área de movimento em humanos, sendo altamente ativada por estímulos em movimento e envolvida na extração da forma do movimento. Todas as áreas da via dorsolateral, incluindo V6, MT/V5, MST e V3A, contêm células de "movimento real" que são ativadas pelo movimento real de um objeto no campo visual, e não pelos movimentos oculares. Essas células desempenham um papel crucial na análise do movimento visual e fornecem informações essenciais para o reconhecimento do movimento de objetos e do próprio corpo.

O fluxo visual dorsolateral (ventro-dorsal) é uma das duas vias principais pelas quais a informação visual flui do córtex visual para áreas associadas ao controle motor, compreendendo V6, MT/V5, MST e V3A. Essa via é fundamental na análise do movimento visual, incluindo a percepção do movimento de objetos e do próprio corpo, bem como o

reconhecimento do movimento de objetos durante os movimentos do corpo. As informações enviadas por V6 para-MT/V5 e V6A são de natureza visual, mas diferem em conteúdo: MT/V5 está envolvida na análise do movimento visual, incluindo a direção e a velocidade, enquanto V6A é uma área visuomotora envolvida no controle da preensão. Os neurônios em V6A exibem sintonia espacial para parâmetros relacionados ao alcance, como direção e amplitude, e também para a preensão de objetos, incluindo a formação da preensão e a orientação do punho.

O sulco intraparietal (IPS) divide o lóbulo parietal superior medialmente do lóbulo parietal inferior lateralmente e desempenha funções sensório-motoras e cognitivas de alto nível. Ele também está envolvido no planejamento de ações e transformações coordenadas, tomada de decisão e estimativa de valor, estimativa e previsão de estado futuro, codificação de metas, conjunto cognitivo, categorização, reconhecimento de forma, tempo, atenção, aprendizagem, processamento de números, magnitudes e memória de trabalho (Galletti & Fattori, 2018).

Via Ventral

A via ventral, conhecida como a "via do quê", desempenha um papel fundamental no processamento das características e qualidades dos objetos visuais. Essa via recebe informações da retina e as transmite para o córtex estriado, onde são processadas características perceptivas como forma, cor, tamanho e brilho (Wurm & Caramazza, 2019). O principal objetivo das representações na via ventral é capturar uma configuração estável de informações visuais, extraindo características invariantes dos objetos, como forma, textura e cor, e criando uma representação coerente e estável do objeto. Esse fluxo ventral projeta-se para o córtex temporal e processa informações visuais para informar tarefas perceptivas e cognitivas, como memória, reconhecimento, identificação, imagens visuais e categorização, ou seja, uma visão para percepção (Konen & Kastner, 2008).

O córtex temporal inferior (IT) é uma região importante da via visual ventral, responsável pela percepção de objetos, rostos e cenas. A organização do IT é complexa e envolve várias etapas ao longo do eixo posterior-anterior do córtex, com sub-regiões que têm uma relação espacial sistemática. A organização de cada etapa é governada por um modelo de excentricidade, e as representações de excentricidade correspondentes em cada etapa são interconectadas. As representações foveais no IT são importantes na visão de objetos de alta acuidade, incluindo o reconhecimento facial. As representações intermediárias computam outros aspectos da visão de objetos, como a valência comportamental (usando pistas de cor e superfície), enquanto as representações periféricas codificam informações sobre cenas.

O IT também está envolvido na determinação da relevância dos objetos para o comportamento em comunicação não verbal (reconhecimento facial) e na navegação do ambiente. A compreensão da organização do IT é fundamental para entender como o cérebro processa informações visuais complexas e como a percepção consciente de objetos e faces é alcançada. Além disso, a via ventral possui projeções com estruturas corticais e subcorticais envolvidas com memória e aprendizagem, formação de hábitos, emoção, memória de longo e curto prazo, recompensa e valor (Kravitz et al., 2013).

Conectividade Intrínseca e Extrínseca da Via Ventral

A via ventral apresenta uma complexa conectividade intrínseca na superfície lateral do cérebro do macaco, que inclui áreas visuais como V3, o complexo temporal médio (MT)/temporal superior medial (MST) e o sulco temporal superior (STS), áreas que, embora tradicionalmente não sejam consideradas parte da via ventral, demonstram a intrincada interconexão das redes neurais envolvidas no processamento visual (Kravitz et al., 2013). Essa conectividade intrínseca é composta por projeções feedforward e feedback, que envolvem diversas áreas visuais interconectadas, como V1, V2, V3, V4, TEO, TE posterior, MT/MST, STS caudal, STS rostral, TGv e TE anterior.

Além da conectividade intrínseca, a via ventral também possui uma conectividade extrínseca significativa, com seis vias distintas originando-se da rede occipitotemporal. Essas vias incluem:

Via Occipitotemporo-Neoestriatal: Conecta-se ao neoestriado através da área caudal do sulco temporal superior (STScau), influenciando funções como categorização, memória de trabalho, aprendizagem, seleção de ações recompensadas e transferência de informações entre regiões corticais, apoiando a formação de associações estímulo-resposta.

Via Occipitotemporo-Amigdalóide: A amígdala recebe informações do córtex temporal inferior (aIT) e desempenha um papel no processamento de estímulos visuais emocionalmente salientes, atribuindo valência emocional aos estímulos visuais e regulando as respostas emocionais.

Via Occipitotemporo-Ventroestriatal: Estende-se até o neoestriado ventral, que está envolvido no processamento de informações visuais relacionadas à recompensa e à motivação, bem como na formação de memórias de longo prazo relacionadas a estímulos visuais associados à recompensa.

A via ventral também possui projeções corticais importantes:

Via Temporal Occipitotemporo-Medial: Uma via bidirecional que se estende das áreas visuais superiores até as estruturas dentro do córtex temporal medial, incluindo o córtex perirrinal (PRh) e as regiões CA1 do hipocampo, desempenhando um papel no processamento de informações visuais relacionadas à memória de longo prazo de objetos e à percepção de objetos em relação ao ambiente.

Via Occipitotemporo-Orbitofrontal: Envolvida no processamento de recompensas primárias e secundárias, fornecendo entrada visual ao sistema de processamento afetivo frontal medial, resultando na associação entre recompensas primárias e objetos, bem como entre recompensas secundárias e objetos, atribuindo relações causais entre estímulos e recompensas.

Via Pré-Frontal Occipitotemporo-Ventrolateral: Origina-se principalmente do STSv/f e está envolvida no processamento de informações visuais relacionadas à memória de trabalho de objetos, fundamental para a realização de tarefas cognitivas complexas que exigem a manipulação de informações visuais na mente.

Através dessa rede complexa de conexões entre diferentes áreas do córtex occipitotemporal e outras regiões do cérebro, a via ventral é capaz de integrar informações visuais com outras modalidades sensoriais e com o sistema de recompensa. Isso permite a formação de associações entre objetos e recompensas, bem como o processamento de informações visuais em diferentes níveis de abstração, essencial para tarefas cognitivas complexas como navegação espacial, tomada de decisões e comunicação social.

Terceira Via Visual

A Terceira Via Visual (TVP) apresenta características funcionais e anatômicas distintas, reveladas por análises de conectividade funcional entre 22 mapas do campo visual lateral, ventral e dorsal. Diferentemente do modelo tradicional de duas vias visuais, a TVP emerge como uma rota anatômica e funcionalmente distinta, intimamente relacionada à representação topográfica no córtex occipitotemporal lateral (LOTC), uma região cerebral envolvida no processamento visual e social (Weiner & Gomez, 2021). Essa via é especializada no processamento de informações visuais dinâmicas e sociais, como expressões faciais e movimentos corporais.

A TVP se origina no córtex visual primário e estabelece conexões entre V5/MT e o sulco temporal superior (STS), onde informações visuais dinâmicas são processadas, incluindo expressões faciais, movimentos corporais e comportamentos sociais de outros organismos biológicos (Orlov, Makin & Zohary, 2010). As regiões posteriores a V5/MT exibem características multimodais que vão além da percepção social, sendo seletivas para apresentações hápticas de objetos, o que sugere que a TVP está envolvida no processamento multimodal de informações sensoriais táteis e

proprioceptivas, além das informações visuais. Em contraste, as regiões anteriores a V5/MT são seletivas para o movimento do próprio corpo (Weiner & Gomez, 2021). O processamento no LOTC envolve a análise de informações visuais relacionadas às ações sociais, como a presença de pessoas na cena, a orientação das pessoas umas em relação às outras e a direção dos movimentos de ação em direção a diferentes destinatários, informações que são processadas pela TVP para interpretar comportamentos sociais em contextos específicos (Wurm & Caramazza, 2019).

A representação de ações sociais e não sociais no LOTC se concentra em dois níveis de descrição: um nível perceptual, que captura componentes socialmente relevantes de cenas de ação observadas, e um nível interpretativo mais elevado, que captura o grau em que uma ação é social e dirigida a uma pessoa (Orlov, Makin & Zohary, 2010). No nível perceptual, a TVP está envolvida na percepção de ações que têm significado social, como gestos, expressões faciais e interações sociais. No nível interpretativo, a TVP não apenas processa ações socialmente relevantes, mas também interpreta o contexto social e a intenção por trás dessas ações.

A percepção de ações sociais envolve não apenas a percepção visual de objetos e movimentos, mas também a interpretação do contexto social e da intenção por trás dessas ações. Isso requer a integração de informações visuais e motoras com informações sociais e emocionais, destacando a importância da TVP e do LOTC para a percepção e interação com o ambiente físico, incluindo a interação social.

Considerações Finais

O estudo das vias visuais superiores revela a complexidade e a notável especialização funcional do processamento visual no cérebro humano. A organização hierárquica dessas áreas corticais, como o córtex occipitotemporal lateral (LOTC), o córtex parietal posterior (CPP) e o sulco temporal superior (STS), desempenha um papel fundamental na interpretação avançada de estímulos visuais. A retinotopia, que se manifesta nos mapas de campos visuais lateral, dorsal e do CPP, demonstra a organização espacial das informações visuais. Os processos neurais, que envolvem tanto o fluxo de informações feedforward quanto o feedback, evidenciam a dinâmica bidirecional nas interações corticais, permitindo uma análise refinada e contextualizada dos estímulos.

As vias visuais dorsal, ventral e a Terceira Via Visual (TVP) representam abordagens distintas para o processamento de informações visuais, abrangendo desde a análise espacial e de movimento até o reconhecimento de objetos e a interpretação de pistas sociais dinâmicas. A via dorsal, conhecida como a "via onde", é responsável pela análise espacial e de movimento, permitindo a interação eficiente com o ambiente. A via ventral, ou "via do que", lida com o reconhecimento e a discriminação de objetos, permitindo a identificação e categorização do mundo visual. A TVP, por sua vez, é especializada no processamento de pistas sociais dinâmicas, incluindo expressões faciais e interações sociais, permitindo a compreensão e a navegação no mundo social.

A integração dessas vias, juntamente com a organização hierárquica e os mapas corticais, oferece uma compreensão abrangente de como o cérebro humano realiza o processamento visual avançado. Essa integração é fundamental para a nossa percepção consciente e para a interação eficaz com o ambiente visual circundante. A complexidade das conexões entre diferentes áreas do córtex visual e outras regiões do cérebro permite a formação de representações estáveis de objetos, a atribuição de valor aos estímulos visuais e a seleção de ações baseadas em informações visuais, permitindo uma resposta adaptativa e flexível ao mundo.

Agradecimentos

Agradeço aos professores Marcelo Fernandes Costa, Leonardo Ferreira e Lenise Clemens pelo conhecimento compartilhado e um agradecimento especial à Elaine Clemens por todo o suporte dado.

Declaração de Conflito

Declaro não estar submetido a qualquer tipo de conflito de interesse.

Referências

Arcaro, M. J., & Kastner, S. (2015). Topographic organization of areas V3 and V4 and its relation to supra-areal organization of the primate visual system. *Visual Neuroscience*, *32*, E014. https://doi.org/10.1017/S0952523815000115

Arcaro, M. J., McMains, S. A., Singer, B. D., & Kastner, S. (2009). Retinotopic organization of human ventral visual cortex. *Journal of Neuroscience*, *29*(34), 10638–10652. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2807-09.2009

Baldassano, C., Beck, D. M., & Fei-Fei, L. (2013). Differential connectivity within the parahippocampal place area. *NeuroImage*, *75*, 228–237. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.02.073

Barton, B., & Brewer, A. A. (2017). Visual field map clusters in high-order visual processing: Organization of V3A/V3B and a new cloverleaf cluster in the posterior superior temporal sulcus. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, *11*, 4. https://doi.org/10.3389/fnint.2017.00004

Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2017). *Neurociências: Desvendando o sistema nervoso*. Artmed Editora.

Buckner, R. L., & Yeo, B. T. T. (2014). Borders, map clusters, and supra-areal organization in the visual cortex. *NeuroImage*, *93*, 292–297. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.12.036

Deen, B., & Saxe, R. (2019). Parts-based representations of perceived face movements in the superior temporal sulcus. *Human Brain Mapping*, *40*(8), 2499–2510. https://doi.org/10.1002/hbm.24540

Galletti, C., & Fattori, P. (2018). The dorsal visual stream revisited: Stable circuits or dynamic pathways? *Cortex*, *98*, 203–217. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.01.009

Goddard, E. (2017). A step toward understanding the human ventral visual pathway. *Journal of Neurophysiology*, *117*(3), 872–875. https://doi.org/10.1152/jn.00358.2016

Grill-Spector, K., & Malach, R. (2004). The human visual cortex. *Annual Review of Neuroscience*, *27*, 649–677. https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144220

Grossman, E. D., & Blake, R. (2002). Brain areas active during visual perception of biological motion. *Neuron*, *35*(6), 1167–1175. https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00897-8

Hadjikhani, N., Liu, A. K., Dale, A. M., Cavanagh, P., & Tootell, R. B. (1998). Retinotopy and color sensitivity in human visual cortical area V8. *Nature Neuroscience*, *1*(3), 235–241. https://doi.org/10.1038/681

Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(6), 223–233. https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01482-0

Kanwisher, N., & Dilks, D. D. (2013). The functional organization of the Ventral visual pathway in humans. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/265227451_The_Functional_Organization_of_the_Ventral_Visual_Pathway_in_Humans

Kohler, P. J., Clarke, A., Yakovleva, A., Liu, Y., & Norcia, A. M. (2016). Representation of maximally regular textures in the human visual cortex. *Journal of Neuroscience*, *36*(3), 714–729. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2962-15.2016

Konen, C. S., & Kastner, S. (2008). Two hierarchically organized neural systems for object information in human visual cortex. *Nature Neuroscience*, *11*(2), 224–231. https://doi.org/10.1038/nn2036

Kravitz, D. J., Saleem, K. S., Baker, C. I., Ungerleider, L. G., & Mishkin, M. (2013). The ventral visual pathway: An expanded neural framework for the processing of object quality. *Trends in Cognitive Sciences*, *17*(1), 26–49. https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.10.011

Mishkin, M., Ungerleider, L. G., & Macko, K. A. (1983). Object vision and spatial vision: two cortical pathways. Trends in Neurosciences, 6, 414–417. https://doi.org/10.1016/0166-2236(83)90190-x

Orban, G. A., Sunaert, S., Todd, J. T., Van Hecke, P., & Marchal, G. (1999). Human cortical regions involved in extracting depth from motion. *Neuron*, *24*(4), 929–940. https://doi.org/10.1016/s0896-6273(00)81040-5

Orlov, T., Makin, T. R., & Zohary, E. (2010). Topographic representation of the human body in the occipitotemporal cortex. *Neuron*, *68*(3), 586–600. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.09.032

Puce, A., Allison, T., Bentin, S., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1998). Temporal cortex activation in humans viewing eye and mouth movements. *Journal of Neuroscience*, *18*(6), 2188–2199. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.18-06-02188.1998

Rolls, E. T. (2004). *The visual neurosciences* (Vols. 1–2). MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/7131.001.0001

Schendan, H. E., & Ganis, G. (2015). Top-down modulation of visual processing and knowledge after 250 ms supports object constancy of category decisions. *Frontiers in Psychology*, *6*, 1289. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01289

Semedo, J. D., Jasper, A. I., Zandvakili, A., Krishna, A., Aschner, A., Machens, C. K., ... & Yu, B. M. (2022). Feedforward and feedback interactions between visual cortical areas use different population activity patterns. *Nature Communications*, *13*(1), 1099. https://doi.org/10.1038/s41467-022-28552-w

Silver, M. A., Ress, D., & Heeger, D. J. (2005). Topographic maps of visual spatial attention in human parietal cortex. *Journal of Neurophysiology*, *94*(2), 1358–1371. https://doi.org/10.1152/jn.01316.2004

Suzuki, W. L., & Amaral, D. G. (1994). Perirhinal and parahippocampal cortices of the macaque monkey: Cortical afferents. *Journal of Comparative Neurology*, *350*(4), 497–533. https://doi.org/10.1002/cne.903500402

Taylor, J. C., & Downing, P. E. (2011). Division of labor between lateral and ventral extrastriate representations of faces, bodies, and objects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *23*(41), 22–37. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00091

Taylor, J. C., Wiggett, A. J., & Downing, P. E. (2007). Functional MRI analysis of body and body part representations in the extrastriate and fusiform body areas. *Journal of Neurophysiology*, *98*(1), 26–33. https://doi.org/10.1152/jn.00012.2007

Tootell, R. B., Hadjikhani, N., Hall, E., Marrett, S., Vanduffel, W., Vaughan, J., & Dale, A. M. (1998). The retinotopy of visual spatial attention. *Neuron*, *21*(6), 1409–1422. https://doi.org/10.1016/s0896-6273(00)80659-5

Van Essen D. C. (1979). Visual areas of the mammalian cerebral cortex. Annual review of neuroscience, 2, 227–263.https://doi.org/10.1146/annurev.ne.02.030179.001303

Van Essen, D. C., & Maunsell, J. H. R. (1983). Hierarchical organization and functional streams in the visual cortex. *Trends in Neurosciences*, *6*(C), 370-375. https://doi.org/10.1016/0166-2236(83)90167-4

Vann, S., Aggleton, J., & Maguire, E. (2009). What does the retrosplenial cortex do? *Nature Reviews Neuroscience*, *10*(11), 792–802. https://doi.org/10.1038/nrn2733

Wandell, B. A., Dumoulin, S. O., & Brewer, A. A. (2007). Visual field maps in human cortex. *Neuron*, *56*(2), 366–383. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2007.10.012

Weiner, K. S., & Grill-Spector, K. (2013). Neural representations of faces and limbs neighbor in human high-level visual cortex: Evidence for a new organization principle. *Psychological Research*, *77*, 74–97. https://doi.org/10.1007/s00426-011-0392-x

Weiner, K. S., & Gomez, J. (2021). Third visual pathway, anatomy, and cognition across species. *Trends in Cognitive Sciences*, *25*(7), 549–562. https://doi.org/10.1016/j.tics.2021.04.002

Wurm, M. F., & Caramazza, A. (2019). Lateral occipitotemporal cortex encodes perceptual components of social actions rather than abstract representations of sociality. *NeuroImage*, *202*, 116153. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116153

Apêndice:

Tabela 1: Funções das áreas corticais (Bear, Connors & Paradiso, 2017; Tootell et al, 1997; Taylor, Wiggett & Downing, 2007; Taylor & Downing, 2011; Kohler et al., 2016; Arcaro & Kastner, 2015; Silver, Hess & Heeger, 2005; Hadjikhani et al., 1998; Vann, Aggleton & Maguire, 2009; Weiner & Grill-Spector, 2013; Deen & Saxe, 2019; Suzuki & Amaral, 1994; Baldassano, Beck & Fei-Fei., 2013)

Via	Área cortical	Função	Características e Funções	Conexões e Projeções
Dorsal	**V3A**	Região cortical independente com grandes campos receptivos	- Envolvida em cálculos visuais de amplo campo - Processamento de disparidade binocular - Análise de contornos ilusórios - Inibição lateral - Abrange um mapa completo do hemicampo contralateral - Mais sensível ao movimento do que V3 - Preferência por estímulos acromáticos	- Recebe projeções ascendentes de V1, V2 e V3 - Projeta-se fortemente para áreas da corrente dorsal (MT, MST) - Conexões com a área parietal LIP - Projeções menores para áreas do lobo temporal
	Área Temporal Média (MT/V5) e Área Temporal Média Superior (MST)	Complexo de áreas envolvidas na percepção de movimento	- Percepção de movimento global - Rastreamento visual - Percepção de movimento em cenas complexas - Planejamento do movimento - Sub-região funcional responde a padrões específicos de movimento radial e circular - Envolvida no cálculo do fluxo óptico - Neurônios altamente sensíveis a estímulos visuais em movimento, velocidade e direção	Recebem inputs diretos da área visual primária (V1) - Conexões com áreas visuais secundárias (V2, V3, V4) - Projeções do córtex parietal posterior - Projeções para áreas parietais superiores (envolvidas no controle motor) - Conexões com o córtex pré-frontal (planejamento e tomada de decisão) - Projeções para áreas do lobo temporal (integração de informações visuais complexas) - Fortes conexões recíprocas entre MT e MST - Interações com áreas do sulco intraparietal (IPS) - Conexões com o colículo superior (movimentos oculares) - Projeções para o núcleo pulvinar do tálamo (integração sensório-motora) - Parte integral da via dorsal ("onde/como") do processamento visual - Circuitos de feedback com áreas visuais primárias e secundárias - Modulação top-down do processamento visual precoce
	Área Parieto-Occipital (PO/V6)	Região cortical envolvida na percepção espacial e de movimento	- Sensibilidade a estímulos visuais em movimento - Discriminação de velocidade e direção dos movimentos - Processamento de informações relacionadas à localização e orientação espacial dos objetos - Percepção de profundidade e movimento - Representação do campo visual periférico, com foco na parte inferior do campo visual até a periferia distante	- Recebem inputs de áreas visuais primárias e secundárias - Conexões com áreas parietais e occipitais - Projeções para áreas envolvidas no controle motor e percepção espacial - Conexões com o córtex pré-frontal para integração de informações visuais complexas- Fortes conexões com áreas do sulco intraparietal (IPS) - Interações com áreas temporais e parietais superiores - Conexões com o colículo superior (movimentos oculares) - Projeções para o núcleo pulvinar do tálamo (integração sensório-motora) - Parte integral da via dorsal ("onde/como") do processamento visual - Circuitos de feedback com áreas visuais primárias e secundárias - Modulação top-down do processamento visual precoce

	Área Intra-parietal Lateral (LIP)	Região cortical envolvida no planejamento de movimentos oculares e atenção espacial	- Relacionada ao planejamento de movimentos oculares sacádicos - Envolvida na atenção espacial - Participa na tomada de decisões - Associada à expectativa de recompensa - Seletividade de forma como subproduto do mapa de saliência de objetos - Responde a estímulos visuais que sinalizam movimento ocular	- Recebe estímulos visuais de MT e MST - Recebe inputs de outras áreas visuais - Principais projeções para os campos oculares frontais - Conexões relacionadas aos movimentos oculares
	Área Intraparietal Ventral (VIP)	Região cortical envolvida no processamento de características específicas dos objetos	- Processamento de forma tridimensional e orientação dos objetos - Envolvida nas representações de informações visuais relacionadas à manipulação de objetos - Contribui para a integração de informações visuais e motoras	- Recebe entradas visuais de áreas do fluxo dorsal, especialmente da MT - Recebe inputs da LIP - Projeta-se para o campo ocular frontal - Projeta-se para porções adjacentes do lobo frontal - Projeta-se para a área pré-motora ventral
	Sulco Intraparietal (IPS) / V7	Região cortical envolvida na atenção espacial e planejamento de movimentos oculares	- Ativo durante a atenção espacial e planejamento dos movimentos oculares - IPS1 e IPS2 são ativados durante mudanças de atenção ou movimentos oculares sacádicos- V7 (IPS-0) tem representação foveal distinta e atividade robusta durante a atenção espacial - Respostas invariantes a transformações de imagem (constância perceptual do objeto) - Seletividade para imagens estáticas dos membros - Envolvido na memória operacional espacial, atenção e movimento - Regiões IPS posteriores: observação e orientação visual dos movimentos dos membros - Regiões IPS anteriores: execução dos movimentos dos membros	- V7 envia projeções ascendentes para o córtex frontal, incluindo campos oculares frontais - Projeções para os córtex cingulado e parahipocampal - Interligações com estruturas subcorticais relacionadas à função ocular e vestíbulo-ocular - Conexões com áreas envolvidas na programação dos movimentos oculares
	PS1, IPS2, IPS3, IPS4	Subdivisões do sulco intraparietal	- Envolvidas no processamento espacial e atenção visual - Contribuem para a integração sensório-motora - Participam no planejamento de movimentos oculares e alcance - Representações de informações visuais relacionadas à manipulação de objetos	- Conexões recíprocas entre si - Projeções para áreas motoras e pré-motoras - Interações com áreas de controle atencional no córtex frontal - Recebem entradas visuais de áreas do fluxo dorsal (especialmente MT) e LIP - Projetam-se para o campo ocular frontal e porções adjacentes do lobo frontal - Conexões com a área pré-motora ventral

	Área Intraparietal Anterior (AIP/7B)	Região cortical envolvida no planejamento e organização de movimentos precisos	- Importante no planejamento e organização dos movimentos precisos das mãos e dos membros superiores - Ativada pela observação de ação- Envolvida na rotação mental - Processamento intermodal de características de objetos- Ativa durante manipulação tátil de objetos - Responde à visualização passiva de ferramentas	- Conexões com áreas motoras e pré-motoras - Interações com áreas somatossensoriais - Projeções para áreas envolvidas no controle motor fino - Conexões com áreas visuais para integração visuo-motora
Ventral	**VP (V3 ventral)**	Subdivisão ventral da área visual V3	- Mais células seletivas para cor - Menos células seletivas para direções	- Conexões com V1, V2, e áreas visuais superiores - Projeções para V4 e IT
	V4	Área visual intermediária envolvida no processamento de cor e forma	- Codificação de informações de cor de forma invariante - Reconhecimento de cor independente da localização no campo visual - Papel fundamental na comunicação entre áreas visuais iniciais e córtex inferotemporal - Seleção de características de estímulo - Importante para processamento feedforward (reconhecimento) e feedback (atenção)	- Conexões recíprocas com V1, V2, V3 - Projeções para IT e áreas do lobo temporal - Conexões com áreas parietais envolvidas na atenção visual
	VO-1 e VO-2	Mapas visuais humanos anteriores ao hV4 no córtex occipital ventral	- Implicados no processamento específico de estímulos além da cor, incluindo objetos	- Conexões com V4 e áreas do córtex inferotemporal- Projeções para áreas de processamento de objetos
	V8/ VO	Área Occipital Ventral especializada em processamento de cor	- Envolvida no processamento de informações de cor - Possivelmente relacionada à percepção consciente de cor - Representação retinotópica única e representação distintiva da fóvea - Potencialmente envolvida no processamento de informações visuais de alta ordem e de grande campo	- Conexões com V4 e áreas do córtex inferotemporal - Projeções para áreas de processamento de cor e objetos
	LO (Área Occipital Lateral)	Região cortical envolvida no processamento de objetos	- Reconhecimento e discriminação de objetos - Análise de formas complexas - Integração de características visuais para percepção de objetos	- Conexões com áreas visuais primárias e secundárias - Projeções para o córtex inferotemporal - Interações com áreas de memória visual
	PIT/ TEO	Córtex Temporal Inferior Posterior,	- Importante para a análise e integração de características complexas dos objetos - Envolvida na	- Conexões com V4 e áreas do córtex inferotemporal - Projeções para áreas de processamento de objetos e reconhecimento visual

		uma subdivisão do IT	percepção de formas tridimensionais - Contém neurônios com grandes campos receptivos	
	CIT (Córtex Temporal Inferior Central)	Região central do córtex inferotemporal envolvida no reconhecimento de objetos	- Importante para o reconhecimento de objetos - Atribuição de rótulos distintos de identidade a formas visuais específicas - Envolvido em processos de consciência, atenção, memória visual, tomada de decisão e linguagem - Células respondem de maneira específica a estímulos visuais	- Conexões com áreas visuais anteriores (V4, TEO) - Projeções para áreas de processamento de alto nível no lobo temporal - Interações com áreas de memória e linguagem
	AIT/TE (Córtex Temporal Inferior Anterior)	Região anterior do córtex inferotemporal especializada em processamento visual complexo	- Células especializadas em responder a características complexas ou combinações de características - Papel vital no processo de reconhecimento de objetos- Importante quando a memória para um objeto inteiro é necessária	- Conexões recíprocas com CIT - Projeções para áreas de memória no lobo temporal medial - Interações com áreas de processamento semântico
	TF (Córtex Parahipocampal)	Região posterior do córtex parahipocampal	Recebe informações mais fortes das áreas visuais ventrais V4 e TEO - Associado ao reconhecimento visual e à memória - PPA posterior mostra resposta mais forte a objetos abstratos que o PPA anterior - Responde melhor a texturas visuais simples e objetos - Preferência por frequências espaciais mais altas - Importante para compreender a estrutura de cenas e navegação - Envolvido na percepção de objetos grandes e processamento de textura e conjunto	Conexões fortes com V4 e TEO - Fortemente conectado a todo o córtex visual occipital, incluindo LOC (Complexo Lateral Occipital) e TOS (Sulco Occipital Transversal) - Interações com o sistema de memória do lobo temporal medial
	Córtex Parahipocampal (TH)	Região anterior do córtex parahipocampal	- Conectada principalmente ao córtex retroesplenial (RSC) - Relacionada com a memória autobiográfica - Codifica informações de contexto espacial - Representa propriedades de cena global - Responde a objetos com associações espaciais- Relevante para navegação e aprendizagem de novos ambientes - Processa relações relevantes para a cena entre objetos e seus contextos - Apoia a "construção de cena"	- Conexões fortes com o córtex retroesplenial (RSC) - Interações com áreas de memória autobiográfica - Conexões com áreas envolvidas na navegação espacial

	FFA (Área Fusiforme da Face)	Região localizada no Giro Fusiforme Médio especializada no processamento de faces	- Envolvida no reconhecimento, discriminação e percepção de rostos - Percepção de configurações faciais - Discriminação de expressões faciais - Identificação de rostos familiares - Percepção detalhada de características faciais (olhos, boca, nariz) - Demonstra o efeito de inversão facial, sugerindo mecanismos específicos do domínio na percepção facial	- Conexões com áreas visuais primárias e secundárias - Interações com o sistema límbico para processamento emocional - Conexões com áreas de memória no lobo temporal medial - Projeções para áreas de processamento de alto nível no córtex pré-frontal
	EBA (Área Extraestriada do Corpo) *Dorsal/Ventral	Região cortical especializada no processamento visual de corpos humanos	- Processa a aparência visual do corpo humano - Papel crítico na percepção da posição e configuração corporal - Envolvida na percepção de movimentos corporais - Contribui para o reconhecimento de ações e intenções baseadas na postura corporal	- Conexões com áreas de processamento de movimento (MT/V5) - Interações com áreas de integração multissensorial - Projeções para áreas de planejamento motor no córtex pré-motor - Conexões com áreas de cognição social no sulco temporal superior
TVP Terceira Via Visual	**pSTS (Sulco Temporal Superior Posterior)**	Região cortical no sulco temporal superior envolvida na percepção social	- Processamento de informações visuais relacionadas à percepção social - Reconhecimento facial - Percepção de expressões faciais - Interpretação de pistas sociais visuais - Percepção de movimentos faciais não-rígidos em humanos e macacos	- Conexões com áreas de processamento facial (FFA) - Interações com áreas de cognição social - Projeções para áreas de integração multissensorial - Conexões com áreas de processamento de movimento biológico



Percepção de Cenas

por

Paula Emy Kobayashi

Percepção de Cenas

Paula Emy Kobayashi[1]

[1] Optometrista, São Paulo, São Paulo, Brasil. E-mail: kobayashi.emy@gmail.com

Resumo:

A percepção de cenas envolve a interpretação visual do ambiente, integrando elementos em uma representação significativa. Áreas cerebrais como a PPA, OPA e MPA processam informações de locais e ambientes.
O processamento neural ocorre em etapas: áreas visuais primárias detectam características básicas, enquanto áreas superiores (PPA, OPA) identificam padrões complexos. A MPA integra informações visuais com a memória espacial, permitindo reconhecer cenas familiares. A organização retinotópica dessas áreas contribui para a percepção precisa e a integração espacial. Essa progressão reflete a complexidade do reconhecimento visual, integrando informações com memória e cognição para a compreensão das cenas. O desenvolvimento da percepção de cenas envolve a maturação cerebral, com áreas de memória de lugar (PPA, OPA, MPA) cruciais para memórias espaciais e integração visual-espacial. A relação entre memória de lugar e percepção de cenas é essencial para reconhecer ambientes, formar mapas mentais e integrar informações visuais e espaciais. Essas áreas cerebrais colaboram para uma experiência visual e espacial coesa, permitindo navegar, reconhecer e lembrar de ambientes de forma eficaz.

Palavras-Chave: scene perception, scene processing, scene recognition, scene system, visual scene

Introdução

A habilidade de reconhecer um local ou cena é essencial para a vida diária, permitindo que as pessoas se orientem e interajam com o mundo ao seu redor. Essa capacidade depende do processamento de informações visuais complexas, cruciais para a sobrevivência. Em um relance, somos capazes de extrair informações sobre a categoria da cena (por exemplo, se estamos em um ambiente interno ou externo), sua identidade (se é um lugar familiar ou desconhecido) e propriedades críticas, como o nível de segurança e o comportamento apropriado para o contexto (Epstein & Baker, 2019). Simultaneamente, extraímos informações vitais para a navegação, permitindo que nos movamos sem esforço, evitando obstáculos e nos situando em um ambiente local, dirigindo-nos a outros locais em um mapa espacial mais amplo.

O sistema de processamento de cenas visuais é composto por um conjunto de três regiões corticais: a área parahipocampal (PPA), o complexo retroesplenial/área medial (RSC/MPA) e a área occipital (OPA) (Çukur et al., 2016; Dilks, Kamps & Persichetti, 2022). Essas áreas exibem respostas seletivas a cenas, analisando configurações espaciais e informações contextuais. Estudos de conectividade funcional sugerem que essas regiões seletivas de cena estão interconectadas e podem formar sub-redes distintas para análise perceptiva e processamento espacial (Epstein & Baker, 2019).

A configuração espacial desempenha um papel fundamental na percepção de cenas, uma vez que o cérebro processa layouts 3D de superfícies, posicionamentos de objetos e contextos ambientais para facilitar a navegação espacial e a construção de cenas (Lowe et al., 2017). A interação entre áreas seletivas de cena e outras regiões cerebrais envolvidas na

memória, imaginação e recuperação de conhecimento semântico enfatiza ainda mais a complexidade do processamento neural durante a percepção da cena.

Localização das Áreas Seletivas de Cenas

As áreas cerebrais PPA, RSC/MPA e OPA demonstram maior atividade durante a apresentação de "lugares" (cenas ou casas isoladas) em comparação com outros estímulos visuais, como rostos, objetos, partes do corpo ou imagens embaralhadas. Cada uma dessas áreas desempenha funções distintas na percepção e no processamento de cenas: a PPA está localizada ventralmente, o RSC/MPA medialmente e a OPA lateralmente (Nasr et al., 2011).

A área parahipocampal (PPA), situada no córtex temporal ventral próximo ao sulco colateral, está associada à representação dos limites espaciais e do conteúdo cenográfico das cenas. A PPA é reconhecida por sua capacidade de responder a cenas com layouts espaciais intactos e sensibilidade à configuração geral das cenas. Além disso, essa área representa a estrutura geométrica de um ambiente, auxiliando na identificação e categorização de diferentes tipos de locais ou ambientes com base no layout espacial e no conteúdo da cena (Çukur et al., 2016; Dilks, Jung & Camps, 2023; Epstein & Baker, 2019).

O complexo retroesplenial (RSC) está localizado no córtex parietal medial, próximo ao sulco parieto-occipital, e está relacionado à integração de informações visuais e espaciais, à recuperação de memórias episódicas, à navegação espacial e à construção de representações mentais de ambientes espaciais. Essa função permite a construção mental de mapas do ambiente, facilitando a navegação entre diferentes locais (Çukur et al., 2016).

A área medial (MPA), localizada em uma região posterior dentro do RSC, está mais envolvida na percepção de cenas visuais e na seleção de informações visuais relacionadas a ambientes espaciais (Silson et al., 2019). A MPA se distingue de outras áreas envolvidas na percepção de cenas e na memória espacial, exibindo padrões de ativação específicos durante tarefas relacionadas à recordação de locais familiares do mundo real (Dilks, Jung & Camps, 2023; Kaiser & Cichy, 2021).

A área occipital (OPA) está envolvida na detecção de pistas importantes para a navegação em cenas visuais e na codificação da geometria do ambiente local. A OPA é responsável por codificar e representar o layout espacial do ambiente, incluindo os limites definidos pelas paredes, o piso e o teto, distinguindo entre diferentes layouts de cena com base na presença ou ausência desses limites (Çukur et al., 2016; Epstein & Baker, 2019; Henriksson, 2019). Além disso, a OPA processa informações como sentido (orientação esquerda/direita) e distância egocêntrica (percepção de perto/longe), contribuindo para a orientação espacial e a navegação nas imediações (Dilks, Jung & Camps, 2023).

Processamento Neural

O processamento de cenas no cérebro humano é um processo complexo que envolve uma série de etapas e a ativação de regiões especializadas, conhecidas coletivamente como a rede de cena. E desempenha um papel relevante em diversas funções cognitivas, incluindo o reconhecimento de lugares, o processamento de contexto, a memória espacial, a navegação espacial e a orientação da busca visual.

Hierarquia dos níveis de visão

O processamento neural que ocorre através da hierarquia dos níveis de visão é essencial para a percepção de cenas. Inicialmente, no nível mais baixo, ocorre a detecção de características elementares, como cor, contraste e textura. Essas características são fundamentais para a segmentação e identificação de objetos e padrões visuais em uma cena.

A percepção de cenas e a navegação dependem da integração de informações de baixo nível, como detalhes locais, reflexão de superfície e layout espacial. Essa integração permite identificar caminhos, obstáculos e limites espaciais, mesmo em tarefas de reconhecimento

rápido que valorizam informações periféricas (Steel et al., 2023).

À medida que o processamento avança para os níveis intermediários, ocorre a integração de características visuais mais complexas de formas e superfícies. Essa integração contribui para a compreensão da estrutura e organização da cena, o que é importante para a identificação de objetos e a interpretação das relações espaciais dentro da cena.

No processamento visual de alto nível, o cérebro integra informações visuais detalhadas dos níveis inferiores com conhecimento prévio, experiências passadas e expectativas. Essa integração permite formar representações abstratas e contextualizadas das cenas.

Nesse estágio, as representações visuais se tornam mais complexas, envolvendo a identificação de padrões, a categorização e a atribuição de significado às cenas com base em contextos mais amplos e conceituais. Isso inclui a associação de elementos visuais a conceitos familiares, a interpretação de relações espaciais e a extração de informações semânticas dos elementos visuais percebidos, contribuindo para a interpretação das cenas observadas e a inferência de informações implícitas (Groen et al., 2017).

Organização Retinotópica

A organização retinotópica do córtex seletivo de cena refere-se à disposição espacial das respostas neuronais nessas regiões especializadas no processamento de informações visuais relacionadas a cenas. Regiões como a PPA, a OPA e o RSC/MPA exibem uma organização retinotópica que reflete como essas áreas respondem a estímulos visuais com base em sua localização no campo visual (contralateral ou ipsilateral), sua distância do ponto de fixação ou excentricidade (fóvea ou periferia) e sua posição vertical no campo visual ou elevação (superior ou inferior) (Epstein & Baker, 2019).

Em relação ao campo visual, as respostas nas três regiões seletivas de cena são mais intensas quando os estímulos são apresentados no hemicampo contralateral em comparação com o ipsilateral. Especificamente, a PPA demonstra uma resposta mais robusta a estímulos no campo visual superior contralateral. O RSC/MPA exibe uma maior sensibilidade a estímulos no campo visual contralateral, sem uma clara preferência pelo campo visual superior ou inferior. Já a OPA responde de forma mais acentuada a estímulos no campo visual inferior contralateral. Essa sensibilidade diferencial aos campos visuais superiores e inferiores pode tornar essas regiões sensíveis a diferentes aspectos das cenas.

Quanto à excentricidade, observa-se que a PPA, a OPA e o RSC/MPA demonstram uma clara preferência por estímulos no campo visual periférico em contraste com a região foveal, devido à presença de campos receptivos populacionais (pRFs) maiores. Em relação à conectividade funcional, estudos (Baldassano, 2016; Nasr, 2011) identificaram duas redes distintas no cérebro: uma anterior e outra posterior. A rede posterior, composta pela PPA posterior, pelo RSC/MPA posterior e pela OPA, demonstra uma conectividade funcional significativa e está envolvida na análise perceptual de cenas. A rede anterior, que inclui a PPA anterior, o RSC/MPA anterior, a região adjacente no córtex cingulado posterior e a OPA no lobo parietal inferior caudal (cIPL), exibe um conjunto diferente de conectividade funcional mais associado ao processamento espacial e à memória.

Configuração Espacial

A configuração espacial dos elementos que compõem uma cena tem um impacto significativo no processamento neural, influenciando a forma como o cérebro representa e processa a cena como um todo. A informação contextual associada a cada parte da cena influencia diretamente a forma como esses elementos são percebidos e representados no cérebro. Essas informações contextuais são, em grande parte, implícitas, refletindo tanto as características inerentes a cada elemento quanto o local onde eles normalmente aparecem no ambiente (Kaiser & Cichy, 2021).

Por exemplo, certas partes da cena, como o céu, são encontradas com mais frequência nas regiões superiores do campo visual, enquanto a

grama aparece nas regiões inferiores. Essas regularidades espaciais na distribuição dos elementos visuais contribuem para a organização e interpretação eficaz das cenas visuais pelo cérebro.

Esses inputs fragmentados são organizados no sistema visual de acordo com a organização espacial típica da perspectiva do observador. Esse processo de organização permite a montagem do ambiente completo a partir dos diferentes instantâneos visuais acumulados ao longo do tempo. Ao organizar os instantâneos individuais pela sua posição espacial no mundo, torna-se mais fácil juntá-los em uma representação coerente do mundo ao nosso redor (Kaiser & Cichy, 2021).

Essa sintonia com a localização típica do campo visual das partes da cena é evidente no córtex visual inicial, organizado retinotopicamente, onde as ativações são mais intensas para fragmentos posicionados de forma típica em comparação com os posicionados de forma atípica (Silson et al., 2016).

As cenas são percebidas como um todo coeso, composto por partes interligadas, o que permite ao sistema visual considerar as relações espaciais, as associações semânticas e as configurações típicas dos elementos para atribuir significado à cena, influenciando, em última análise, as respostas corticais às partes individuais da cena com base em seus papéis dentro do contexto mais amplo da cena.

Além disso, na ausência de certos componentes da cena, o cérebro utiliza o seu conhecimento das relações típicas entre parte e todo para preencher o conteúdo ausente, criando uma representação mais completa da cena (Kaiser & Cichy, 2021).

Desenvolvimento

O desenvolvimento diferencial entre os três sistemas de processamento de cena cortical parece ocorrer ao longo de diferentes linhas de tempo. De acordo com Dilks et al. (2022), o processamento cortical de cenas em humanos é composto por três sistemas distintos: a categorização de cenas, a navegação guiada visualmente e a navegação baseada em mapas.

A categorização de cenas ocorre na PPA, permitindo reconhecer o tipo de lugar em que se está, como uma cozinha, sem necessariamente identificar um lugar específico. Essa região está envolvida no reconhecimento do tipo de ambiente visual, representando informações críticas para categorizar cenas, como o layout espacial e o conteúdo da cena.

A navegação guiada visualmente é suportada pela OPA, auxiliando na orientação e movimentação através do ambiente visual imediatamente visível, evitando obstáculos e limites (Henriksson et al., 2019).

A navegação baseada em mapas é realizada pelo RSC, que ajuda na orientação de um lugar específico para outro local distante e fora do campo de visão, considerando informações como localização e direção.

Os sistemas de navegação, incluindo a OPA e o RSC, representam informações essenciais para a navegação, como sentido (esquerda/direita), distância egocêntrica (perto/longe) e perspectiva de primeira pessoa (FPP) (Henriksson et al., 2019; Kamps et al., 2020).

A capacidade de reconhecer e classificar tipos específicos de lugares com base em características visuais, como a PPA faz, pode emergir em um estágio mais inicial do desenvolvimento, em comparação com as áreas relacionadas à navegação, como a OPA e o RSC.

Essa diferenciação no desenvolvimento das áreas sugere uma complexidade na maturação cortical das habilidades de processamento de cenas ao longo do tempo, devido a um refinamento gradual do processamento de movimento, relevante para a navegação durante a infância, para desenvolver habilidades como evitar obstáculos, locomoção e reorientação (Dilks et al., 2022; Kamps et al., 2020).

Memória de Lugar e Percepção de Cena

A evocação de ambientes visuoespaciais deflagra a ativação de uma rede neural adjacente às áreas corticais seletivas para cenas, designada como "rede de memória de lugar”.Essa rede

orquestra uma interação eficiente entre os processos de memória e percepção, sublinhada por uma robusta correlação com a atividade hipocampal (Baldassano et al., 2016). Em um estudo publicado na Nature Communications, Steel et al. (2021) demonstraram a existência de uma intrincada rede funcional que interconecta os sistemas de percepção de cenas e memória espacial no córtex cerebral posterior.

Os achados revelaram que essa rede desempenha um papel importante na integração de informações visuais e espaciais, viabilizando a formação de representações mentais coerentes do ambiente. Em consonância, Steel et al. (2023) expandiram essa compreensão, demonstrando que a convergência entre a percepção de cenas e a memória visuoespacial ocorre na borda anterior do córtex visualmente responsivo.

Seus resultados indicam que essa região de convergência é essencial para a extração expedita de informações relevantes para a navegação e a orientação, mesmo em tarefas que demandam processamento visual periférico e de baixo nível.

A representação perceptual da cena visual imediata reflete a maneira pela qual o cérebro processa e interpreta as informações visuais do ambiente presente. A memória do ambiente visuoespacial circundante, por sua vez, abrange as lembranças e informações armazenadas sobre o contexto espacial, incluindo detalhes visuais e espaciais de locais familiares.

O ponto de convergência entre esses dois domínios cognitivos reside na integração do processo e análise dos estímulos visuais, identificando objetos, formas e contextos visuais da percepção de cenas com as representações espaciais armazenadas nas áreas de memória de lugar. Essa integração sinérgica facilita a navegação e a orientação, que são essenciais para o reconhecimento e a evocação de locais específicos, como residências, ruas ou ambientes familiares.

Assim, estabelece-se uma interação dinâmica entre a percepção visual em tempo real e as memórias do ambiente, contribuindo para uma compreensão mais completa e contextualizada do mundo ao nosso redor (Steel et al., 2023).

A percepção da cena e a memória do lugar são processadas por duas redes funcionais distintas, mas sobrepostas no córtex cerebral posterior. As três regiões da rede de memória de lugar estão localizadas imediatamente anteriores às regiões da rede de percepção de cena em todas as três superfícies corticais: PPA/VPMA (ventral), MPA/MPMA (medial) e OPA/LPMA (lateral) (Baldassano et al., 2016; Silson et al., 2019; Steel et al., 2023). As áreas de memória de lugar são funcionalmente dissociáveis com base em sua preferência por tarefas mnemônicas (relacionadas à memória), respondendo mais fortemente na visualização de locais familiares em comparação com locais desconhecidos.

Área de Memória de Lugar Lateral (LPMA)

A área de memória de lugar lateral (LPMA) é uma região cortical encontrada na superfície lateral do cérebro. Essa região está envolvida no processamento de informações espaciais relacionadas a locais específicos e na orientação espacial com base em memórias prévias. Assim, a LPMA contribui para a formação de uma representação espacial coerente e contextualizada durante a navegação e a orientação em ambientes conhecidos (Baldassano et al., 2016; Silson et al., 2019; Steel et al., 2023).

Área de Memória de Lugar Ventral (VPMA)

A área de memória de lugar ventral (VPMA) é uma região cortical localizada na superfície ventral do cérebro. Essa área atua como uma interface entre as áreas de percepção de cena e as áreas de memória de lugar, facilitando a integração de informações visuais de cenas com representações espaciais durante a compreensão de ambientes familiares (Baldassano et al., 2016; Silson et al., 2019; Steel et al., 2023).

Área de Memória de Lugar Medial (MPMA)

A área de memória de lugar medial (MPMA) é uma região cortical situada na superfície medial do cérebro. Essa área é ativada seletivamente durante tarefas de memória relacionadas a locais familiares, indicando seu envolvimento na recordação e associação de informações

espaciais com contextos visuais conhecidos. A MPMA desempenha um papel importante na memória espacial, possivelmente em um contexto mais amplo de navegação e orientação no ambiente (Baldassano et al., 2016; Silson et al., 2019; Steel et al., 2023)

Considerações Finais

À medida que exploramos o mundo, nosso sistema visual processa continuamente as cenas ao nosso redor, permitindo que percebamos e reajamos ao ambiente imediato. Essa habilidade de percepção de cenas é essencial para nossa interação com o mundo, fornecendo orientação espacial, facilitando a navegação e contribuindo para a formação de memórias visuais.

Simultaneamente, nosso cérebro acessa e utiliza informações armazenadas em nossa memória espacial mais ampla, como mapas mentais de locais familiares, para nos auxiliar na navegação e na orientação em relação ao ambiente ao nosso redor. Essa integração contínua da percepção visual e da memória espacial é fundamental para nossa capacidade de reconhecer locais familiares, lembrar de trajetos, evitar obstáculos e tomar decisões com base em experiências passadas. Ela nos permite criar uma representação mental do mundo ao nosso redor, enriquecida por nossa história pessoal e experiências anteriores, contribuindo para uma navegação eficaz e uma interação significativa com o ambiente.

Agradecimentos

Agradeço aos professores Marcelo Fernandes Costa, Leonardo Ferreira e Lenise Clemens pelo conhecimento compartilhado e um agradecimento especial à Elaine Clemens por todo o suporte dado.

Declaração de Conflito

Declaro não estar submetido a qualquer tipo de conflito de interesse.

Referências

Baldassano, C., Esteva, A., Fei-Fei, L., & Beck, D. M. (2016). Two distinct scene-processing networks connecting vision and memory. *Eneuro, 3*(5). https://doi.org/10.1523/ENEURO.0178-16.2016

Çukur, T., Huth, A. G., Nishimoto, S., & Gallant, J. L. (2016). Functional subdomains within scene-selective cortex: parahippocampal place area, retrosplenial complex, and occipital place area. *Journal of Neuroscience, 36*(40), 10257-10273.

Dilks, D. D., Jung, Y., & Kamps, F. S. (2023). The development of human cortical scene processing. Current Directions in Psychological Science, 32(6), 479–486. https://doi.org/10.1177/09637214231191772

Dilks, D. D., Kamps, F. S., & Persichetti, A. S. (2022). Three cortical scene systems and their development. *Trends in Cognitive Sciences, 26*(2), 117-127. https://doi.org/10.1016/j.tics.2021.11.002

Epstein, R. A., & Baker, C. I. (2019). Scene perception in the human brain. *Annual Review of Vision Science, 5*, 373-397. https://doi.org/10.1146/annurev-vision-091718-014809

Groen, I. I., Silson, E. H., & Baker, C. I. (2017). Contributions of low-and high-level properties to neural processing of visual scenes in the human brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 372*(1714), 20160102. https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0102

Henriksson, L., Mur, M., & Kriegeskorte, N. (2019). Rapid invariant encoding of scene layout in human OPA. *Neuron, 103*(1), 161-171. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2019.04.014

Kaiser, D., & Cichy, R. M. (2021). Parts and wholes in scene processing. *Journal of Cognitive Neuroscience, 34*(1), 4-15. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01788

Kamps, F. S., Pincus, J. E., Radwan, S. F., Wahab, S., & Dilks, D. D. (2020). Late development of navigationally relevant motion processing in the occipital place area. *Current Biology, 30*(3), 544-550. https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.12.008

Lowe, M. X., Rajsic, J., Gallivan, J. P., Ferber, S., & Cant, J. S. (2017). Neural representation of geometry and surface properties in object and scene perception. *NeuroImage, 157*, 586-597. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.06.043

Nasr, S., Liu, N., Devaney, K. J., Yue, X., Rajimehr, R., Ungerleider, L. G., & Tootell, R. B. (2011). Scene-selective cortical regions in human and nonhuman primates. *Journal of Neuroscience, 31*(39), 13771-13785. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2792-11.2011

Silson, E. H., Gilmore, A. W., Kalinowski, S. E., Steel, A., Kidder, A., Martin, A., & Baker, C. I. (2019). A posterior–anterior distinction between scene perception and scene construction in human medial parietal cortex.

Journal of Neuroscience, *39*(4), 705-717. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1219-18.2018

Silson, E. H., Steel, A. D., & Baker, C. I. (2016). Scene-selectivity and retinotopy in medial parietal cortex. *Frontiers in Human Neuroscience*, *10*, 412. https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00412

Steel, A., Billings, M. M., Silson, E. H., & Robertson, C. E. (2021). A network linking scene perception and spatial memory systems in posterior cerebral cortex. *Nature Communications*, *12*(1), 2632. https://doi.org/10.1038/s41467-021-22848-z

Steel, A., Garcia, B. D., Goyal, K., Mynick, A., & Robertson, C. E. (2023). Scene perception and visuospatial memory converge at the anterior edge of visually responsive cortex. *Journal of Neuroscience*, *43*(31), 5723-5737. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2043-22.2023



Córtex Visual Primário ou V1

por
Cícero Lopes

Córtex Visual Primário ou V1

Cícero Lopes[1]

[1] Optometrista, Ico, Ceará, Brasil. E-mail: cyceroluiz@gmail.com

Resumo:

Neste artigo, foi discutido o córtex visual primário (área V1) e seu envolvimento no processamento visual. Revisou-se as entradas e saídas anatômicas do córtex visual primário indicando que V1 está altamente interconectado com áreas cerebrais corticais e subcorticais. Entende-se que o córtex visual não é apenas uma área passiva que recebe informações visuais, mas um ambiente dinâmico onde a interação entre neurônios.

Palavras-Chave: Córtex V1, Processamento Visual, Córtex Visual

Introdução

O córtex visual primário (área 17 de Brodmann), também conhecido como córtex calcarino, córtex estriado ou V1, é o principal local de entrada de sinais provenientes da retina. Está localizado na face medial do lobo occipital, no giro superior e inferior ao sulco calcarino. A maior parte do córtex encontra-se dentro das paredes profundas do sulco calcarino (Loh et al., 2015).

A informação visual que parte das retinas passa inicialmente pelo tálamo, onde faz sinapses no núcleo geniculado lateral. Em seguida, essa informação segue para o V1, a primeira área do córtex visual, que se encontra ao redor do sulco calcarino (Huff et al., 2023).

O caminho para o córtex visual refere-se à rota que a informação segue desde sua captação na retina até a interpretação no cérebro. Este trajeto envolve várias etapas, incluindo a captação da luz pelos fotorreceptores, a transmissão dos sinais elétricos via nervo óptico e o encaminhamento desses sinais ao núcleo geniculado lateral. Posteriormente, ocorre o processamento no córtex visual primário (área V1), onde há transformação das respostas celulares em função de orientações específicas (Nascimento, 2023).

Existem duas teorias principais sobre o papel do córtex visual primário na consciência visual. Os modelos hierárquicos sugerem que, embora o V1 forneça os dados necessários, apenas as áreas extraestriadas de alto nível, que se projetam para regiões fronto-parietais de atenção, estariam diretamente envolvidas na consciência. Já os modelos interativos propõem que circuitos dinâmicos entre V1 e áreas superiores são necessários para sustentar uma representação visual consciente. Cada modelo leva a previsões diferentes sobre os efeitos da interrupção da atividade em V1 (Tong, 2003).

Foi estabelecido que o equilíbrio da entrada dos dois olhos, uma propriedade denominada dominância ocular, pode ser alterado limitando-se a entrada visual a um olho durante alguns dias. O preenchimento perceptivo foi estudado com o uso de “escotomas artificiais”, que consistem em uma área cinza dentro de um padrão de linhas móveis ou pontos cintilantes, com campos texturizados inseridos em uma região de textura contrastante. Foi demonstrado que as células em V1 respondem quando seus campos receptivos são colocados dentro de um escotoma artificial (Gilbert, 1998).

No sistema visual, a inervação do núcleo geniculado dorsolateral (dLGN) do córtex visual primário (V1) é considerada o ponto de

entrada primário da retina no córtex. A via colículo-cortical fornece informações visuais ao córtex a partir do colículo superior (SC), através do núcleo pulvinar do tálamo. Assim, apesar de uma ligação anatômica clara do SC ao córtex visual, ainda não foi identificada nenhuma área cortical cujas respostas visuais dependam inteiramente da atividade visual originada do SC.

Funções do Córtex Visual Primário

A principal função do córtex visual é processar informações visuais. Os neurônios no córtex visual geralmente respondem a estímulos dentro de um campo receptivo fixo — a área do campo visual à qual respondem — e os neurônios em cada área visual respondem a diferentes tipos de estímulos. Células simples, encontradas principalmente em V1, respondem a tipos específicos de sinais visuais, como a orientação de bordas e linhas. As células complexas, que ocorrem em V1-V3, são como as células simples no sentido de que respondem a bordas e orientações, mas não parecem representar um único campo receptivo. V1 é a primeira das regiões corticais a receber e processar informações, e também a porção mais bem compreendida do córtex visual. V1 é dividido em seis camadas distintas, cada uma compreendendo diferentes tipos e funções de células (Huff et al., 2023).

Os neurônios no córtex visual primário (V1) são sensíveis a características simples da cena visual, como contraste, frequência espacial ou orientações. Nos mamíferos superiores, eles são organizados em colunas de preferência de orientação. A seletividade de orientação é uma propriedade inerente dos neurônios corticais visuais. É altamente estruturada durante o período pós-natal e é maleável principalmente durante o período crítico (Bachatene, 2017).

Processamento visual

O papel da área V1 no processamento visual é que ela contém uma série de caminhos convergentes que medeiam a integração de informações em áreas relativamente grandes do espaço visual. Uma consequência disso é que algumas células codificam recursos definidos por luminância e também recursos de "segunda ordem" (por exemplo, bordas definidas apenas por textura, movimento ou disparidade). A seletividade de orientação e a binocularidade dos neurônios são propriedades únicas de V1. O funcionamento adequado do córtex visual requer conexões precisas e ordenadas do LGNd para formar um único mapa que representa o campo visual, permitindo que os neurônios em V1 respondam a locais específicos no espaço visual. Durante o período de formação do mapa em V1, não há respostas visuais porque as células ganglionares da retina ainda não são acionadas pelos fotorreceptores de bastonetes e cones. Em vez disso, as células ganglionares da retina são excitadas durante este período através de mecanismos colinérgicos que criam ondas de descarga que se propagam através da retina (van der Zwan et al., 1998).

Nos primatas, a área V1 desempenha um papel crítico no processamento da informação visual, porque a maior parte da informação visual que chega ao resto do córtex visual é primeiro canalizada por V1. Esta tarefa de roteamento, anatomicamente, é presumivelmente a razão pela qual o córtex "estriado" é tão laminado; no córtex, as entradas e saídas ascendentes e descendentes são anatomicamente segregadas em diferentes camadas (Tootell et al., 1998).

Métodos

A presente pesquisa baseou-se no referencial da pesquisa bibliográfica, que consiste no exame da literatura científica para levantamento e análise do que já se produziu sobre determinado tema. O trabalho foi desenvolvido por meio de revisões em artigos indexados pelas plataformas Google Acadêmico, Scielo e outros periódicos publicados. Buscou-se compreender o córtex visual primário ou V1.

Resultados

A via visual extrageniculada, que transporta informações visuais da retina através das camadas superficiais do colículo superior e do pulvinar, é pouco compreendida. Acredita-se

que o pulvinar modula o fluxo de informações entre áreas corticais e tem sido implicado em tarefas cognitivas, como dirigir ações guiadas visualmente (Mazade et al., 2017).

Discussão

A visão depende de uma multiplicidade de áreas dentro do cérebro para se comunicar sinergicamente e produzir uma percepção precisa (Kwan et al., 2021). A informação visual chega ao córtex cerebral através de uma importante via tálamo-cortical que conecta o núcleo geniculado lateral (LGN) do tálamo com a área visual primária do córtex (área V1) (Mazade et al., 2017).

Considerações Finais

Diante do exposto, podemos concluir que o córtex visual não é apenas uma área passiva que recebe informações visuais, mas um ambiente dinâmico onde há interação entre neurônios (Nascimento, 2023). As células do processamento visual que pareciam fixas hoje são vistas como células altamente dinâmicas, que realizam uma integração espacial considerável. A revolução iminente na nossa visão do processamento cortical é que os estágios iniciais não são pré-processadores para as funções integrativas de áreas de nível superior. Em vez disso, são amortecedores dinâmicos com propriedades definidas (Gilbert, 1998).

Declaração de Conflito

Declaro não estar submetido a qualquer tipo de conflito de interesse.

Referências

Bachatene, L., & Bharmauria, V. (2017). The dendritic tree: A mathematical integrator. *Frontiers in Bioscience (Scholar Edition)*, *9*(1), 55–61. https://doi.org/10.2741/S472

Beltramo, R., & Scanziani, M. (2019). A collicular visual cortex: Neocortical space for an ancient midbrain visual structure. *Science*, *363*(6422), 64–69. https://doi.org/10.1126/science.aau7052

Froudarakis, E., Fahey, P. G., Reimer, J., Smirnakis, S. M., Tehovnik, E. J., & Tolias, A. S. (2019). The visual cortex in context. *Annual Review of Vision Science*, *5*, 317–339. https://doi.org/10.1146/annurev-vision-091517-034407

Gilbert, C. D. (1998). Adult cortical dynamics. *Physiological Reviews*, *78*(2), 467–485. https://doi.org/10.1152/physrev.1998.78.2.467

Huff, T., Mahabadi, N., & Tadi, P. (2023). Neuroanatomy, visual cortex. In *StatPearls* (Internet). StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482504/

Kwan, W. C., Chang, C. K., Yu, H. H., Mundinano, I. C., Fox, D. M., Homman-Ludiye, J., & Bourne, J. A. (2021). Visual cortical area MT is required for development of the dorsal stream and associated visuomotor behaviors. *Journal of Neuroscience*, *41*(39), 8197–8209. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0824-21.2021

Loh, D., Hacking, C., Weerakkody, Y., et al. (2015). Primary visual cortex. *Radiopaedia*. https://doi.org/10.53347/rID-38969

Mazade, R., & Alonso, J. M. (2017). Thalamocortical processing in vision. *Visual Neuroscience*, *34*, E007. https://doi.org/10.1017/S0952523817000049

Nascimento, N. L. (2023). Análise integrada de dados para compreensão dos processos visuais no córtex. *Revista Neurociências*, *31*, 1–11. https://doi.org/10.34024/rnc.2023.v31.15237

Ramsden, B. M., Hung, C. P., & Roe, A. W. (2001). Real and illusory contour processing in area V1 of the primate: A cortical balancing act. *Cerebral Cortex*, *11*(7), 648–665. https://doi.org/10.1093/cercor/11.7.648

Scholl, L. R., Foik, A. T., & Lyon, D. C. (2021). Projections between visual cortex and pulvinar in the rat. *The Journal of Comparative Neurology*, *529*(1), 129–140. https://doi.org/10.1002/cne.24937

Tong, F. (2003). Primary visual cortex and visual awareness. *Nature Reviews Neuroscience*, *4*(3), 219–229. https://doi.org/10.1038/nrn1055

Tootell, R. B. H., Hadjikhani, N. K., Vanduffel, W., Liu, A. K., Mendola, J. D., Sereno, M. I., & Dale, A. M. (1998). Functional analysis of primary visual cortex (V1) in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *95*(3), 811–817. https://doi.org/10.1073/pnas.95.3.811

van der Zwan, R., Leo, E., Joung, W., Latimer, C., & Wenderoth, P. (1998). Evidence that both area V1 and extrastriate visual cortex contribute to symmetry perception. *Current Biology*, *8*(15), 889–892. https://doi.org/10.1016/s0960-9822(07)00353-3



Córtex Visual V2- Revisão Sistemática

por

Antônia Joselita Soares Soriano

Córtex Visual V2 - Revisão Sistemática

Antônia Joselita Soares Soriano[1]

[1] Optometrista, Tauá, Ceará, Brasil. Email: drajoselita.opto@gmail.com

Resumo:

Localizada no início da hierarquia visual, o cortex visual secundário constitue uma importante área para o processamento visual, visto que, V2 é a ponte de ligação entre o cortex primário e os centros visuais superiores. Estudos demonstraram através da citocromo oxidase (CO) a anatomia destas áreas, onde V1 possue dois compartimentos (manchas e intermanchas) e V2 três compartimentos (listras finas, claras e grossas). As manchas de V1 fornecem informações para as listras finas em V2, e as intermanchas fornecem informações para listras claras e listras grossas. Essa interação entre os cortex primário e secundário, acontece através dos fluxos dorsal (magnocelular) e ventral (parvo e koniocelular). Aqui são processados atributos visuais importantes como, cor, forma, direção de movimento, e disparidade estereoscópica. Isso só é possível porque em V2 estão contidos neurônios sensíveis à essas características visuais, porém, até o presente momento, não se sabe qual estímulo específico é capaz de excitar tais neurônios. Portanto, se faz necessário continuar avançando nos estudos dessa tão importante área, afim de, elucidar de maneira clara e objetiva a extraordinária contrinuição de V2 para o processamento visual.

Palavras-Chave: Córtex V2; área secundária visual; área V2, fisiologia, morfologia

Introdução

Anatomicamente o córtex visual secundário (V2) está localizada no lobo occipital, bem no início da hierarquia visual, e juntamente com o córtex primário visual (V1) formam a base do sistema visual cortical. Sendo V1 captor de informações provindas fidedignamente do núcleo geniculado lateral (NGL) que as encaminha para compartimentos separados em V2, através de três linhas distintas, magnocelular, parvocelular e coniocelular, para a partir de então, serem encaminhadas a áreas visuais superiores.

Apesar dos estudos já realizados, o papel fisiológico da área V2 no processamento visual ainda não está bem compreendido. A priori, sabe-se que, no córtex V2 encontram-se neurônios seletivos para alguns aspectos da informação visual, como orientação, direção de movimento, forma, cor, disparidade estereoscópica e movimento. Porém, até o presente momento, não foi encontrado um estímulo específico capaz de excitar estes neurônios, ao ponto de elucidar clara e objetivamente a sua ordinária contribuição para a visão.

Considera-se que, a percepção visual dos primatas e os seus diferentes atributos são mediados pela conversa cruzada existente entre os córtex V1 e V2, através de três linhas distintas, magnocelular, parvocelular e coniocelular, das quais são segregadas de acordo com o padrão característico de atividade da enzima citocromo oxidase (CO) em cada uma dessas áreas corticais.

Em seus estudos, Sincich et al. (2010) afirma que, a citocromo oxidase (CO) revela dois compartimentos em V1 (manchas e intermanchas) e três compartimentos em V2 (listras finas, claras e grossas). Onde, as manchas fornecem listras finas, enquanto as

intermanchas fornecem listras claras e listras grossas.

Uma hipótese é que a projeção das manchas de citocromo oxidase para listras finas seja responsável pela cor, enquanto uma via separada das manchas para listras claras medeia a formação. (Sincich & Horton, 2005).

Yarch et al. (2019) sugere que as vias paralelas V1 a V2 possui circuitos funcionalmente especializados, mas, ainda não se sabe se esses circuitos surgem de tipos celulares distintos.

Diferentemente das áreas V1 e MT, das quais são frequentemente estudadas e bem mapeadas, com princípios fisiológicos delimitados e bem compreendidos, o que torna o córtex V2 tão difícil de ser esquadrinhado? Quais os empecilhos enfrentados por estudiosos na tentativa de trazer à luz a sua real função?

Nos próximos tópicos, portanto, serão discorridos sobre como o córtex V2 está anatomicamente organizado, suas funções reveladas até aqui, os distintos fluxos existentes no processamento neural, e as dificuldades nas quais cientistas enfrentam para desvendar precisamente a área V2 no processamento visual.

Córtex V2- Morfologia

É sabido que em V2 encontram-se neurônios seletivos para alguns aspectos da informação visual, como orientação, direção de movimento, forma, cor, e disparidade estereoscópica. Porém, diferente de outras áreas, a fisiologia de V2 ainda foi não está completamente compreendida. Então, como a neurociências explica o processamento desses atributos até aqui?

No córtex visual dos primatas, as áreas V1 e V2 distribuem as informações que recebem da retina para praticamente todo o córtex extraestriado, analisando essas informações em fluxos dorsal e ventral. Portanto, compreender a conectividade entre V1 e V2 é crucial para compreender o processamento cortical visual (Federe et al., 2013).

Sincich et al. (2010) em seus estudos demostra que, a citocromo oxidase (CO) revela dois compartimentos em V1 (manchas e intermanchas ou bolhas e interblobs) e três compartimentos em V2 (listras finas, claras e grossas). Federer et al. (2013) diz que, V1 envia suas saídas para V2 como múltiplos caminhos paralelos projetando-se para faixas de CO distintas.

Um modelo anterior propôs três vias paralelas de V1 a V2 em macacos (Livingstone e Hubel, 1984; 1987). Este modelo foi recentemente revisado com base na demonstração anatômica de apenas duas vias paralelas entre V1 e V2, uma conectando bolhas V1 com listras finas V2, a outra conectando interblobs com listras grossas e claras (Sincich & Horton, 2002).

Simplificando, o caminho percorrido pela informação visual, vai desde a retina, até o núcleo geniculado lateral, seguindo para córtex estriado V1, depois para V2, e daí para áreas superiores. Esse percurso é segregado ao longo de três linhas descritas a seguir:

• Magnocelular (fluxo dorsal): a partir do núcleo geniculado lateral (NGL) ocorre a saída da via magnocelular em direção ao córtex visual primário. Em V1 esse fluxo dorsal entra pela camada 4Cα até a camada 4B, e daí para às listras grossas de V2.

• Parvocelular (fluxo ventral): sai do NGL até a camada 4Cβ de V1, daí para a camada 2/3 (interpatch), em seguida para às áreas pálidas ou listras claras de V2.

• Koniocelular (fluxo ventral): diferente dos demais fluxos, a via konio envia informações do NGL direto para a camada 2/3 de V1, para então, chegar à informação no córtex V2, especificamente, nas listras finas.

Perceba que, a informação chega no cortex visual primário dividida em sinais, levando informações que são segregadas de V1 para V2 em diferentes camadas tanto anatomicamente, como fisiologicamente. Isso quer dizer que, em V2 já há respostas organizadas para estímulos de estereopsia e percepção de movimentos, gerados pelo fluxo magnocelular nas listras grossas, quando em V1 o que há é o início dessa função sendo gerada a partir da disparidade retiniana. O processamento de formas um pouco mais complexas como, união

de listras formando cantos, curvas e Ts também são processadas em V2, especificamente nas listras claras a partir do fluxo parvocelular. E por fim, a via konio celular que possui oponência cromática, irá, portanto, processar informações de cor nas listras finas de V2.

Boyton e Hegdé (2004) demonstram esse modelo que divide o caminho de V1 à V2, mantendo a segregação desses três canais, onde os mesmos decrevem uma via dominada por magno da camada 4B, termina em listras grossas em V2, e na sequência vai para a área MT, um centro de movimento na via dorsal; uma via de patch dominada por konio da camada 2/3 inerva listras finas, e uma via interpatch dominada por parvo liga a camada 2/3 às listras claras. Estes dois últimos canais paralelos projetam-se para a área V4, uma região de forma/cor na via ventral.

Os neurônios V2 refletem essa segregação, tanto em suas propriedades fisiológicas quanto em seu padrão de projeções para centros visuais superiores. Esta é a visão atual da organização básica do sistema visual.

Portanto, essa organização anatômica das conexões entre os córtex V1 e V2, de informações que vieram da retina e do NGL, são gerados a partir de duas vias paralelas, onde uma via conecta as listras finas de V2 às bolhas/blobs da área 17, e a outra, conectando interblobs com listras grossas e claras.

Fisiologia de V2

Até aqui, está claro como a conversa entre V1 e V2 acontece morfologicamente. Mas, quais atributos visuais são processados como resultado dessa conversa? Como acontecem fsiologicamente?

O fato é que, indiscutivelmente a área V2 é extremamente importante para o processamento visual, mais o seu integral funcionamento ainda não foi desvendado completamente pela neurociência. Informações visuais providas da área vizinha V1, trazendo informações como forma, cor e disparidade de fixação são processadas nesta área, uma vez que, aqui contém neurônios sensíveis a um único atributo visual, e neurônios capazes de processar mais de um atributo.

Diferente de V1, onde as características visuais são processadas de maneira quase que completamente monocular, em V2 o processamento é totalmente binocular e está relacionado não mais a características, mais sim a funções visuais. Aqui já são processados por exemplo, sinais de movimento, anális espacial mais refinados, início da estereopsia, um detalhamento maior de diversas formas e cores. Além, das informações vindas de V1, o cortex visual secundário, também recebe input direto do pulvinar. Visto que, o pulvinar possui entradas diretas para V2, provindas da retina, para modular informações nesta área.

Dentro da modalidade visual, acredita-se que os atributos de forma, cor, profundidade e movimento sejam analisados por populações distintas de células e processados ao longo de caminhos paralelos e separados. Em várias áreas corticais visuais, as submodalidades da visão são segregadas em compartimentos discretos, que podem ser identificados pela coloração histoquímica para a enzima mitocondrial citocromo oxidase (CO) (Horton & Hubel, 1981). No córtex visual primário do primata (área V1), por exemplo, as células encontradas nas manchas de coloração com CO conhecidas como 'bolhas' são frequentemente seletivas para a cor, enquanto as células seletivas para a orientação do estímulo (e, portanto, envolvidas no processamento da forma visão) são encontrados nos interstícios entre as bolhas (Livingstone & Hubel, 1984).

Na segunda área visual do primata (área V2), a segregação e compartimentação das células que processam informações de forma, cor e profundidade, é evidente como uma série de listras grandes (~ 1,3 mm de largura) vistas na histologia do CO. Foram descritos dois tipos de faixas alternadas ricas em CO, as faixas grossas e finas que são separadas por um terceiro tipo de faixa levemente manchada, a faixa pálida (Tootell & Hamilton, 1989).

Nos estudos de Livingstone e Hubel (1984), observou-se que, as listras finas carecem de seletividade de orientação e uma grande proporção é codificada por cores; as células das

listras grossas parecem estar preocupadas principalmente com a estereopsia; e as listras claras com a percepção de forma. Constatou-se também neste mesmo estudo que, unidades com diferentes propriedades de resposta são segregadas em diferentes sub-regiões de 18.

Hubel e Livingstone (1987), também identificaram esse mesmo padrão de listras claras e escuras alteranadas nos macacos-esquilo, sendo as listras escuras claramente de dois tipos alternados, grossas e finas. Quanto a propriedade fisiológica das listras, segundo esses cientistas, elas se distinguem da seguinte forma: (1) as células em um conjunto de listras escuras, em macacos-esquilo (listras finas), não são seletivas para a orientação; uma alta proporção mostra oposição de cores; (2) as células no outro conjunto de listras escuras (listras grossas) são seletivas para orientação; a maioria deles também é seletiva para disparidade binocular, sugerindo que estão preocupados com a profundidade estereoscópica; (3) as células nas listras claras também são seletivas para orientação e mais da metade delas são interrompidas.

Estudos eletrofisiológicos e anatômicos explorando os correlatos funcionais desse padrão listrado de coloração sugeriram uma organização tripartida do processamento visual em V2, em que as listras grossas contêm células seletivas para disparidade e movimento, as listras finas, células seletivas para cor e as listras claras, células seletivas para orientação (Hubel e Livingstone, 1987).

De acordo com Livingstone e Hubel (1984; 1987), transforma os três fluxos de entrada do LGN em três fluxos de saída direcionados para a área V2, são eles:

(1) Fluxo Magno: os sinais percorrem à camada 4B em V1 para V2 e área MT, levando informações sobre moviemento e estereopsia.

(2) Fluxo Parvo: os sinais chegam até à camada 2/3 em V1 e se divide em dois fluxos, pactches segregando sinais de cor e interpaches, segregando sinais de forma, que posteriormente serão direcionados para V2 e V4.

(3) Fluxo Konio: Na camada 2/3 de V1, segrega sinais de cor em V2 e V4 posteriormente.

Ts'o et al (2001) através da combinação de imagens ópticas, eletrofisiologia e histologia da CO, detalharam a organização funcional de V2, onde revelaram uma organização colunar para disparidade, uma mistura entre as vias de cor e disparidade de V2, incluindo a existência de células únicas sintonizadas tanto para cor quanto para disparidade.

Em suma, cor, forma, direção de movimento e disparidade retinal, são atributos segregados em V2 a partir de características específicas processadas e enviadas pelos neurônios de V1. Tais atributos visuais, caracterizam, portanto, a principal contribuição desta área para o processamento visual.

Vias de Processamento Visual

Nos estudos de Sincich e Horton (2002), ficou demonstrado que a saída de V1 surge apenas de duas fontes: colunas de patch e colunas interpatch. Colunas patch projetam listras finas e colunas interpatch projetam listras claras e grossas. A projeção de intermanchas para tipos comuns de listras V2 (pálido e grosso) mescla entradas parvo e magno, tornando provável que esses canais funcionais sejam fortemente distribuídos para ambos os fluxos dorsal e ventral.

Fisiologicamente a via magnocelular corresponde ao fluxo dorsal, uma via responsável pelo movimento e lateralidade dos objetos, e a via ventral compostas pelas vias parvo e koniocelular, com a função de identificação dos objetos e processamento de cor.

Limites de Conhecimento da Área V2

O córtex visual primário e secundário (V1 e V2) formam a base do sistema visual cortical. V1 transforma as informações recebidas do núcleo geniculado lateral (LGN) e as distribui para domínios separados em V2 para transmissão para áreas visuais superiores. Durante os últimos 20 anos, os esquemas para

a organização funcional de V1 e V2 basearam-se num quadro tripartido desenvolvido por Livingstone e Hubel (1988).

Desde então, novos dados anatômicos foram acumulados em relação à entrada de V1, ao seu circuito interno e à sua saída para V2. Estes novos dados, juntamente com estudos fisiológicos e de imagem, tornam agora provável que os atributos visuais de cor, forma e movimento não sejam claramente segregados por V1 em diferentes compartimentos de listras em V2. Em vez disso, existem apenas dois fluxos principais, originados de manchas e intermanchas da citocromo oxidase, que se projetam para V2. Cada fluxo é composto por uma mistura de sinais geniculados magno, parvo e conio.

Outro dado importante segundo Boynton e Hegdé (2004) é que, áreas como V1 e V5 (MT) revelam claramente o seu papel no processamento visual pela forma como são excitadas simplesmente para se moverem numa direcção específica e a uma velocidade específica. No entanto, sabe-se até aqui que, funções como forma, cor, disparidade estereoscópica e movimento, são processados pelos neurônios da segunda área visual, mas, ainda não foi completamente esclarecida. Isso porque, neurocientistas ainda não encontraram um estímulo capaz de revelar a função específica de cada neurônio desta área.

Portanto, mais estudos são necessários para elucidar como os patches e interpatches diferem na saída que transmitem ao córtex extraestriado, bem como, elucidar claramente a fisiologia dos neurônios de V2.

Considerações Finais

O processamento visual tem seu início na retina, onde a luz física é transformada em impulso nervoso. Na sequência, essa informação é enviada até o cortex visual estriado V1 através de toda a via visual, nervo óptico, quiasma, trato óptico, núcleo geniculado lateral, radiações ópticas e córtex visual primário. A partir daqui, inicia o processo de interpretação das informações provindas da retina. Analisamos, portanto, nesta revisão sistemática, a conversa existente entre V1 e V2, e quais atributos visuais são processados nesta área.

A ligação de V1 a V2 é a principal via pela qual a maioria dos sinais visuais passa antes da disseminação para o restante do córtex extraestriado (Sincich e Horton, 2002). Porém, apesar dos estudos já realizados, surpreendentemente pouco se sabe sobre o papel de V2 no processamento visual (Boyton e Hegdé, 2004).

De certa forma, quanto a morfologia desta interação entre V1 e V2 está bem esclarecido a partir de vários estudos, sendo um deles, o de Sincich et al. (2010). Nele, os autores demonstram a partir da citocromo oxidase (CO) dois compartimentos em V1 (manchas e intermanchas) e três compartimentos em V2 (listras finas, claras e grossas). Onde, as manchas de V1 fornecem informações para as listras finas em V2, e as intermanchas fornecem informações para listras claras e listras grossas.

Quanto a fisiologia desta área, o cortex visual secundário tem se mostrado uma área extremamente importante para o processamento visual, porém, de difícil clareza sobre a interpretação da sua fisiologia. Atributos visuais são processados nesta área e distribuidos através dos fluxos dorsal (magno) e ventral (parvo e konio). A via magnocelular processa, portanto, disparidade retiniana e movimento, a via parvocelular processa forma e a via koniocelular processa informações cromáticas. Esse processamento acontece porque em V2, estão contidos neurônios sensíveis à essas características visuais específicas.

Em suma, é inquestionável a importância do cortex secundário no processamento de vários atributos visuais. Tais atributos serão repassados por V2 aos demais centros superiores, para dar continuidade ao processamento visual daquilo que é percebido pela retina. Porém, ainda há muito o que ser estudado, analisado, desvendado, e, portanto, se faz necessário debruçar esforços no entendimento definitivo da fisiologia desta área.

Agradecimentos

Minha gratidão em primeiro lugar à Deus, por ser a razão da minha existência, aos professores Marcelo e Leonardo pelos conhecimentos adquiridos ao longo do curso. À Elaine pelo auxílio na busca dos artigos para a contrução desse trabalho. À Luiza optometrista pela indicação do curso. E gratidão ao meu esposo Jhonny e filho Oliver pela paciência, compreensão e apoio.

Declaração de Conflito

Declaro não estar submetido a qualquer tipo de conflito de interesse.

Referências

Boynton, G. M., & Hegdé, J. (2004). Visual cortex: The continuing puzzle of area V2. *Current Biology, 14*(14), R523–R524. https://doi.org/10.1016/j.cub.2004.06.044

Fang, C., Yan, K., Liang, C., Wang, J., Cai, X., Zhang, R., & Lu, H. D. (2022). Function-specific projections from V2 to V4 in macaques. *Brain Structure and Function, 227*(4), 1317–1330. https://doi.org/10.1007/s00429-021-02440-3

Federer, F., Williams, D., Ichida, J. M., Merlin, S., & Angelucci, A. (2013). Two projection streams from macaque V1 to the pale cytochrome oxidase stripes of V2. *The Journal of Neuroscience, 33*(28), 11530–11539. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5053-12.2013

Horton, J. C., & Hubel, D. H. (1981). Regular patchy distribution of cytochrome oxidase staining in primary visual cortex of macaque monkey. *Nature, 292*(5825), 762–764. https://doi.org/10.1038/292762a0

Hubel, D. H., & Livingstone, M. S. (1987). Segregation of form, color, and stereopsis in primate area 18. *The Journal of Neuroscience, 7*(11), 3378–3415. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.07-11-03378.1987

Livingstone, M. S., & Hubel, D. H. (1984). Anatomy and physiology of a color system in the primate visual cortex. *The Journal of Neuroscience, 4*(1), 309–356. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.04-01-00309.1984

Nasr, S., Polimeni, J. R., & Tootell, R. B. (2016). Interdigitated color- and disparity-selective columns within human visual cortical areas V2 and V3. *The Journal of Neuroscience, 36*(6), 1841–1857. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3518-15.2016

Roe, A. W., & Ts'o, D. Y. (1995). Visual topography in primate V2: Multiple representation across functional stripes. *The Journal of Neuroscience, 15*(5), 3669–371. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.15-05-03689.1995

Sincich, L. C., & Horton, J. C. (2002). Divided by cytochrome oxidase: A map of the projections from V1 to V2 in macaques. *Science, 295*(5560), 1734–1737. https://doi.org/10.1126/science.1067902

Sincich, L. C., & Horto, J. C. (2005). Input to V2 thin stripes arises from V1 cytochrome oxidase patches. *The Journal of Neuroscience, 25*(44), 10087–10093. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3313-05.2005

Sincich, L. C., Jocson, C. M., & Horto, J. C. (2007). Neurons in V1 patch columns project to V2 thin stripes. *Cerebral Cortex, 17*, 935–941. https://doi.org/10.1093/cercor/bhl004

Sincich, L. C., Jocson, C. M., & Horto, J. C. (2010). V1 interpatch projections to V2 thick stripes and pale stripes. *The Journal of Neuroscience, 30*(20), 6963–6974. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5506-09.2010

Ts'o, D. Y., Roe, A. W., & Gilbert, C. D. (2001). A hierarchy of the functional organization for color, form, and disparity in primate visual area V2. *Vision Research, 41*, 1333–1340. https://doi.org/10.1016/s0042-6989(01)00076-1

Tootell, R. B., & Hamilton, S. L. (1989). Functional anatomy of the second visual area (V2) in the macaque. *The Journal of Neuroscience, 9*(8), 2620–2644. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.09-08-02620.1989



Curso em Neurociência da Visão:
Fundamentos, Desenvolvimento Estimulação e Reabilitação Visual
2023/2024

ISBN: 978-65-01-67771-2

CBL

9 786501 677712

USP 90 ANOS 1934 2024

Hospital Universitário USP

PRCEU
pró-reitoria de cultura e extensão universitária