

INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA OCULAR ASSOCIADO A DOENÇA DE PARKINSON: UMA REVISÃO NARRATIVA

OCULAR CONVERGENCE INSUFFICIENCY ASSOCIATED WITH PARKINSON'S DISEASE: A NARRATIVE REVIEW

Nélio Silva de Souza; Caroline Duarte G. Bauce; Cássia F. Duarte; Lucas G. L. Machado; Ana Carolina G. Martins; Felipe Barros de Escobar; Victor Hugo do Vale Bastos

RESUMO

A doença de Parkinson (DP) é uma condição neuropática de etiologia desconhecida, que cursa com deficiência nos níveis de dopamina e afeta os circuitos inibitórios dos núcleos da base, resultados em: rigidez; bradicinesia; tremor em repouso; micrografia; instabilidade postural; marcha em pequenos passos e o *freezing* da marcha. Além disso, recentemente, tem sido descrita alterações oculomotoras nestes pacientes, principalmente a insuficiência de convergência (IC). Investigar, por meio de uma revisão narrativa, a relação entre a IC e a DP. Foi realizada uma revisão da literatura do tipo narrativa, com busca nas diferentes bases de dado utilizando as palavras-chave listadas a seguir. Foram encontrados 146 estudos, sendo incluídos no total 20 artigos pertinentes ao tema. Das referências pesquisadas, foram encontrados 17 estudos observacionais e 3 estudos de caso ou series de caso. No contexto geral, parece que existe uma relação relevante entre a IC e a DP em diferentes contextos, envolvendo o equilíbrio, a marcha, a qualidade e vida, na cognição e na memória. Os exercícios ortópticos parecem modificar a IC nos pacientes com a DP. Entretanto, os benefícios desta correção oculomotora ainda não estão claros na literatura e carecem de mais estudos.

Palavras-chave: doença de Parkinson; convergência ocular e transtornos da motilidade ocular.

ABSTRACT

Parkinson's disease (PD) is a neuropathic condition of unknown etiology, which causes deficiency in dopamine levels and affects the inhibitory circuits of the basal ganglia, resulting in: rigidity; bradykinesia; tremor at rest; micrography; postural instability; walking in small steps and freezing of the gait. Furthermore, recently, oculomotor changes have been described in these patients, mainly convergence insufficiency (CI). To investigate, through a narrative review, the relationship between HF and PD. A narrative literature review was carried out, searching the different databases using the keywords listed below. 146 studies were found, with a total of 20 articles relevant to the topic included. Of the references searched, 17 observational studies and 3 case studies or case series were found. In the general context, it seems that there is a relevant relationship between HF and PD in different contexts, involving balance, gait, quality of life, cognition and memory. Orthoptic exercises appear to modify CI in PD patients. However, the benefits of this oculomotor correction are still not clear in the literature and require further studies.

Keywords: *Parkinson's disease; ocular convergence and ocular motility disorders.*

INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é uma condição neuropática de etiologia desconhecida com impacto na saúde pública. Essa condição apresenta uma prevalência de 3,3% na população acima de 65 anos (BARBOSA et al., 2006; LUNA et al., 2020). Com o envelhecimento da população mundial, esses dados epidemiológicos podem se tornar ainda mais preocupantes, pois parecem aumentar a possibilidade de manifestação da doença (LIMA et al., 2022).

Desde o seu primeiro relato em 1817 pelo médico britânico James Parkinson (MORRIS, 1955) há dedicação ao estudo dessa condição clínica, que é caracterizada pela perda progressiva e irreversível de neurônios dopaminérgicos da parte compacta da substância negra do mesencéfalo (BARBOSA & SALLEM, 2005). A fisiopatologia da DP é caracterizada por acúmulo de alfa-sinucleína e inclusões intraneuronais por corpos de Lewy, levando a perda progressiva de neurônios dopaminérgicos na via nigroestriatal (KLEINER et al., 2015). Essa deficiência dopaminérgica, conduz a alterações funcionais nos circuitos inibitórios dos núcleos da base, envolvidos no planejamento do controle motor, causando os sinais e sintomas clássicos da doença, como: rigidez; bradicinesia; tremor em repouso; micrografia; instabilidade postural; marcha em pequenos passos e o *freezing* da marcha (BRAAK et al., 2003; GONÇALVES; ALVAREZ & ARRUDA, 2007; BARBOSA & SALLEM, 2005).

O movimento de convergência ocular consiste na habilidade de controle motor que os retos mediais direito e esquerdo possuem para aduzir simultaneamente os olhos e fixar ou manter a fixação em um alvo próximo (SCHEIMAN & WICK, 2014; BICAS, 2009). A convergência é o único movimento disjuntivo dos olhos, sendo os demais movimentos conjugados (por exemplo, a perseguição e a sacada) (FIGUEIREDO, 2020). De uma forma geral, os pares cranianos envolvidos com o controle do movimento ocular são abducente (VI), troclear (IV) e oculomotor (III), sendo este último, responsável pela inervação motora dos músculos retos mediais (BÜTTNER-ENNEVER, 2006; HANUŠKA et al., 2015). Diferentes níveis encefálicos contribuem para o complexo con-

trole motor do movimento de convergência ocular, acessando áreas como: córtex parieto-occipito-frontal; formação reticular; colículos superiores; núcleos da base e o vérmix cerebelar (AGARWAL et al., 2016; ALVAREZ et al., 2007).

A insuficiência de convergência (IC) ocular é um distúrbio neuromuscular da visão binocular, caracterizada por redução da amplitude de adução conjugada e simultânea dos olhos (convergência) (BIOUSSE et al., 2004; KERGOAT et al., 2017). A IC apresenta alta prevalência nos indivíduos com a DP, tanto nos sintomas subjetivos (53.8%) quanto na mensuração objetiva de IC (43.8%) (IRVING et al., 2017), causando irritação da superfície ocular (BIOUSSE et al., 2004), problemas de leitura (LEPORE, 2006; IRVING et al., 2017) e diplopia (EKKER et al., 2017; LAW et al., 2017), afetando diretamente a qualidade de vida dessa população (REPKA et al., 1996). Pacientes com DP podem apresentar alterações oculomotoras desde o início da doença e, na medida em que a DP avança, tem sido sugerido que a IC ocular pode aumentar (REPKA et al., 1996; SOUZA, 2022).

A análise subjetiva dos sintomas de IC pode ser realizada utilizando o questionário de sintomas de IC (CISS, da sigla em Inglês: *Convergence Insufficiency Symptom Survey*) (LAW et al., 2017). O diagnóstico objetivo de IC deve ser realizado por meio da medição em centímetros do ponto próximo de convergência (PPC), utilizando um instrumento optométrico validado denominada régua de Bernnell® (SCHEIMAN, MITCHELL & COTTER, 2008). Embora a IC apresente uma alta prevalência na DP, tanto na mensuração dos sintomas subjetivos pelo CISS quanto na mensuração objetiva pelo PPC, tem sido sugerido que o CISS pode não estar especificamente relacionado com a IC (IRVING et al., 2017). Parece que o exame físico do PPC é extremamente relevante para determinar o diagnóstico de IC, pois o instrumento (CISS) parece não apresentar sensibilidade e especificidade para o diagnóstico de IC (LAW et al., 2017).

Tradicionalmente, acreditava-se que os núcleos da base participavam do planejamento do movimento ocular e que as anormalidades oculomotoras poderiam ser um indicador de bradicinesia (SHIBASAKI; TSUJI; & KUROIWA, 1979). Indivíduos com a DP que foram submetidos a palidotomia apresentaram dificuldade na leitura e mudanças no campo visual

(BIOUSSE et al., 1998). Das diferentes disfunções oculomotoras que ocorrem na DP, evidências sugerem que a IC ocular parece apresentar associação com os estágios da DP (REPKA et al., 1996; SOUZA, 2022), indicando que quanto maior é o estágio da DP pela escala Hoehn e Yahr, maior é o PPC (SOUZA, 2022). Tem sido sugerido que avaliar e tratar os problemas visuais de uma forma geral pode beneficiar os sujeitos com a DP (ARMSTRONG, 2011), pois a IC pode contribuir para prejuízos na marcha e na qualidade de vida desses indivíduos (ALMER et al., 2012; KERGOAT et al., 2017). Entretanto, até o presente momento, poucos são os estudos que propõem a avaliação (DUTTA, 2020) e tratamento da IC nos indivíduos com a DP (KERGOAT et al., 2017; MACHAN et al., 2020), principalmente nos contextos de equilíbrio, marcha, qualidade de vida, cognição e memória.

Nesse contexto, o objetivo geral do presente estudo foi investigar, por meio de uma revisão narrativa, a relação entre a IC e a DP. Os objetivos específicos foram revisar a relação entre a: (1) IC com o equilíbrio e a marcha na DP; (2) IC e a qualidade de vida na DP; (3) IC e a cognição e memória e (4) o tratamento da IC na DP.

METODOLOGIA

Estratégia de pesquisa da literatura

Os artigos indexados foram obtidos nas bases de dados: *US National Library of Medicine* (PubMed/Medline), Google Acadêmico, PEDro e Cochrane Central. Foram selecionados artigos científicos nos idiomas português e inglês, utilizando-se as seguintes palavras-chave como descritores em português e o equivalente em inglês: doença de Parkinson (*Parkinson's disease*); convergência ocular (*ocular convergence*) e transtornos da motilidade ocular (*ocular motility disorders*). As palavras-chave descritas foram utilizadas combinadas ou não por meio dos boledores “AND” e “OR”. Não foi definido um período de busca específico devido à escassez de material referente ao tema. Os artigos foram inicialmente selecionados pelo critério de leitura dos títulos e resumos dos achados, em seguida foram destacadas as informações mais relevantes dos artigos cujos textos puderam ser acessados na íntegra.

Crerios de eleio dos artigos

Esta reviso narrativa incluiu somente artigos que puderam ser acessados na integra disponiveis em bases de dados, referentes as desordens visuomotoras em sujeitos com DP, nos idiomas portugus e ingles. Adotou-se como critrio de inclusao: relatos de caso e estudos visuomotores realizados em pacientes com o diagnostico de DP. Foram excluidos os artigos que no abordaram a tematica de desordens do movimento ocular nessa populacao.

Selecao dos estudos

Para a selecao dos artigos ocorreu inicialmente a leitura dos resumos (*abstract*), seguida pela leitura completa apenas dos artigos selecionados. Somente foram utilizados os artigos cujos textos completos puderam ser acessados. As informacoes mais relevantes para o presente estudo foram destacadas. Apes esse processo, a avaliacao critica dos artigos consistiu na leitura dos estudos na integra.

RESULTADOS E DISCUSSAO

Busca nas bases de dados

Foram encontrados 146 estudos, sendo incluidos no total 20 artigos pertinentes ao tema. As referencias excluidas (126 referencias) abordavam oculomotricidade ou DP apenas, mas no as duas condicoes associadas. Das referencias pesquisadas, foram encontrados 17 estudos observacionais e 3 estudos de caso ou series de caso. As demais referencias deste manuscrito foram utilizadas para contextualizar e discutir o tema em questao.

IC associada ao equilibrio e a marcha na DP

Evidencias sugerem que pistas visuais externas podem aprimorar a marcha e reduzir o *freezing* (GINIS et al., 2018; NONNEKES et al., 2015), pois parece que os pacientes com a DP utilizam o *feedback* visual para compensar os seus deficits motores (EKKER et al., 2017). Dessa forma, as alteracoes visuais parecem exercer uma influencia sobre a qualidade de vida, a independencia funcional e a seguranga desses individuos (EKKER et al., 2017; KERGOAT et al.,

2017), contribuindo para desafios na locomoção e aumento no risco de quedas (BARBIERI et al., 2018; BIOUSSE et al., 2004; BORM et al., 2022), pois idosos com um declínio na acuidade visual abaixo de 10 letras (20/50) no teste de Snellen apresentam um maior risco de quedas (COLEMAN et al., 2004).

Neste contexto, especificamente a IC parece apresentar um papel relevante, pois estudos têm sugerido uma relação entre o PPC e o estágio da DP pela escala de H & Y, uma vez que essa escala tem como principal indicador a instabilidade postural (REPKA et al., 1996; SOUZA, 2022). No estudo de Repka et al., (1996), os autores observaram em 39 sujeitos que quanto maior é o estágio da DP, maior é o PPC [estágio 1.8 (PPC=12 cm); estágio 2.5 (PPC=13 cm) e estágio 2.8 (PPC=19 cm)]. Recentemente, Souza (2022), observou em 16 participantes resultados similares [estágio 1.5 (PPC=6,6 cm); estágio 2.5 (PPC=18,3 cm) e estágio 4 (PPC=34 cm)].

IC associada a cognição e memória na DP

Recentemente, tem sido sugerido que as alterações cognitivas na DP parecem não estar relacionadas com as mudanças no controle motor da marcha associado a duplas-tarefas (PRELL et al., 2022), pois estes pacientes utilizam o feedback visual para compensar os seus déficits motores (EKKER et al., 2017), sugerindo que pistas visuais externas parecem mudar as características marcha (GINIS et al., 2018; NONNEKES et al., 2015) e a sua qualidade de vida (EKKER et al., 2017; KERGOAT et al., 2017). Indivíduos com a DP apresentam alterações cognitivas quando comparados ao grupo controle da mesma faixa etária e sem a doença (SOUZA, 2022). A alteração na função cognitiva identificada pelo MEEM ocorre frequentemente na DP, principalmente nos subdomínios de memória, função executiva (CAVINESS et al., 2007) e/ou atenção (MAMIKONYAN et al., 2009). Especificamente, o déficit na memória tem sido atribuído às alterações colinérgicas que ocorrem ao nível dos núcleos da base e/ou hipocampo (BOHNEN et al., 2003).

Alguns estudos, incluindo uma revisão sistemática recente (SIQUEIRA et al., 2019), tem sugerido que a MoCA é mais sensível que o MEEM para o rastreio cognitivo em diferentes condições clínicas, como: acidente vascular encefálico (DONG et al., 2010); pa-

ralisia supranuclear progressiva; atrofia de múltiplos sistemas (FIORENZATO et al., 2016) e na DP (ZADIKOFF et al., 2008), pois esse instrumento (MoCA) apresenta uma maior exatidão quando comparado ao MEEM para o rastreio de deficiência cognitiva na DP, com alta sensibilidade (90%; valor preditivo positivo de 60%) e especificidade (75%; valor preditivo negativo de 95%) (DALRYMPLE-ALFORD et al., 2010).

IC associada a qualidade de vida na DP

As evidências sugerem que alterações na motricidade ocular podem ocorrer desde o início da DP, quando comparado ao grupo controle (BIOUSSE et al., 2004; SOUZA, 2022). Parece, que com o avanço da DP, ocorre uma diminuição da acuidade visual e da função oculomotora, afetando a qualidade de vida dessa população (ALMER et al., 2012; LAW et al., 2017). Tem sido sugerido que a IC ocular pode ser um biomarcador de progressão da DP e declínio da qualidade de vida (REPKA et al., 1996; HANUŠKA et al., 2015; KANG; SHAIKH; & GHASIA, 2018), pois promove mudanças nas estratégias de movimento ocular (GUPTA et al., 2021a, 2021c) e disparidade retiniana (GUPTA et al., 2021b).

Um dos sintomas não motores mais desafiadores da DP é a apatia, que consiste em um sentimento de indiferença, caracterizado por uma falta geral de interesse ou motivação nas atividades (GUIMARÃES et al., 2009; DUCHARME; PRICE & DICKERSON, 2018). Devido à incapacidade promovida pelos sintomas motores da doença, é fundamental adotar estratégias para melhorar a qualidade de vida dessa população. A qualidade de vida atua como um indicador nos conceitos clínicos de doenças por meio da avaliação do impacto físico e psicossocial que algumas enfermidades, disfunções ou incapacidades podem causar, possibilitando assim um melhor conhecimento do paciente e de sua adaptação a determinada condição (LUZ & CORONAGO, 2017; DUCHARME; PRICE & DICKERSON, 2018).

Tradicionalmente, a desordem do movimento na DP altera o controle motor ao nível dos núcleos da base, relacionados com o planejamento oculomotor e tem sido sugerido que essas alterações podem ser indicadores de bradicinesia (SHIBASAKI; TSUJI; & KUROIWA, 1979), pois intervenções cirúrgicas no

globo pálido podem promover dificuldade na leitura e mudanças no campo visual (BIOUSSE et al., 1998). Atualmente, tem sido sugerido que avaliar e tratar os problemas visuais de uma forma geral pode beneficiar os sujeitos com a DP (ARMSTRONG, 2011), pois a IC pode contribuir para prejuízos na marcha, na qualidade de vida (ALMER et al., 2012; KERGOAT et al., 2017) e níveis de apatia dessa população. Das diferentes disfunções oculomotoras que ocorrem na DP, evidências sugerem que a IC ocular parece apresentar associação com os estágios da DP (REPKA et al., 1996; SOUZA, 2022), indicando que quanto maior é o estágio da DP pela escala Hoehn e Yahr, maior é o PPC (SOUZA, 2022).

Exercícios ortópticos no tratamento da IC na DP

Até o presente momento, apenas dois estudos realizaram o tratamento da IC na população com a DP, mostrando que a correção oculomotora nessa população é possível. Os estudos de Kergoat et al., (2017) e Machan et al., (2020) utilizaram dispositivos ortopópticos tradicionais (lápiz, vectogramas, prima, etc.) no tratamento da IC e mostraram diminuição do PPC de 5 a 7cm em sujeitos com a DP após 8 semanas de tratamento (KERGOAT et al., 2017; MACHAN et al., 2020). Parece que o exercício ortóptico de coordenação visuo-manual acessa diferentes níveis encefálicos (córtex parieto-frontal, núcleos da base, colículo superior, formação reticular e vérmix cerebelar) e pode promover mudança neuroplástica após 1 ano da correção (ALVAREZ et al., 2007). Contudo, ainda não se sabem os prováveis benefícios do tratamento da IC nos pacientes com a DP.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Parece que existe uma relação relevante entre a IC e a DP em diferentes contextos, envolvendo o equilíbrio, a marcha, a qualidade e vida, na cognição e na memória. Os exercícios ortópticos parecem modificar a IC nos pacientes com a DP ao diminuir o PPC. Entretanto, os benefícios desta correção oculomotora ainda não estão claros na literatura e carecem de mais estudos.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, M. et al. Imaging correlates of neural control of ocular movements. **European radiology**, Viena, v. 26, p. 2193-2205, 2016.
- ALMER, Z. et al. Ocular motor and sensory function in Parkinson's disease. **Ophthalmology**, Rochester, v. 119, n. 1, p. 178-182, 2012.
- ALVAREZ, A. GONÇALVES, L. H. T.; M.; ARRUDA, M. C. Pacientes portadores da doença de Parkinson: significado de suas vivências. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 20, n. 1, p. 62-68, 2007.
- ALVAREZ, T. L. et al. Functional activity within the frontal eye fields, posterior parietal cortex, and cerebellar vermis significantly correlates to symmetrical vergence peak velocity: an ROI-based, fMRI study of vergence training. **Fronteiras na Neurociência Integrativa**, v. 8, p. 50, 2014
- ALVAREZ, T. L. et al. Vision therapy in adults with convergence insufficiency: clinical and functional magnetic resonance imaging measures. **Optometria e ciência da visão**: publicação oficial da Academia Americana de Optometria, v. 12, pág. E985, 2010.
- ARMSTRONG, R. A. Visual symptoms in Parkinson's disease. **Parkinson's Disease**, Londres, v. 2011, p. 1-9, 2011
- BARBIERI, F. A. et al. Postural control, falls and Parkinson's disease: Are fallers more asymmetric than non-fallers? **Human movement science**, v. 63, p. 129-137, 2019.
- BARBOSA, A. F. et al. Gait, posture and cognition in Parkinson's disease. **Dementia & Neuropsychologia**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 280-286, 2016.
- BICAS, H. E. A. Estrabismos: da teoria à prática, dos conceitos às suas operacionalizações. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, São Paulo, v. 72, n. 5, p. 585-615, 2009.
- BIOUSSE, V. et al. Ophthalmologic features of Parkinson's disease. **Neurology**, v. 62, n. 2, p. 177-180, 2004.
- BIOUSSE, V. et al. Visual fields in patients with posterior GPi pallidotomy. **Neurology**, v. 50, n. 1, p. 258-265, 1998.
- BOHNEN, N. I. et al. Cortical cholinergic function is more severely affected in parkinsonian dementia than in Alzheimer disease: an in vivo positron emission tomographic study. **Archives of Neurology**, v. 60, n. 12, p. 1745-748, 2003.

- BORM, C. D. *et al.* Undetected ophthalmological disorders in Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, p. 1–12, 2022.
- BRAAK, H. *et al.* Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease. **Neurobiology of aging**, v. 24, n. 2, p. 197–211, 2003.
- BÜTTNER-ENNEVER, J. A. Progress in brain research: Neuroanatomy of the Oculomotor system. **Progresso na pesquisa do cérebro**, Amsterdã, v. 151, p. 95-125, 2006.
- CAMPOS, M. *et al.* Translation, cross-cultural adaptation, and validation of the Parkinson's Disease Quality of Life questionnaire (PDQL), the "PDQL-BR", into Brazilian Portuguese. **ISRN neurology**, v. 2011, p. 1–5, 2011.
- CAVINESS, J. N. *et al.* Defining mild cognitive impairment in Parkinson's disease. **Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society**, v. 22, n. 9, p. 1272–277, 2007.
- COLEMAN, A. L. *et al.* Higher risk of multiple falls among elderly women who lose visual acuity. **Ophthalmology**, v. 111, n. 5, p. 857–862, 2004.
- DALRYMPLE-ALFORD, J. C. *et al.* The MoCA well-suited screen for cognitive impairment in Parkinson disease. **Neurology**, v. 75, n. 19, p. 1717–725, 2010.
- DONG, Y. *et al.* The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) is superior to the Mini-Mental State Examination (MMSE) for the detection of vascular cognitive impairment after acute stroke. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 299, n. 1–2, p. 15–18, 2010.
- DUCHARME, Simon; PRICE, Bruce H.; DICKERSON, Bradford C. Apathy: a neurocircuitry model based on frontotemporal dementia. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 89, n. 4, p. 389-396, 2018.
- DUTTA, P. Oculomotor dysfunction in Parkinson's disease. **European Journal of Geriatrics and Gerontology**, Istambul, v. 2, n. 3, p. 87-89, 2020.
- EKKER, M. S. *et al.* Ocular and visual disorders in Parkinson's disease: Common but frequently overlooked. **Parkinsonism & related disorders**, v. 40, p. 1–10, 2017.
- FIGUEIREDO, V. F. R. **Análise da função oculomotora e movimentos cervicais na convergência visual**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias em Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020.
- FIorenzato, E. *et al.* Montreal Cognitive Assessment (MoCA) and Mini-Mental State Examination (MMSE) performance in progressive supranuclear palsy and multiple system atrophy. **Journal of Neural Transmission**, v. 123, n. 12, p. 1435–42, 2016.
- GINIS, P. *et al.* Cueing for people with Parkinson's disease with freezing of gait: A narrative review of the state-of-the-art and novel perspectives. **Annals of physical and rehabilitation medicine**, v. 61, n. 6, p. 407–413, 2018.
- GONÇALVES, L. H. T.; ALVAREZ, A. M.; ARRUDA, M. C. Pacientes portadores da doença de Parkinson: significado de suas vivências. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 62-68, 2007.
- GUIMARÃES, H. C. *et al.* Brazilian caregiver version of the Apathy Scale. **Dementia & neuropsychologia**, v. 3, n. 4, p. 321–326, 2009.
- GUPTA, A.; KAILWOO, S. K. Convergence insufficiency in patients visiting eye OPD with headache. **Rev Sci**, v. 10, n. 3, p. 135–136, 2008.
- HANUŠKA, J. *et al.* Fast vergence eye movements are disrupted in Parkinson's disease: A video-oculography study. **Parkinsonism & related disorders**, v. 21, n. 7, p. 797–799, 2015.
- IRVING, E. L. *et al.* Prevalence of convergence insufficiency in Parkinson's disease. **Movement disorders clinical practice**, v. 4, n. 3, p. 424–429, 2017.
- KANG, S. L.; SHAIKH, A. G.; & GHASIA, F. F. Vergence and strabismus in neurodegenerative disorders. **Frontiers in neurology**, v. 9, p. 299–309, 2018.
- KERGOAT, H. *et al.* Orthoptic treatment of convergence insufficiency in Parkinson's disease: A case series. **Gerontology & geriatric medicine**, v. 3, p. 233372141770373, 2017.
- KLEINER, A. *et al.* The parkinsonian gait spatiotemporal parameters quantified by a single inertial sensor before and after Automated Mechanical Peripheral Stimulation treatment. **Parkinson's disease**, v. 2015, p. 1–6, 2015.
- LAW, C. *et al.* Prevalence of convergence insufficiency-type symptomatology in Parkinson's disease. **The Canadian journal of neurological sciences. Le journal canadien des sciences neurologiques**, v. 44, n. 5, p. 562–566, 2017.
- LEPORE, F. E. Parkinson's disease and diplopia. **Neuro-Ophthalmology**, Amesterdã, v. 30, n. 2-3, p. 37-40, 2006.
- LIMA, D. P. *et al.* Falls in Parkinson's disease: the impact of disease progression, treatment, and motor complications. **Dementia & Neuropsychologia**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 153-161, 2022.

- LUNA, N. M. S. *et al.* Effects of treadmill training on gait of elders with Parkinson's disease: a literature review. **Einstein (São Paulo)**, São Paulo, v. 18, p. 1- 9, eRW5233, 2020.
- LUZ, K. P. DE S.; CORONAGO, V. M. M. O. A Doença de Parkinson na pessoa Idosa e a Relação com sua Qualidade de Vida. **Revista De Psicologia**, v. 11, n. 35, p. 116–136, 2017.
- MACHAN, C. M. *et al.* Changing vergence function in persons with Parkinson's disease and convergence insufficiency. **Parkinsonism & related disorders**, v. 73, p. 41–43, 2020.
- MAMIKONYAN, E. *et al.* Mild cognitive impairment is common in Parkinson's disease patients with normal Mini-Mental State Examination (MMSE) scores. **Parkinsonism & Related Disorders**, v. 15, n. 3, p. 226–31, 2009.
- MORRIS, A. D. James Parkinson. **Lancet**, v. 265, n. 6867, p. 761–763, 1955.
- NONNEKES, J. *et al.* Freezing of gait: a practical approach to management. **Lancet neurology**, v. 14, n. 7, p. 768–778, 2015.
- PRELL, T. *et al.* Fear of Falling Does Not Influence Dual-Task Gait Costs in People with Parkinson's Disease: A Cross-Sectional Study. **Sensors**, v. 22, n. 5, p. 2029, 2022.
- REPKA, M. X. *et al.* Ocular motility in Parkinson's disease. **Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus**, Thorofare, NJ, v. 33, n. 3, p. 144-147, 1996.
- SCHEIMAN, M. *et al.* Nearpoint of convergence: test procedure, target selection, and normative data. **Optometry and vision science: official publication of the American Academy of Optometry**, v. 80, n. 3, p. 214–225, 2003.
- SCHEIMAN, M.; & WICK, B. **General treatment modalities, guidelines and prognosis. In: Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorders**, 2014.
- SCHEIMAN, M.; MITCHELL, G.; & COTTER, S. The convergence insufficiency treatment trial: design, methods, and baseline data. **The Convergence Insufficiency Trial (CITT) Study Group. Ophthalmic Epidemiol**, v. 15, p. 24–36, 2008.
- SCHEIMAN, M.; MITCHELL, G.; & COTTER, S. The convergence insufficiency treatment trial: design, methods, and baseline data. The Convergence Insufficiency Trial (CITT) Study Group. **Ophthalmic Epidemiol**, v. 15, p. 24–36, 2008.
- SHIBASAKI, H.; TSUJI, S.; & KUROIWA, Y. Oculomotor abnormalities in Parkinson's disease. **Archives of Neurology**, v. 36, n. 6, p. 360–64, 1979.
- SIQUEIRA, G. S. *et al.* Can MoCA and MMSE Be Interchangeable Cognitive Screening Tools? A Systematic Review. **The Gerontologist**, v. 59, n. 6, p. e743–e763, 2019.
- SOUZA, N. S. **Estudo dos efeitos da insuficiência de convergência ocular em indivíduos com a doença de Parkinson**. 2022. Tese (Doutorado em Neurologia e Neurociências) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2022.
- ZADIKOFF, C. *et al.* A comparison of the mini mental state exam to the Montreal cognitive assessment in identifying cognitive deficits in Parkinson's disease. **Movement disorders**, v. 23, n. 2, p. 297–299, 2008.