

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

LUIS EDUARDO PEIXOTO ROSA DOS SANTOS

**EFEITO DO TREINAMENTO OCULOMOTOR NO CONTROLE POSTURAL DE
INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA VISUAL: ENSAIO
CLÍNICO, RANDOMIZADO, CEGO.**

São Paulo

2025

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

**EFEITO DO TREINAMENTO OCULOMOTOR NO CONTROLE POSTURAL DE
INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA VISUAL: ENSAIO
CLÍNICO, RANDOMIZADO, CEGO.**

Tese de Doutorado vinculada ao Programa de
Pós – Graduação em Ciências da Reabilitação,
da Universidade Nove de Julho – UNINOVE

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Politti

São Paulo

2025

Santos, Luis Eduardo Peixoto Rosa dos.

Efeito do treinamento oculomotor no controle postural de indivíduos com insuficiência de convergência visual: ensaio clínico, randomizado, cego. / Luis Eduardo Peixoto Rosa dos Santos. 2025.

99 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE,

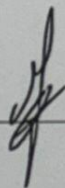
São Paulo, 15 de dezembro de 2025.

TERMO DE APROVAÇÃO

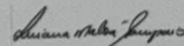
Aluno(a): **LUIS EDUARDO ROSA DOS SANTOS**

Título da Tese: **"EFEITO DO TREINAMENTO OCULOMOTOR NO CONTROLE POSTURAL DE INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA VISUAL: ENSAIO CLÍNICO, RANDOMIZADO, CEGO"**

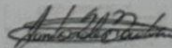
Presidente: PROF(A). DR(A). FABIANO POLITTI



Membro: PROF(A). DR(A). LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO JORGE



Membro: PROF(A). DR(A). DANILO SALES BOCALINI



GRADECIMENTOS

Este trabalho é a celebração de uma longa caminhada, feita de sonhos, esforço e, principalmente, do apoio de pessoas e instituições que acreditaram em mim. Cada etapa dessa jornada foi marcada por desafios, mas também por encontros e aprendizados que me transformaram como ser humano e como pesquisador.

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, Professor Dr. Fabiano Politti, que me proporcionou estar aqui. Sua orientação foi muito além da ciência: foi inspiração, confiança e a certeza de que nunca estamos sozinhos quando temos alguém que acredita no nosso potencial. Agradeço à Universidade Nove de Julho (UNINOVE), que me acolheu desde a graduação e foi a minha casa acadêmica em todos esses anos, sempre me oferecendo as ferramentas para crescer. À CAPES, pelo incentivo através da bolsa nº 88887.824329/2023-00, e ao CNPq, por valorizar a ciência brasileira e permitir que eu pudesse dedicar meu tempo a pesquisar e construir conhecimento.

Com o coração pleno de amor, agradeço à minha família. Meus pais e avós são a razão das minhas raízes e dos meus voos. Agradeço ao meu pai, Luis Gustavo, pela força e por sempre me lembrar que eu era capaz de ir mais longe.

Agradeço com ainda mais intensidade à minha mãe, Sayonara Rosa, cuja grandeza me inspira todos os dias. Uma educadora incansável, que se dedicou às ciências da vida, o ensino acadêmico, porém sem nunca negligenciar o cuidado com os filhos. Com seu exemplo de sacrifício, ética e o seu coração gigante, me ensinou que “a ciência só tem sentido quando feita com amor, transparência e responsabilidade”. “Que as ciências regem com o mundo”. Foi ela quem me ensinou que “A VIDA É LUTA”, que as “batalhas são vencidas com inteligência, coragem, generosidade, perseverança e fé”. Sigo os teus passos com orgulho, mãe. Tudo o que conquistei e ainda vou conquistar carrega a tua marca.

Minha enorme admiração e gratidão também ao meu avô, Antônio Carlos, acadêmico, professor, diretor de faculdade e diplomata. Um homem que jamais abriu mão de aplicar o que se ensina. Mostrando que a educação transforma e dá propósito à vida. Seus ensinamentos continuam vivos em mim e neste trabalho. À minha avó, Graciema Rosa, mulher forte e visionária, que esteve à frente de seu tempo e plantou em nossa família valores de coragem, e resiliência. Obrigado por me mostrar que grandes mudanças começam dentro de casa.

Agradeço com todo carinho ao meu irmão, Luis Fernando, meu melhor amigo, parceiro de risadas e cumplicidade. Em todas as fases, ele esteve ao meu lado, celebrando vitórias e oferecendo apoio quando a estrada apertou. Minha gratidão aos meus compadres Caio e Nina, e as suas presenças constantes em tantos momentos importantes. Dedico este trabalho à minha afilhada Lorena, desejando que ele possa ser uma luz e uma inspiração para os sonhos que ela escolher perseguir.

Deixo o meu Maior agradecimento à minha companheira, Luana. Minha fortaleza, meu o meu lar e detentora da minha paz. Nada disso seria possível sem sua energia, o seu amor constante e sua dedicação à nossa vida juntos. Você que, ao lado do Tigrão e do Fígaro, me fizeram companhia nas longas noites de escrita e estudo, você foi o pilar que me sustentou nas horas em que as dúvidas e exaustão bateram. Estendo meu agradecimento aos meus sogros, Artur e Tânia, obrigado pela confiança imensa e apoio incondicional. Eles acreditaram em mim e me lembraram que grandes sonhos não se realizam deitado e muito menos sozinho.

Deixo também a minha gratidão aos meus colegas da CBRu que flexibilizaram minha jornada e permitiram chegar até aqui. Aos a de laboratório do NAPAN, com quem aprendi e compartilhei não apenas ciência, mas companheirismo e amizade. Um agradecimento especial a todos os membros do Laboratório de Fototerapia e Inovações Tecnológicas em Saúde, que estiveram presentes em cada etapa experimental. A ajuda de vocês, seja no conhecimento compartilhado ou no simples incentivo, foi indispensável. Este trabalho também pertence a todos vocês.

Agradeço a todos os amigos e colegas que caminharam comigo ao longo desses anos e tornaram a trajetória mais leve e significativa. Em especial à minha querida amiga Ana Lucia Garcia que, sempre com um sorriso em seu rosto, me aconselhou e apoio nessa jornada, me acompanhando do início até o fim. À minha grande amiga e mentora Dra. Bruna Massaroto, obrigado por sempre me inspirar e aconselhar, ao José Junior Arrais, um amigo com quem aprendi e sigo aprendendo muito, aos meus amigos Gustavo Barros, Douglas Russo, Alisson Freitas e Leticia Modé que estiveram presentes com palavras, gestos e atitudes que me fortaleceram em momentos decisivos. Todos vocês foram fundamentais nessa caminhada. Obrigado pela alegria e disposição em ajudar.

Por fim, agradeço a Deus, por me dar saúde, força e resiliência para seguir em frente. Foi Ele quem me guiou me permitindo estudar, aprender, ensinar e trabalhar com aquilo que eu

amo. Que este trabalho seja não apenas uma conquista pessoal, mas também um testemunho da fé, da dedicação e da esperança que me acompanharam até aqui.

"Em seu coração o homem planeja seu caminho, mas o Senhor determina os seus passos."

- Provérbios 16:9.

“Os seus sonhos acompanham a sua visão.”

Douglas Liandi

RESUMO

Introdução: A insuficiência de convergência ocular (ICO) é uma disfunção binocular caracterizada pela dificuldade de alinhar os olhos durante atividades de visão próxima, resultando em sintomas como diplopia, fadiga ocular e prejuízo em tarefas que exigem foco visual prolongado. Além dos impactos visuais, estudos apontaram que a ICO pode interferir no controle postural e funcional, contribuindo para instabilidade e maior risco de quedas. Essas repercussões reforçaram a necessidade de investigações que explorem a relação entre distúrbios de vergência e parâmetros motores, com vistas a estratégias de reabilitação mais integradas.

Objetivo: Este estudo teve como objetivo analisar os efeitos da terapia oculomotora no controle postural de indivíduos com ICO, bem como sua influência sobre a capacidade física e funcional.

Materiais e Métodos: Tratou-se de um ensaio clínico randomizado, cego, realizado em duas fases: avaliação e intervenção. Foram incluídos 24 participantes com diagnóstico de ICO, entre 18 e 59 anos, fisicamente ativos e independentes, sem distúrbios vestibulares ou neurológicos. As avaliações incluíram o questionário Convergence Insufficiency Symptom Survey (CISS), o Teste de Convergência Ocular (TCO), testes de estabilometria, o teste Timed Up and Go (TUG) e o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). Os participantes foram divididos em Grupo Experimental (GE), submetido a cinco sessões de terapia oculomotora, e Grupo Controle (GC), que não recebeu intervenção. As avaliações foram realizadas antes e após o protocolo terapêutico. Os dados foram analisados estatisticamente com nível de significância de 5%.

Resultados: Os participantes do GE apresentaram redução significativa dos sintomas visuais (CISS), melhora da convergência ocular (TCO) e redução do tempo no TUG, indicando ganhos na mobilidade funcional. No entanto, não foram observadas alterações significativas nos parâmetros estabilométricos sob nenhuma das condições testadas (olhos abertos, olhos fechados, apoio unipodal). Já o GC não apresentou mudanças relevantes em nenhum dos desfechos avaliados.

Conclusão: A terapia oculomotora mostrou-se eficaz na melhora dos sintomas visuais e da função motora em indivíduos com ICO, especialmente no desempenho funcional medido pelo TUG. Embora não tenha havido impacto significativo sobre o controle postural estático, os resultados sugerem que a terapia visual pode beneficiar aspectos motores associados à função visual. Os achados sustentam a importância da integração de abordagens ortópticas na reabilitação de pacientes com ICO.

Palavras-chave: Insuficiência de Convergência, Ensaio Clínico, Terapia Oculomotora, Fisioterapia.

ABSTRACT

Introduction: Convergence insufficiency (CI) is a binocular vision disorder marked by difficulty in aligning the eyes during near-vision tasks, leading to symptoms such as diplopia, visual fatigue, and impairment in sustained visual activities. Beyond visual symptoms, recent studies suggest that CI may affect postural and functional control, increasing instability and fall risk. These findings underscore the need for research linking vergence disorders with motor parameters to develop more integrated rehabilitation approaches. **Objective:** To evaluate the effects of oculomotor therapy on postural control in individuals with CI and assess its impact on physical and functional performance. **Methods:** This was a blinded, randomized clinical trial with two phases: assessment and intervention. A total of 24 physically active participants aged 18 to 59 years with a confirmed CI diagnosis were included. Assessments included the Convergence Insufficiency Symptom Survey (CISS), the Near Point of Convergence (NPC) test, stabilometry, the Timed Up and Go (TUG) test, and the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). Participants were randomized into an Experimental Group (EG), which received five weekly sessions of oculomotor therapy, and a Control Group (CG), which received no intervention. Data were analyzed with a significance level set at 5%. **Results:** The EG showed a significant reduction in visual symptoms (CISS), improved ocular convergence (NPC), and shorter TUG times, indicating enhanced functional mobility. No significant changes were observed in stabilometric parameters. The CG showed no meaningful improvements. **Conclusion:** Oculomotor therapy was effective in reducing symptoms and improving motor performance in individuals with CI. Although it did not significantly affect static postural control, the intervention positively influenced functional outcomes, supporting its integration into rehabilitation protocols.

Keywords: Convergence Insufficiency, Clinical trials, Oculomotor Therapy, Physiotherapy

LISTA DE ABREVIATURAS

ADM: Amplitude de Movimento

ATM: Articulação Temporomandibular

CI: *Convergence insufficiency*

CITT: *Convergence Insufficiency Treatment Trial*

CISS: *Convergence Insufficiency Symptom Survey*

CoP: Centro de Pressão/ Controle de pressão

ICO: Insuficiência de Convergência Ocular

OBVAT: terapia ortóptica baseada em consultório (*office-based vergence/accommodative therapy*).

PPC/(NPC): Ponto Próximo de Convergência (*Near Point Of Convergency*)

Pós-T: Tratamento Pré-Intervenção

Pre-T: Tratamento Pós-Intervenção

TCO: Teste de Convergência Ocular

TUG: *Time Up and Go*

TVOS: Terapia Visual Ortóptica Supervisionada

SNC: Sistema Nervoso Central

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de desenho do estudo conforme CONSORT	28
Figura 2. Teste de convergência Ocular (TCO)	30
Figura 3. Estabilometria	33
Figura 4. Exercício com Cordão de Brock para treino da convergência ocular	34
Figura 5. Exercício com Cartela de Barrilles para treino de fusão binocular	35
Figura 6. Exercício com Carta Salva-Vidas para treino de convergência com fusão sensorial	37
Figura 7. Exercício com Círculos Excêntricos para aumento da amplitude fusional positiva	38
Figura 8. Exercício de relaxamento ocular após a terapia oculomotora	39
Figura 9. Linha do Tempo	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Distúrbios da Visão.....	1
1. Avaliação da Insuficiência de Convergência Ocular.....	3
1.2. Convergência ocular e controle postural.....	4
1.3. Avaliação do controle postural.....	5
1.4. Tratamento da Insuficiência de Convergência	8
1.4.1. Cordão de Brock.....	9
1.4.2. Carta de Barrilles (carta de Barril)	9
1.4.3. Carta Salva-Vidas.....	10
1.4.4. Círculos Excêntricos.....	10
2. JUSTIFICATIVA	11
3. OBJETIVOS	11
3.1. Geral	11
3.2. Específico	11
4. MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1. Aspectos Éticos.....	12
4.2. Local de realização do estudo	12
4.3. Hipóteses.....	12
4.4. Desenho do Estudo	13
4.5. Randomização e Cegamento.....	13
4.6. Estruturação da amostra	14
4.7. Caracterização da Amostra	15
4.8. Procedimentos	15
4.9. Desfechos clínicos.....	16
Primários:.....	16
4.10. Instrumentos de medidas e desfecho.....	16
 <u>Teste de convergência ocular (TCO):</u>	16
 <u>Nível de atividade física.....</u>	17
 <u>Timed Up and Go (TUG).....</u>	17
 <u>Estabilometria.....</u>	18
4.11. Tratamento.....	19

Terapia oculomotora	19
4.12 .Intervenção.....	25
4.13 Análise estatística.....	27
5 Resultados	28
Artigo 1: Ensaio Clínico	29
Artigo 2: Protocolo de Ensaio Clínico	51
6 Considerações Finais	68
7 Referências	70
ANEXOS	77
ANEXO I: Termo de Consentimento livre e esclarecido para Participação em Pesquisa Clínica-TCLE:	77
ANEXO II: Questionário de Sintomas de Insuficiência de convergência	82
ANEXO III: IPAC (QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA VERSÃO CURTA).	83

1. INTRODUÇÃO

1.1. Distúrbios da Visão

A visão é um dos sistemas sensoriais mais complexos e determinantes para a interação humana com o ambiente (1). Ao longo dos anos, pesquisas na área da neurofisiologia e do comportamento vêm demonstrando que o sistema visual não somente atua na percepção, mas também na execução das ações motoras, integrando as informações espaciais, cognitivas e corporais (2–4). Junto a isso, estudos no campo da neurovisão mostraram que diferentes vias corticais fazem o processo de reconhecer o que é visto, bem como o modo como o corpo deve agir diante do estímulo visual (2). Essa integração entre percepção e ação reforça que a visão é também um sistema fundamental na orientação e movimentação da cabeça e dos membros assim como no equilíbrio (2,5,6).

Em geral, a relação entre o sistema visual e a motricidade é amplamente sustentada por diversas evidências anatomofuncionais (7,8). Pesquisas envolvendo neuroimagem e registros neuronais já demonstraram como as distintas áreas do sistema nervoso central (SNC) (tronco encefálico, córtex pré-frontal e cerebelo) se organizam em circuitos que controlam os movimentos oculares, o tempo de reação e a coordenação “visuomotora” (7,9). Essa interação entre essas diferentes áreas sugere que a quantidade e a qualidade das informações provenientes do processamento visual, assim como o grau de exigência de controle desse sistema, podem influenciar diretamente o controle dos movimentos corporais, especialmente quando estes demandam maior precisão(4,9–11).

Dessa forma, considerando que o processamento visual exerce influência direta sobre o controle motor e a coordenação visuomotora, torna-se evidente que alterações na qualidade da visão podem repercutir não apenas na execução de movimentos precisos, mas também em funções cognitivas e de aprendizagem que dependem dessa integração sensório-motora, como previamente demonstrado em estudos anteriores (12). Esses achados ressaltam a importância da integridade visual não apenas para o desempenho individual em tarefas motoras e cognitivas, mas também para a manutenção da funcionalidade e da qualidade de vida ao longo das diferentes fases do desenvolvimento humano.

Nesse contexto, a negligência da saúde visual configura-se como um problema global de grande impacto, com repercussões que ultrapassam o âmbito individual e alcançam

dimensões sociais, educacionais e econômicas (13,14). Um levantamento internacional conduzido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2019 indicou que pelo menos 2,2 bilhões de pessoas possuem alguma forma de deficiência visual ou cegueira, sendo que cerca de 1 bilhão desses casos poderiam ter sido evitados ou ainda não receberam tratamento adequado. Segundo a OMS, esses números refletem a escassez de acesso a cuidados oftalmológicos básicos, infraestrutura adequada e políticas públicas de conscientização e prevenção. Em termos econômicos, estima-se que seriam necessários aproximadamente 14,3 bilhões de dólares para suprir as necessidades visuais desse contingente populacional. Além disso, o estudo de Burton et al. (2021), publicado no *The Lancet*, estimou que as perdas anuais de produtividade global associadas à deficiência visual atingem cerca de US\$ 410,7 bilhões em paridade de poder de compra, principalmente devido à não correção dos erros refrativos. Os autores também destacam que a deficiência visual reduz a mobilidade, afeta o bem-estar mental, eleva o risco de demência, quedas e acidentes de trânsito, aumenta a necessidade de suporte social e, em última instância, contribui para maiores taxas de mortalidade.

Além dessas observações, o aumento dos problemas visuais também reflete as transformações no estilo de vida contemporâneo, caracterizado pelo tempo prolongado em ambientes fechados e pelo predomínio de atividades que exigem foco visual próximo, como o uso constante de telas e dispositivos digitais. Esse comportamento reduz a exposição à luz natural, favorecendo a fadiga ocular e contribuindo para o declínio da saúde visual (WHO, 2019). Tais fatores ambientais influenciam diretamente a eficiência do sistema oculomotor e a capacidade dos olhos de manter o alinhamento visual adequado, favorecendo o surgimento de distúrbios de vergência e outros desequilíbrios visuais (15,16).

Os distúrbios de vergência, em especial, correspondem a disfunções no alinhamento ocular durante tarefas de visão próxima ou distante, comprometendo a coordenação binocular (17). Entre as alterações decorrentes desse desalinhamento, destacam-se o excesso de convergência (esoforia), a insuficiência de divergência mais evidente em visão de longe, os estrabismos não compensados e a insuficiência de convergência ocular (ICO) (18,19).

De forma geral, para manter uma imagem nítida e única ou para ler e realizar tarefas que exigem visão de perto, os sistemas de acomodação e convergência devem funcionar adequadamente (20). Quando tais mecanismos não funcionam, ocorre a ICO. Sendo essa caracterizada como uma disfunção binocular não estrábica comumente caracterizada por exoforia em visão de perto (15,16).

Clinicamente, a ICO manifesta-se por episódios de visão dupla, borramento visual, cansaço ocular, cefaleia e dificuldade de manter o foco, o que prejudica a leitura, o uso contínuo de dispositivos digitais e o rendimento em estudos e trabalho (21–23).

Essa disfunção é um dos distúrbios visuais mais comuns em todas as idades(24). Em uma revisão sistemática prévia, com 27.333 sujeitos obtidos em 12 países (16), foi possível observar uma prevalência média estimada em 7,98% da população. No Brasil, a ICO tem sido investigada em diferentes grupos populacionais, embora receba pouca atenção em larga escala. Acredita-se que o Brasil deva apresentar números bastante similares aos países desenvolvidos de população. Estudos nacionais indicam que a prevalência dessa disfunção binocular em adultos jovens e universitários pode variar de 1,8% a 13,4%, dependendo dos critérios diagnósticos e do método de avaliação (25,26).

1.2. Avaliação da Insuficiência de Convergência Ocular

De maneira geral, o diagnóstico da ICO envolve critérios bastante objetivos que, além da exoforia maior para a visão de perto, a ICO apresenta redução da fusão positiva e um Ponto Próximo de Convergência (PPC) recuado, sendo esse um parâmetro fundamental para caracterizar a amplitude da convergência (17).

Outro mecanismo para a detecção e diagnóstico da ICO é o Questionário de Sintomas de Insuficiência de Convergência (Convergence Insufficiency Symptom Survey - CISS). Uma ferramenta validada e amplamente utilizada para mensurar sintomas subjetivos nas avaliações clínicas da ICO (17,27,28). Esse questionário foi desenvolvido e validado pelo CITT, sendo padronizado por 15 itens, pontuados em escala Likert de cinco níveis (0 = nunca; 4 = sempre), que investiga sintomas relacionados à autopercepção dos sintomas característicos da ICO (visão de perto, fadiga ocular, cefaleia, visão dupla, perda de foco e necessidade de reler)(17). O questionário, em seu score total, varia de 0 a 60 pontos, e valores iguais ou superiores a 16 indicam a presença de sintomas compatíveis com insuficiência de convergência ICO, sendo esse o critério adotado nos ensaios clínicos do CITT para definir os participantes sintomáticos (17,22,27).

Além da boa reprodutibilidade e alta sensibilidade, esse instrumento também apresentou correlação significativa entre melhora clínica e redução do escore após 12 semanas de terapia oculomotora supervisionada (*_Office-Based Vergence and Accommodative Therapy_*

OBVAT), estudo proposto pelo *_CITT Study Group_* (2008), assim se estabelecendo como uma das principais ferramentas de desfechos clínicos em estudos relacionados à ICO (17,27,29).

De acordo com o protocolo do CITT, o PPC é medido com a régua acomodativa, movida lentamente na linha média da testa do paciente até o surgimento de diplopia. O ponto de ruptura (break point) é registrado quando a fusão binocular não pode mais ser mantida; valores iguais ou superiores a 6 cm são considerados anormais, indicando convergência recuada e sendo um dos critérios diagnósticos de insuficiência de convergência sintomática (CITT Study Group, 2008). Essas métricas combinadas de CISS e PPC, respectivamente, como medida subjetiva de sintomatologia e como marcador objetivo da capacidade de convergência, oferecem uma avaliação abrangente da ICO, permitindo identificar tanto o impacto funcional percebido pelo indivíduo quanto a limitação fisiológica da fusão ocular. Portanto, a utilização conjunta desses instrumentos atualmente é considerada padrão-ouro em ensaios clínicos e na prática clínica contemporânea para diagnóstico e acompanhamento da insuficiência de convergência (17,27,29,30).

1.3. Convergência ocular e controle postural

Como previamente descrito, a ICO é comumente associada a sintomas visuais, como visão dupla, fadiga ocular e dificuldade para leitura. No entanto, essa disfunção também pode manifestar-se por meio de sintomas gerais e posturais (15), afetando tanto o equilíbrio quanto a estabilidade corporal. Evidências recentes indicam que alterações no sistema de convergência podem repercutir diretamente no controle postural. Por exemplo, um estudo realizado com idosos demonstrou correlação significativa entre a piora da convergência ocular identificada pelo aumento do ponto próximo de convergência (PPC) e a redução da estabilidade postural, sugerindo que maiores dificuldades na convergência visual estão associadas a um equilíbrio mais precário (31).

De maneira geral, diversos estudos já afirmaram que a visão binocular e a qualidade do processamento visual exercem papel crucial na manutenção do equilíbrio(5,9,32–34). Durante o foco em alvos próximos, o sistema nervoso central integra sinais visuais e oculomotores de convergência para aprimorar a estabilidade; em contrapartida, em distâncias maiores, a dependência de sinais vestibulares e proprioceptivos torna-se predominante (20,25,35,36). Assim, a ICO está diretamente relacionada aos mecanismos de controle postural, evidenciando a interdependência entre a função visual binocular e a regulação do equilíbrio corporal (35,36).

O controle postural, por sua vez, constitui um processo complexo que depende da integração dinâmica dos sistemas somatossensorial, vestibular e visual, sob regulação do sistema nervoso central, com o objetivo de manter a estabilidade e adaptar-se às demandas impostas pelo ambiente (5,34,37). Do ponto de vista neurofisiológico, o controle postural não deve ser compreendido como um conjunto de reflexos estáticos e automáticos, mas como uma rede coordenada de respostas ajustáveis, capazes de preservar o equilíbrio corporal e garantir a orientação adequada do corpo no espaço frente à ação da gravidade (5).

Sendo assim, a degradação das informações visuais aumenta a oscilação corporal e exige maior reponderação sensorial, reforçando a importância da visão como componente estabilizador (36). Alterações visuais, como as observadas na ICO, podem comprometer essa integração, gerando instabilidade postural e maior custo neuromotor para o equilíbrio (36,38). Estudos recentes demonstram que terapias oculomotoras melhoram não apenas sintomas visuais, mas também parâmetros posturais, aproximando o comportamento de indivíduos com ICO do de controles saudáveis (39,40). Essa relação sugere que a reabilitação da função binocular pode contribuir indiretamente para o aprimoramento da estabilidade corporal.

1.4. Avaliação do controle postural

A partir das evidências de que disfunções visuais, como a ICO, podem interferir significativamente no equilíbrio corporal, torna-se essencial a utilização de instrumentos objetivos capazes de avaliar e quantificar a estabilidade postural, bem como os ajustes compensatórios realizados por esses indivíduos. Entre as ferramentas amplamente empregadas com esse propósito destacam-se a estabilometria, realizada por meio de plataforma de força, e o teste Timed Up and Go (TUG), ambos fornecendo medidas complementares acerca do desempenho postural, das respostas motoras e da integração sensório-motora do sistema de controle postural (41–43).

A plataforma de força constitui um instrumento de alta precisão para a identificação de indivíduos que necessitam de avaliações detalhadas do controle postural (44). Esse dispositivo quantifica o equilíbrio corporal por meio do registro do centro de pressão (CoP) em posição ortostática e ereta, podendo também avaliar diferentes componentes do sistema de controle postural em condições dinâmicas. Assim, permite detectar variações sutis na capacidade de estabilização e nas estratégias utilizadas em tarefas que exigem equilíbrio(44).

Parâmetros como a amplitude de oscilação, a velocidade de deslocamento do CoP e a área de estabilidade são amplamente reconhecidos como indicadores objetivos do nível de controle postural. Evidências demonstram que, na presença de déficits visuais ou em condições de privação visual total, há um aumento consistente da oscilação corporal registrada na plataforma de força, refletindo maior dificuldade na manutenção da estabilidade(40,45). Estudos realizados com adultos submetidos a perturbações mecânicas e físicas indicam que, na ausência de informações visuais (olhos fechados ou cobertos), ocorre redução dos ajustes posturais antecipatórios, resultando em deslocamentos mais amplos do CoP após o desequilíbrio. Esse padrão sugere que a ausência de visão reduz a capacidade de estabilização e, conseqüentemente, aumenta a dependência dos sistemas somatossensorial e vestibular para o controle postural (5,42,45,46). Tais achados reforçam a hipótese de que a visão exerce um papel preditivo nas respostas motoras e nas estratégias ativas de manutenção do equilíbrio.

Sem um feedback visual, os ajustes antecipatórios são suprimidos, exigindo respostas compensatórias maiores para restaurar a estabilidade (5,38,45). A plataforma de força permite examinar a integração sensorial ao comparar condições de olhos abertos versus fechados ou ainda superfícies firmes versus instáveis. Nas superfícies estáveis, a contribuição somatossensorial tende a predominar, mas em condições mais desafiadoras (como em bases de apoio mais instáveis) a dependência da visão se acentua(33,42,44).

Além dos estudos conduzidos com adultos jovens, pesquisas realizadas com populações de adultos mais velhos demonstraram que, quando a confiabilidade das informações somatossensoriais é reduzida, por exemplo, durante a manutenção da postura em uma superfície instável, como uma base de espuma, ocorrem também alterações significativas nas medidas visuais específicas (33). Nessas condições, a capacidade de percepção de profundidade (estereopse) e de discriminação de contrastes sutis entre o objeto e o fundo (sensibilidade ao contraste) passa a influenciar diretamente o grau de oscilação corporal necessário para a manutenção da postura ereta (33). Assim, indivíduos que apresentam menor estereopse ou sensibilidade ao contraste reduzida tendem a exibir oscilações posturais significativamente maiores, evidenciando a importância da integridade das funções visuais na estabilidade postural (33).

Essas observações reforçam que a qualidade da informação visual é determinante para a estabilidade corporal, especialmente em situações que impõem maiores demandas posturais (32,33). Dessa forma, a plataforma de força configura-se como um instrumento essencial não

apenas para a quantificação da oscilação postural, mas também para a compreensão de como o controle do equilíbrio é continuamente ajustado por meio da integração entre os sistemas visual, vestibular e proprioceptivo. Esse entendimento consolida a concepção de que o equilíbrio postural é um processo dinâmico, ativo e adaptativo, altamente sensível às condições sensoriais disponíveis.

O TUG é um teste funcional simples, padronizado e amplamente utilizado para avaliar o equilíbrio dinâmico, a mobilidade global e o risco de quedas em diferentes populações (41). No protocolo clássico, o indivíduo deve levantar-se de uma cadeira, caminhar três metros, realizar uma meia-volta e retornar para se sentar, enquanto o tempo total do percurso é cronometrado (43,47). Diversos estudos validaram o TUG como um indicador sensível de desempenho motor e de resposta motora integrada, demonstrando que maiores tempos de execução estão associados à pior função de equilíbrio e à maior propensão a quedas (43,47–49). A simplicidade, reprodutibilidade e alta confiabilidade tornam o TUG uma ferramenta de triagem amplamente empregada em idosos e em populações com distúrbios de mobilidade (43,47–49).

No contexto dos distúrbios visuais, o desempenho no TUG reflete de forma robusta a integração sensório-motora durante tarefas funcionais. Indivíduos com deficiência visual significativa tendem a apresentar maior tempo de execução e estratégias compensatórias acentuadas, ilustrando o papel crítico da visão na manutenção do equilíbrio durante a marcha (48,50). Em um estudo com indivíduos cegos, observou-se que aqueles que apresentavam maior tempo para realizar o TUG também exibiam movimentos de tronco mais amplos durante as fases de levantar-se e sentar-se, especialmente quando estavam descalços e sem bengala. Contudo, ao utilizarem bengalas ou calçados que forneciam melhor feedback tátil, essas diferenças foram atenuadas. Esses achados indicam que as pistas hápticas, informações provenientes do tato e da pressão plantar podem compensar parcialmente a ausência da visão durante a locomoção. Tais resultados reforçam que a visão desempenha papel crucial tanto nos componentes antecipatórios quanto nos reativos do controle motor em tarefas dinâmicas (38,45,51). Ao fornecer referências espaciais e auxiliar no planejamento do movimento, a visão contribui para passos mais estáveis e ajustes posturais mais eficazes durante mudanças de direção ou velocidade (50).

Assim, tanto a plataforma de força quanto o teste TUG constituem ferramentas complementares e de grande relevância para a avaliação do equilíbrio postural em indivíduos

com disfunções visuais. Em síntese, a plataforma de força possibilita a quantificação precisa das oscilações corporais e dos ajustes posturais em condições estáticas, permitindo identificar déficits sutis de estabilidade e de integração sensorial (5,44,46) enquanto que o TUG, avalia a estabilidade durante a mobilidade funcional, refletindo como essas limitações se manifestam em tarefas cotidianas (43,47,50).

A utilização combinada dessas ferramentas, amplamente respaldada pela literatura sobre controle motor e integração sensorial, oferece uma avaliação abrangente ao integrar medidas biomecânicas objetivas com indicadores funcionais de desempenho (5). Contudo, a análise postural por meio da plataforma de força e do TUG permite não apenas caracterizar os efeitos das disfunções visuais sobre o controle motor, mas também monitorar de forma objetiva a evolução clínica e os ganhos terapêuticos decorrentes de intervenções específicas (33,50).

1.5. Tratamento da Insuficiência de Convergência

O tratamento ICO baseia-se predominantemente em exercícios terapêuticos visuais (ou ortópticos), cujo objetivo é restabelecer a capacidade binocular de convergência e aprimorar a integração entre os mecanismos de vergência e acomodação (22,30). Ensaios clínicos controlados têm demonstrado que programas estruturados de terapia visual supervisionada produzem melhorias significativas tanto nos sintomas quanto nos parâmetros objetivos da ICO, superando a eficácia de orientações passivas ou de exercícios não supervisionados(16,22).

Como exemplo dessas afirmações, um ensaio multicêntrico o CITT Study Group, (2008) demonstrou que a terapia visual realizada em consultório, quando associada à prática supervisionada em domicílio, promove melhora clínica mais consistente do que abordagens exclusivamente domiciliares ou a prescrição isolada de correções ópticas. Esses achados consolidam o consenso de que a terapia ortóptica em consultório (*Office-Based Vergence/Accommodative Therapy-OBVAT*), apoiada por exercícios domiciliares complementares, representa o padrão-ouro para a reversão da ICO sintomática, sendo superior tanto aos exercícios caseiros isolados quanto ao uso exclusivo de prismas ou lentes corretivas (16,22).

Os mecanismos fisiológicos que explicam essa eficácia estão relacionados à plasticidade neural do sistema visual. A repetição dos estímulos de convergência promove aumento da

amplitude de fusão binocular e melhora da flexibilidade da resposta acomodativa, resultando na correção progressiva da insuficiência de vergência (16,22). Além disso, pacientes com ICO frequentemente apresentam redução da vergência fusional positiva e alterações no acoplamento entre vergência e acomodação, de modo que as técnicas de terapia visual atuam diretamente sobre esses componentes deficitários.

Entre os principais exercícios empregados na reabilitação da ICO destacam-se o cordão de Brock, a carta de barris, as cartas “salva-vidas” e os círculos excêntricos. Em conjunto, esses exercícios constituem um arsenal terapêutico eficaz para restaurar o alinhamento binocular, aperfeiçoar a coordenação oculomotora e reduzir a sintomatologia associada à ICO (17,52,53). A seguir, encontra-se as principais ferramentas utilizadas no processo de tratamento da ICO:

1.5.1. Cordão de Brock

O cordão de Brock é um recurso clássico da terapia de convergência que consiste em um fio com contas coloridas posicionadas a diferentes distâncias. O (1,2) paciente segura uma extremidade na ponta do nariz e focaliza uma conta por vez, buscando mantê-la nítida enquanto as demais aparecem duplas. Esse processo fornece feedback visual imediato sobre o alinhamento ocular, ajudando o paciente a perceber e corrigir desalinhamentos (17,54).

Esse exercício treina a coordenação entre vergência e acomodação e desenvolve a consciência do esforço necessário para convergir os olhos, contribuindo para melhorar o ponto próximo de convergência e a estabilidade da fixação binocular (17,54). Ele pode ser realizado tanto em consultório quanto em casa por ser simples e de baixo custo. A eficácia do cordão de Brock é reconhecida dentro de programas estruturados de terapia visual, como aqueles adotados no *Convergence Insufficiency Treatment Trial Group* (CITT), que demonstram melhora clínica significativa em casos de ICO.

1.5.2. Carta de Barrilles (carta de Barril)

A carta de barrilles é um exercício utilizado para estimular a convergência em distâncias muito próximas; consiste em um cartão com três círculos concêntricos posicionados junto ao nariz, que o paciente deve focalizar do maior ao menor, mantendo cada um como uma imagem única (17,55). Essa progressão deve aumentar gradualmente a demanda de convergência e acomodação, fortalecendo a coordenação binocular e a percepção proprioceptiva do esforço vergencial (17,55). Clinicamente, o exercício contribui para melhorar a amplitude de

convergência e redução da exoforia, aproximando o ponto próximo de convergência (PPC) de níveis funcionais, sendo frequentemente utilizado nas fases iniciais da terapia visual para ICO, muitas vezes em conjunto com outras terapias vergenciais combinadas com o cordão de Brock.

1.5.3. Carta Salva-Vidas

A carta “salva-vidas” é um exercício de fusão livre utilizado para treinar a vergência fusional convergente e divergente sem o uso de lentes ou instrumentos. O cartão contém pares de círculos lado a lado, e o paciente deve olhar “através” dele até que as imagens se sobreponham, formando um terceiro círculo perceptivo, o que indica alinhamento binocular ativo (17,55). Diferentemente do cordão de Brock e da carta de barril, que enfatizam a convergência muito próxima, a carta salva-vidas trabalha a precisão e a amplitude da fusão, sendo normalmente aplicada em fases intermediárias ou avançadas da terapia visual para ICO. Dessa forma, a carta salva-vidas atua como recurso importante na reabilitação, ampliando as reservas de vergência e fortalecendo a estabilidade binocular.

1.5.4. Círculos Excêntricos

Os círculos excêntricos são um exercício de fusão binocular utilizado para treinar a coordenação entre vergência e acomodação. O paciente deve sobrepor as imagens de dois cartões com círculos impressos através da convergência (cruzando o olhar) ou da divergência (relaxando o olhar), até perceber um círculo “central” resultante da fusão (55,56). Esse processo exige que o sistema visual alinhe as imagens de ambos os olhos sem depender de pistas mecânicas, desenvolvendo flexibilidade vergencial e reduzindo a tendência exofórica típica da insuficiência de convergência.

Clinicamente, os círculos excêntricos são usados de forma semelhante à carta salva-vidas, especialmente nas fases intermediárias e avançadas da terapia visual, quando o paciente já consegue convergir em curtas distâncias e precisa melhorar a precisão da fusão e a amplitude vergencial (55). Embora raramente avaliados isoladamente, eles fazem parte de protocolos eficazes, nos quais a prática de fusão livre está associada à melhora da estereopsia funcional, ao aumento das amplitudes de vergência e à redução de sintomas (17).

2. JUSTIFICATIVA

A insuficiência de convergência ocular (ICO) é um distúrbio binocular que compromete a capacidade de alinhar os olhos para tarefas de visão próxima, resultando em sintomas visuais e funcionais que impactam diretamente a qualidade de vida. Além de afetar a eficiência visual, estudos recentes indicam que a ICO pode interferir no controle postural, na estabilidade corporal e na coordenação motora, uma vez que a visão desempenha papel fundamental na integração sensorial necessária para o equilíbrio. No entanto, A relação entre a ICO e o controle tônico postural ainda é pouco explorada, especialmente em adultos, o que reforça a relevância de estudos que investiguem seus efeitos de forma controlada e sistemática

Diante dessa lacuna, o presente projeto buscou avaliar o impacto da terapia oculomotora em uma abordagem não invasiva e de baixo custo sobre parâmetros visuais e posturais em indivíduos com ICO. Ao associar medidas clínicas e funcionais, o estudo pretende ampliar o entendimento sobre os mecanismos neurofisiológicos que relacionam o sistema visual ao controle postural, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de reabilitação mais integradas e eficazes na prática clínica fisioterapêutica.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Verificar o efeito do treinamento oculomotor no controle postural de indivíduos com insuficiência de convergência visual.

3.2. Específico

- Observar a influência da terapia oculomotora na funcionalidade de pessoas com insuficiencia de convergência ocular.
- Verificar a influencia da terapia oculomotora na melhora na melhora da ICO.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Aspectos Éticos

O presente projeto, foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho registrado com o CAAE: 79397224.2.0000.5511, e registrado ClinicalTrials.gov (ID: NCT07036263). Antes da realização das coletas dos dados inicial, todos indivíduos foram informados sobre o estudo, os seus objetivos e todos os possíveis procedimentos adotados. Posteriormente, todos os indivíduos assinaram o (TCLE) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 1), formalizando sua participação voluntária no presente estudo. O presente estudo está de acordo com os termos presente nas Resoluções CNS n.º 466/12 e CNS n.º 510/2016. Após o termino do estudo todos os participantes receberão as informações detalhadas sobre os resultados obtidos. E, uma vez que os exercícios oculomotores tenham a sua eficácia comprovada o grupo controle também receberá o tratamento.

4.2. Local de realização do estudo

Esse estudo foi desenvolvido no Núcleo de Apoio à Pesquisa em Análise do Movimento (NAPAM) da Universidade Nove de Julho, unidade Vergueiro, situado na Rua Vergueiro, 235/249 - Liberdade, São Paulo - capital.

4.3. Hipóteses

O desenvolvimento do presente estudo ocorreu a partir da elaboração da seguinte pergunta:

Hipótese de pesquisa: a terapia oculomotora, melhora o controle postural de indivíduos com insuficiência de convergência ocular;

Hipótese nula: a terapia oculomotora, não melhora a insuficiência de convergência ocular.

4.4. Desenho do Estudo

Foi realizado um ensaio clínico randomizado, controlado e cego, em conformidade com as recomendações CONSORT(57,58). Os participantes serão estratificados por gênero e randomizados em dois grupos: Grupo Experimental (GE) e Grupo Controle (GC).

O GE foi submetido a cinco sessões semanais de terapia oculomotora, com duração aproximada de 30 minutos cada. O GC não recebeu intervenção, permanecendo em observação durante o mesmo período, mas participando de todas as avaliações previstas.

4.5. Randomização e Cegamento

Este estudo, por se tratar de um ensaio clínico randomizado, as recomendações do CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) (57–59), indicado na Figura 1, visando maior transparência, qualidade metodológica e reprodutibilidade dos achados.

A randomização foi realizada antes do início da intervenção, utilizando um gerador eletrônico de números aleatórios (Microsoft Excel, versão 2024). O processo foi conduzido por um pesquisador não envolvido no recrutamento ou na avaliação dos participantes, garantindo imparcialidade na alocação. Após a randomização, os sujeitos foram distribuídos de forma equitativa entre o Grupo Experimental (GE), submetido à terapia oculomotora, e o Grupo Controle (GC), que não recebeu intervenção.

A avaliação clínica foi conduzida por um pesquisador distinto, responsável exclusivamente pelas coletas de dados, permanecendo cego em relação à alocação dos participantes. Da mesma forma, o estatístico encarregado da análise dos resultados também será mantido cego quanto à distribuição dos sujeitos, minimizando riscos de viés de detecção e interpretação.

As avaliações ocorrerão em três momentos: pré-intervenção (pret-t), após cinco semanas de intervenção e pós-tratamento. Em todas as etapas, foram utilizadas os mesmos instrumentos e protocolos aplicados inicialmente, permitindo comparações consistentes entre os grupos e ao longo do tempo (Figura 1).

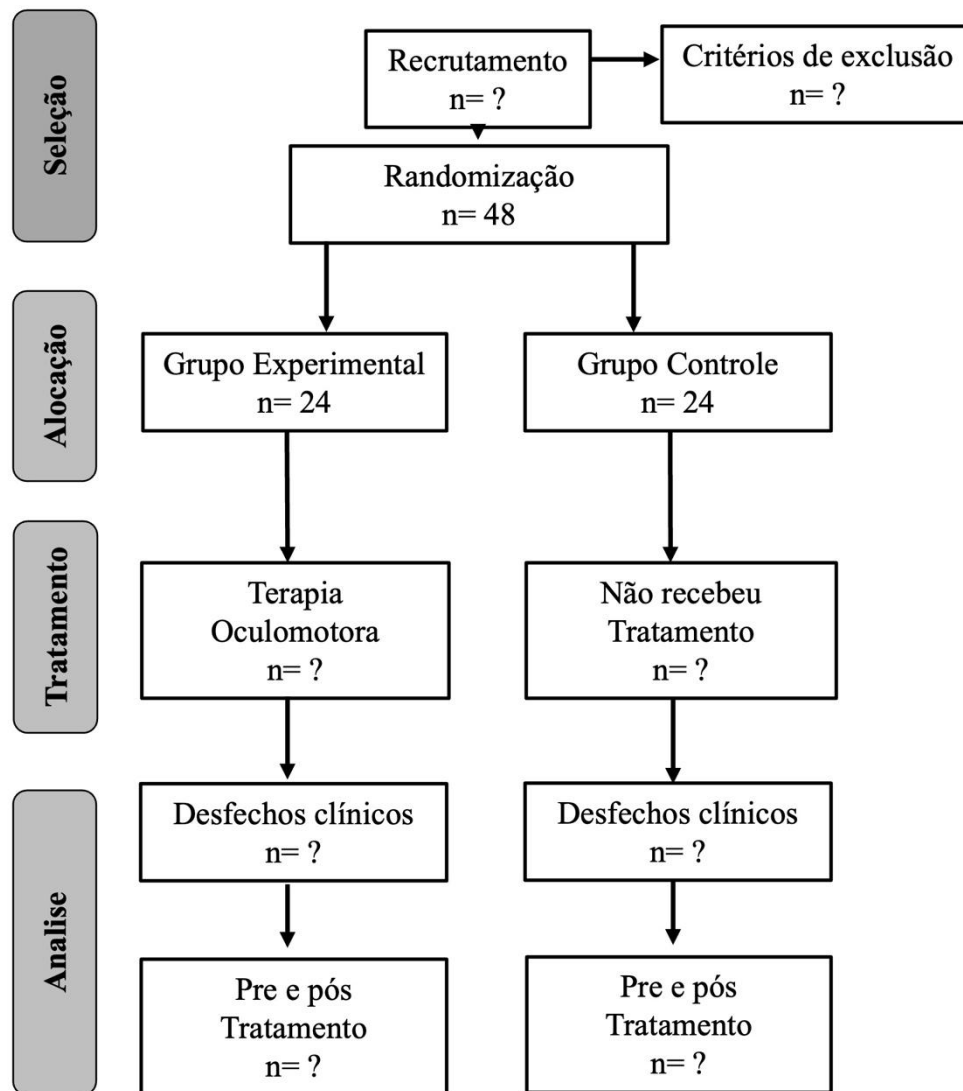


Figura 1: Fluxograma do estudo (CONSORT, 2025)

4.6. Estruturação da amostra

O tamanho da amostra foi estimado considerando uma diferença clinicamente significativa de 3,0 segundos no teste Timed Up and Go (TUG) entre os grupos experimental e controle, com um desvio padrão esperado de 2,5 segundos. Como não foram encontrados estudos que descrevessem especificamente uma diferença clinicamente significativa no desempenho do Timed Up and Go (TUG) para indivíduos com insuficiência de convergência, a presente estimativa foi baseada em pesquisas envolvendo populações com deficiências funcionais comparáveis, como indivíduos com déficits de integração sensorial ou distúrbios leves de equilíbrio (49,60). Um nível alfa bicaudal de 0,05 e um poder estatístico de 95% foram

usados, resultando em um tamanho de amostra necessário de 20 participantes por grupo. Considerando uma taxa potencial de abandono de 20%, o tamanho final da amostra foi ajustado para 24 participantes por grupo, totalizando 48 indivíduos no estudo.

4.7. Caracterização da Amostra

Foram Incluídos nesse estudo indivíduos com diagnóstico positivo de ICO, que apresentaram idade entre 18 e 59 anos, fisicamente ativos, desprovidos de alterações cognitivas e do sistema vestibular (que apresentam tonturas), com habilidade física e disponibilidade para participar de um programa de 5 sessões de tratamento para o ICO, sendo uma por semana (total de 5 semanas).

Como critérios de exclusão foram consideradas as seguintes condições: estrabismo permanente, histórico da cirurgia de estrabismo, histórico de lesão nervosa ocular, distúrbios neurológicos e neurodegenerativos demência, doenças sistêmicas neuromusculares, dor incapacitante, indivíduos que faziam uso de próteses articulares e que estejam passando por tratamento fisioterapêutico durante o decorrer do estudo, tratamentos prévios de Insuficiência de convergência com terapia oculomotora, qualquer medicamento ocular ou sistêmico conhecido por afetar a acomodação ou vergência, doenças sistêmicas que afetam a acomodação, a vergência e a motilidade ocular, como esclerose múltipla, doença da tireoide de Graves, miastenia gravis, diabetes e doença de Parkinson, gestantes e indivíduos que não possuam habilidade física para desempenhar as atividades físicas previamente determinadas.

4.8. Procedimentos

Os participantes foram selecionados por meio de divulgação em redes sociais e panfletos colocados em murais da Universidade Nove de Julho.

Após selecionados para participarem desse estudo, foram avaliados por meio dos instrumentos de desfecho sendo esses pré-tratamento (Pre-t): TC e CISS. Após a avaliação, os participantes foram selecionados por meio do processo de randomização. Foram direcionados a uma sala individualizada, previamente preparada, para o tratamento no qual foi alocado para Grupo experimental (submetido ao protocolo de treinamento oculomotor) e o Grupo controle (não foi realizada intervenção), por meio do processo de randomização. O tempo de tratamento por sessão foi de 30 minutos para o grupo experimental.

Cada participante recebeu uma sessão por semana, totalizando 5 sessões. Uma semana após a última sessão de tratamento, o participante foi novamente reavaliado pelos mesmos instrumentos de desfecho utilizados no pré-tratamento (pós-tratamento: Pos-t).

4.9. Desfechos clínicos

Primários: Controle postural verificado por meio da estabilometria. Mobilidade funcional avaliada pelo Timed Up and Go (TUG).

Secundários: Teste de Convergência Ocular (TCO)

4.10. Instrumentos de medidas e desfecho

Teste de convergência ocular (TCO):

O TCO, também conhecido como PPC, consiste na aproximação gradual de um alvo (geralmente um bastão ou caneta) em direção ao dorso nasal do avaliado, mantendo-se o estímulo na altura do eixo visual. Em condições fisiológicas, a resposta esperada é a convergência binocular simétrica e simultânea. A determinação do ponto de convergência próxima é realizada utilizando-se uma régua posicionada na margem orbital temporal, permitindo quantificar a distância em que ocorre a perda da fusão binocular (divergência ocular). Consideram-se valores abaixo de 3,0–4,0 cm como normais; entre 4,1–6,9 cm como compatíveis com convergência suficiente; e valores $\geq 7,0$ cm como indicativos de insuficiência de convergência (61).



Figura 2: Teste de Convergência Ocular (TCO)

Sintomas de insuficiência de convergência

O questionário CISS, é composta por 15 itens, organizados em uma escala do tipo Likert de cinco pontos, nos quais cada questão investiga sintomas específicos, como fadiga ocular, cefaleia, dificuldades de leitura e visão dupla (17). A interpretação dos escores segue critérios bem estabelecidos: 0 a 10 pontos indicam visão binocular normal; 11 a 36 pontos sugerem suspeita de insuficiência de convergência; e ≥ 37 pontos confirmam diagnóstico positivo de ICO. Esse padrão de interpretação tem sido amplamente utilizado em pesquisas clínicas e na prática assistencial como marcador de referência para disfunções binocular-acomodativas (62).

Nível de atividade física

O nível de atividade física (ANEXO III) será mensurado por meio do *International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)*, versão adaptada e validada para a população idosa no Brasil (63). O instrumento contempla cinco domínios de atividade: trabalho, deslocamento, tarefas domésticas, lazer e exercícios físicos (incluindo esportes), além do tempo em posição sentada. Em cada seção, são registrados os dias da semana e a duração, em minutos, dedicados às atividades.

A classificação dos resultados seguirá critérios estabelecidos: indivíduos serão considerados ativos quando acumularem pelo menos 150 minutos semanais de atividade física de intensidade moderada ou vigorosa; já aqueles que não realizarem pelo menos 10 minutos contínuos de atividade ao longo da semana serão classificados como sedentários.

Timed Up and Go (TUG)

O teste Timed Up and Go (TUG) foi utilizado para avaliar a mobilidade funcional dos participantes (Alexandre et al., 2012). Esse protocolo mensura o tempo necessário para que o indivíduo realize a seguinte sequência de tarefas: levantar-se de uma cadeira padrão com apoio de braços, caminhar três metros em ritmo confortável e seguro até um cone de referência, contorná-lo em qualquer direção, retornar pelo mesmo trajeto e sentar-se novamente, encostando as costas no encosto da cadeira.

Os participantes iniciaram o teste sentados, com os pés apoiados no chão e ambos os braços apoiados nos descansos laterais da cadeira. O uso de dispositivos auxiliares de marcha foi permitido, caso necessário. Para garantir a compreensão da tarefa, cada participante realizou

uma tentativa de prática antes da execução formal do teste. Na fase de avaliação, foram realizadas duas tentativas cronometradas, com o tempo registrado (em segundos) desde o comando verbal “vai” até o momento em que o participante retornava à posição inicial, com as costas apoiadas no encosto. O menor tempo obtido entre as duas tentativas foi considerado para análise, sendo que valores mais baixos indicaram melhor desempenho funcional.

Estabilometria

A estabilometria foi utilizada com o objetivo de verificar os efeitos do no controle postural nos participantes que receberam treinamento (GE) bem como os pacientes que não receberam (GC). A estabilometria foi realizada antes da alocação e repetido novavente após o período de 5 semanas. Para essa tarefa, foi utilizada uma plataforma de força (BIOMECH 400 v1.1, EMG System Ltda®, Brasil), composta por quatro células de carga, com dimensões de 1 m x 1 m e frequência de amostragem de 100 Hz.

Os participantes foram submetidos a quatro condições experimentais, cada uma repetida três vezes, antes do início do programa de treinamento físico (23). As condições consistiram em: posição ortostática com olhos abertos (OA), mantendo o olhar fixo em um alvo circular de 5 cm localizado a 2 m de distância; posição ortostática com olhos fechados (OF), posição ortostática com olhos abertos e unipodalidade da perna direita (OAPD) e unipodalidade da perna esquerda (OAPE),. Em todas as condições, os participantes permaneceram descalços, com braços ao longo do corpo, buscando manter a postura ereta e estável durante a coleta.

A análise do controle postural foi realizada a partir dos deslocamentos do centro de pressão (CoP) nas direções ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML). Os dados do CoP foram filtrados por meio de um filtro Butterworth passa-baixa de 10 Hz, sendo que os 10 segundos iniciais de cada coleta foram desconsiderados, a fim de minimizar os efeitos de adaptação postural. A oscilação corporal foi quantificada considerando três parâmetros principais: a área de oscilação do CoP, como indicador da magnitude dos deslocamentos; a velocidade média de oscilação (cm/s), obtida a partir da distância total percorrida dividida pelo tempo de coleta, nas direções AP e ML (64); e a frequência de oscilação (Hz), definida pela banda espectral correspondente a 80% da potência total (65). Esses indicadores permitiram avaliar a eficiência do controle postural em diferentes condições sensoriais.



Figura 3: Teste de controle postural sobre uma plataforma de força.

4.11. Tratamento

Terapia oculomotora

A terapia oculomotora foi desenvolvida com base no Convergence Insufficiency Treatment Trial (CITT, 2008) e adaptada para aplicação clínica em indivíduos com insuficiência de convergência. Os procedimentos são organizados progressivamente, do mais simples ao mais complexo, contemplando os exercícios: Cordão de Brock, Cartela de Barrilles, Carta Salva-Vidas e Círculos Excêntricos. Ao final de cada sessão, é realizado um protocolo breve de relaxamento ocular.

1) Cordão de Brock:

O Cordão de Brock é uma ferramenta clássica para o treinamento de convergência. O participante segura uma ponta de uma corda com duas contas coloridas colocadas a distâncias diferentes do nariz. A tarefa envolve fixar o olhar em cada conta sequencialmente, enquanto observa a formação de linhas que se cruzam ou um padrão em "X". Esse feedback visual permite que o participante ajuste a convergência ocular voluntariamente, promovendo o alinhamento dos eixos visuais e melhorando a fusão binocular (52,54,66).

Procedimento – Nível 1:

- Utiliza-se 1 m de barbante com duas esferas de mesmo tamanho.
- O sujeito mantém o barbante contra a ponta do nariz, com uma esfera verde a 30 cm e uma vermelha a 60 cm.
- Alterna a fixação entre esferas próximas e distantes, relatando a percepção diplópica (duas imagens do alvo não fixado e cruzamento do barbante em “X”).
- Mantém a fixação em cada esfera por 5 segundos, repetindo o ciclo três vezes.
- A esfera mais próxima é progressivamente aproximada em intervalos de 5 cm até atingir 2,5 cm do nariz.

Critério de sucesso:

Capacidade de convergir de forma estável para um alvo a 2,5 cm da ponta do nariz.

Procedimento – Nível 2:

- Utiliza-se 1 m de barbante, com esferas posicionadas a 2,5 cm e 1 m.
- O sujeito inicia fixando o alvo mais distante (1 m), avançando gradualmente até a esfera a 2,5 cm.
- Após alcançar convergência máxima, realiza divergência progressiva até 1 m.
- São realizadas 20 repetições. Posteriormente, o exercício é repetido sem esferas, apenas guiado pela percepção do “X” formado pelo barbante.

Critério de sucesso:

Convergência e divergência voluntária entre 1 m e 2,5 cm, mantendo visão única e estável.

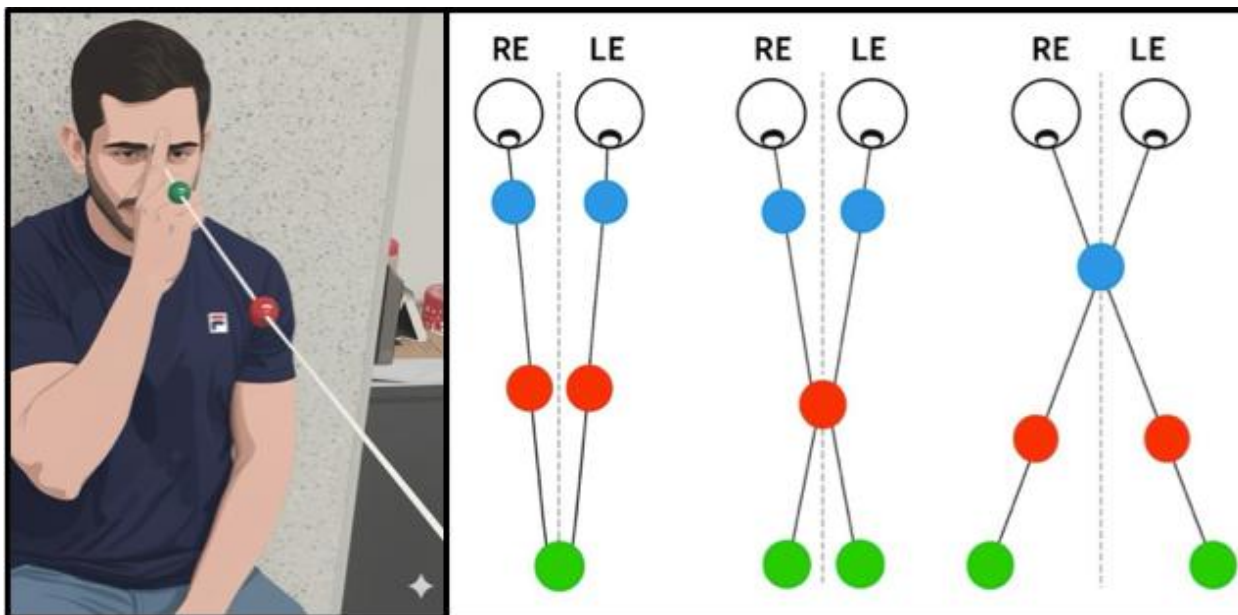


Figura 4: Exercício com Cordão de Brock para treino da convergência ocular (fonte do próprio autor).

2) Cartela de Barrilles:

As cartas barril consistem em um arranjo vertical de círculos coloridos de tamanho crescente. O participante segura a carta contra o nariz e tenta se concentrar em círculos individuais, mantendo a visão única. O terapeuta pode mover a carta para frente ou para trás, estimulando tanto a convergência quanto a divergência sustentada. Este exercício ajuda a treinar a capacidade de manter a fusão sob demandas variadas.

Objetivo:

Favorecer a consciência sensorial de convergência/divergência, desenvolver a fusão binocular e melhorar o NPC.

Procedimento:

- O sujeito posiciona a cartela contra a ponta do nariz, mantendo o menor ponto voltado para próximo.
- Alterna a fixação entre os três pontos (distante, intermediário e próximo), mantendo cada fusão por 5 segundos.
- Realiza 10 repetições de alternância sequencial.

- **Critério de sucesso:**

Capacidade de fundir cada ponto em até 3 segundos e sustentar a fusão por pelo menos 5 segundos.



Figura 5: Exercício com Cartela de Barrilles para treino de fusão binocular.

3) Carta Salva-Vidas:

Esta técnica envolve cartões com padrões de anéis concêntricos, semelhantes a "salva-vidas", cada um com um furo central. O participante fixa o olhar através do furo enquanto o cartão é movido lentamente em direção ao nariz ou para longe dele. Isso promove a convergência dinâmica e aprimora a capacidade de aproximação ao ponto de convergência (NPC), envolvendo os olhos em tarefas contínuas de alinhamento.

Objetivo:

Ampliar a capacidade de convergência sem esforço, com ênfase na fusão sensorial.

Procedimento:

- O sujeito segura a carta a 40 cm do nariz e posiciona a ponta de um lápis entre os dois círculos mais próximos.
- Mantém a fixação na ponta do lápis enquanto aproxima lentamente o objeto em direção ao nariz.
- Durante o movimento, deve perceber a formação de um terceiro círculo central (resultado da fusão do verde e do vermelho).
- Sustenta a percepção clara desse círculo por 10 segundos, primeiro com auxílio do lápis e depois sem o objeto.
- O procedimento é repetido em cada nível de círculos da carta, até o topo.

Critério de sucesso:

Manter o terceiro círculo central claro e único por pelo menos 5 segundos em cada nível, sem auxílio do lápis.

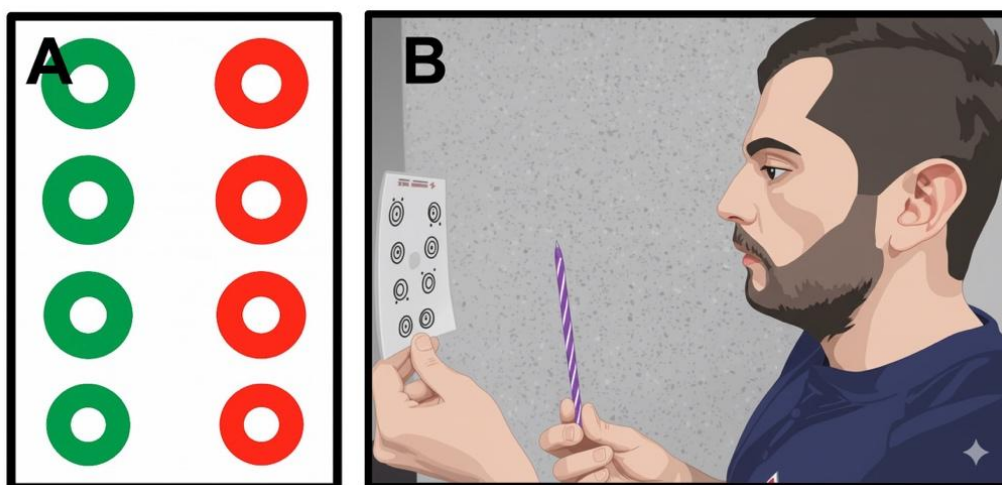


Figura 6: Exercício com Carta Salva-Vidas para treino de convergência com fusão sensorial.

4) Círculos Excêntricos:

O exercício com círculos excêntricos visa aprimorar a fusão binocular e ampliar a amplitude fusional positiva. O participante posiciona dois cartões com círculos alinhados à frente dos olhos, a cerca de 40 cm de distância. Inicialmente, ele tenta voluntariamente cruzar os olhos até visualizar três conjuntos de círculos, concentrando-se no conjunto central. Caso não consiga a fusão espontaneamente, o terapeuta utiliza um ponteiro para indicar o ponto de

convergência ideal. Uma vez alcançada a fusão, o sujeito deve descrevê-la e manter o foco por 5 segundos. Em seguida, desvia o olhar e tenta recuperar a fusão, repetindo esse ciclo por 10 vezes. O processo é então reiniciado com os cartões ligeiramente separados (1 cm), para promover uma maior demanda de convergência. O exercício reforça a estabilidade da fusão visual e a habilidade de alternar rapidamente o foco binocular, contribuindo para a reabilitação de disfunções vergenciais.

Objetivo:

Expandir a amplitude fusional positiva, aumentando a estabilidade da convergência.

Procedimento:

- São utilizados pares de cartões com círculos excêntricos (opacos e transparentes), posicionados a 40 cm.
- O exercício inicia com os cartões sobrepostos (letra “A” em contato).
- O sujeito cruza os olhos até visualizar três conjuntos de círculos, concentrando-se apenas no conjunto central.
- O terapeuta pode utilizar um ponteiro para guiar o ponto de convergência.
- Uma vez obtida a fusão, o sujeito mantém a fixação por 5 segundos, desvia brevemente o olhar e retorna, repetindo 10 vezes.
- Progressivamente, os cartões são afastados em intervalos de 1 cm até atingir 12 cm de separação.
-

Critério de sucesso:

Manter fusão estável mesmo com separação de até 12 cm entre os cartões.



Figura 7: Exercício com Círculos Excêntricos para aumento da amplitude fusional positiva.

5) Relaxamento Ocular: Esse exercício tem como objetivo, promover redução da fadiga ocular ao final da sessão e favorecer o relaxamento do sistema visual.

Procedimento:

- O sujeito aquece as mãos por fricção e as posiciona em concha sobre os olhos fechados.
- Realiza respiração diafragmática lenta por 1 minuto.
- Executa movimentos oculares (para cima/baixo, laterais e circulares) duas vezes em cada direção.
- Mantém os olhos fechados por 10 segundos adicionais antes de finalizar.

Critério de sucesso:

Relato subjetivo de relaxamento ocular e redução da tensão visual.



Figura 8: Exercício de relaxamento ocular após a terapia oculomotora. (Fonte: Próprios autores).

4.12. Intervenção

Os participantes alocados no GE receberam o protocolo de tratamento para ICO, conforme descrito no item 4.4, aplicado com frequência semanal, totalizando cinco sessões consecutivas, distribuídas ao longo do período de intervenção, conforme delineado na linha do tempo apresentada na Figura 8. Os exercícios incluíram atividades estruturadas de terapia visual voltadas ao treinamento da vergência e coordenação oculomotora, seguindo progressão terapêutica previamente padronizada.

Os participantes do GC não foram submetidos a qualquer intervenção específica para ICO durante o período experimental, tampouco a procedimentos complementares relacionados

ao treinamento oculomotor, atuando como grupo comparativo para análise dos efeitos do protocolo.

Todas as sessões terapêuticas foram conduzidas por dois fisioterapeutas capacitados, ambos com experiência clínica na área de reabilitação visual e motora, garantindo padronização dos procedimentos, replicabilidade e controle de viés de aplicador.

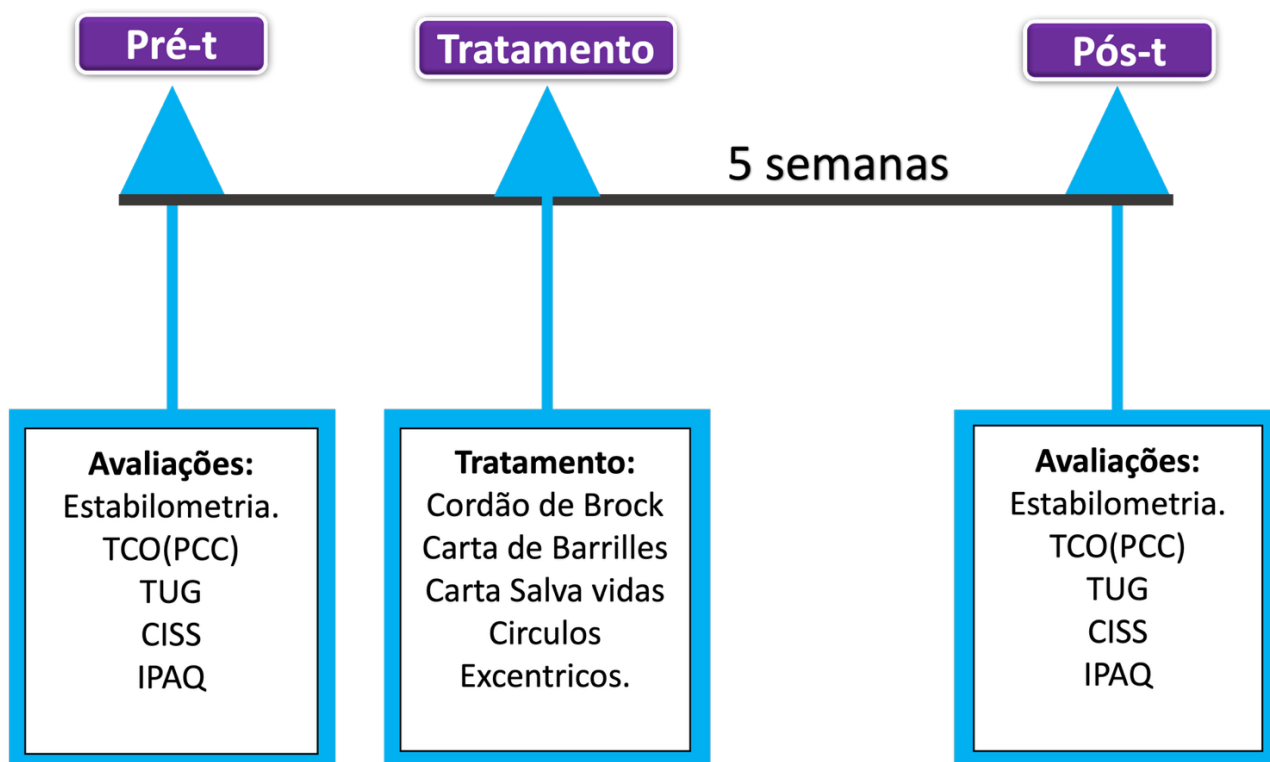


Figura 9: Linha do tempo do protocolo de intervenção aplicado durante 5 semanas. No momento **Pré-t**, ambos os grupos foram submetidos às avaliações iniciais (TCO/PPC, estabilometria em plataforma de força, TUG, CISS e IPAQ). Somente o **Grupo Experimental (GE)** realizou o programa de terapia visual, composto por exercícios com Cordão de Brock, Carta de Parrillos, Carta “Salva-Vidas” e Círculos Excêntricos. Ao término do período, no momento **Pós-t**, os mesmos instrumentos foram reaplicados em ambos os grupos para comparação intra e intergrupos.

Ao término do estudo, os participantes que não apresentaram melhora clínica ou que demonstraram necessidade de continuidade de acompanhamento foram encaminhados para tratamento complementar convencional, oferecido conforme disponibilidade institucional, assegurando a manutenção do cuidado.

4.13. Análise estatística

A normalidade da distribuição das variáveis demográficas (idade, peso corporal, índice de massa corporal e nível de atividade física) foram verificadas por meio do teste de Shapiro–Wilk. As variáveis que não apresentaram distribuição normal (idade, IMC e IPAQ) foram comparadas entre os grupos pelo teste de Mann–Whitney. Para a variável peso corporal, que apresentou distribuição normal, foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes.

Para as variáveis clínicas e funcionais (CISS, PPC e TUG) e controle postural (olho aberto, olho fechado, unipodal direito e unipodal esquerdo) foi aplicada uma ANOVA de medidas repetidas de dois fatores, considerando **grupo** (controle vs. tratamento) como fator entre sujeitos e **tempo** (pré vs. pós-intervenção) como fator intra-sujeitos. Para as interações significativas foi utilizado teste post hoc de Bonferroni para comparações múltiplas. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$

5 RESULTADOS

Os resultados desse estudo foram submetidos em forma de artigo para revista Clinical Rehabilitation. Os comprovantes da submissão encontram-se abaixo:

Submitted to

Clinical Rehabilitation

Manuscript ID

CRE-2025-17846

Title

Effect of Oculomotor Training on Visual Symptoms, Ocular Convergence, Functional Mobility, and Postural Control in Individuals with Convergence Insufficiency: A Randomized, Blinded Clinical Trial

Authors

dos Santos , Luis
Biasotto-Gonzalez , Daniela
Politti, Fabiano

Date Submitted

30-Nov-2025

Clinical Rehabilitation - Manuscript ID CRE-2025-17846 successfully submitted

1 mensagem

Clinical Rehabilitation <onbehalf@manuscriptcentral.com>

1 de dezembro de 2025 às 00:19

Responder a: avril.drummond@nottingham.ac.uk

Para: edurosadossantos@uni9.edu.br, dani_atm@uni9.pro.br, fabianopolitti@gmail.com

30-Nov-2025

Dear Fabiano Politti,

Thank you for submitting your paper, "Effect of Oculomotor Training on Visual Symptoms, Ocular Convergence, Functional Mobility, and Postural Control in Individuals with Convergence Insufficiency: A Randomized, Blinded Clinical Trial". to Clinical Rehabilitation. It will first be reviewed by the Editor in Chief. The Editor in chief will then decide on the next step.

The attached documents, "Editorial process after submission" and "Editorial process pathways", show the various decisions that may be made, and the possible pathways your paper may follow. We recommend that you download these documents and save them with your other files relating to this paper.

Please note that whenever you email the journal, you must use your paper's registration number, CRE-2025-17846. At present the email to use is clinical.rehabilitation@sagepub.co.uk but, once your paper has been assigned to an editor you should use the email given.

Yours,

Editor-in-Chief
Clinical Rehabilitation

Follow the journal, Clinical Rehabilitation on Twitter: @ClinicalRehab

email: clinical.rehabilitation@sagepub.co.uk

Artigo 1: Ensaio Clínico

EFEITO DO TREINAMENTO OCULOMOTOR NO CONTROLE POSTURAL DE INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA VISUAL: ENSAIO CLÍNICO, RANDOMIZADO, CEGO.

Luis Eduardo Peixoto Rosa dos Santos ^a, Flávia Giovanetti Yázigi ^b, Alisson Monteiro de Freitas ^a, Gustavo Lima Barros ^a, Daniela Aparecida Biasotto-Gonzalez ^a, Fabiano Politti^{a*}.

^a Physical Therapy Departament, Universidade Nove de Julho, Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences, São Paulo, Brazil.

^b Faculdade de Motricidade Humana – Universidade de Lisboa, Portugal.

*Corresponding author: E-mail: fabianopolitti@gmail.com;politti@uni9.pro.br;

RESUMO

Introdução: A insuficiência de convergência ocular (ICO) é uma disfunção binocular caracterizada pela dificuldade de alinhar os olhos durante atividades de visão próxima, resultando em sintomas como diplopia, fadiga ocular e prejuízo em tarefas que exigem foco visual prolongado. Além dos impactos visuais, estudos apontaram que a ICO pode interferir no controle postural e funcional, contribuindo para instabilidade e maior risco de quedas. Essas repercussões reforçaram a necessidade de investigações que explorem a relação entre distúrbios de vergência e parâmetros motores, com vistas a estratégias de reabilitação mais integradas.

Objetivo: Este estudo teve como objetivo analisar os efeitos da terapia oculomotora no controle postural de indivíduos com ICO, bem como sua influência sobre a capacidade física e funcional.

Materiais e Métodos: Tratou-se de um ensaio clínico randomizado, cego, realizado em duas fases: avaliação e intervenção. Foram incluídos 24 participantes com diagnóstico de ICO, entre 18 e 59 anos, fisicamente ativos e independentes, sem distúrbios vestibulares ou neurológicos. As avaliações incluíram o questionário Convergence Insufficiency Symptom Survey (CISS), o Teste de Convergência Ocular (TCO), testes de estabilometria, o teste Timed Up and Go (TUG) e o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). Os participantes foram divididos

em Grupo Experimental (GE), submetido a cinco sessões de terapia oculomotora, e Grupo Controle (GC), que não recebeu intervenção. As avaliações foram realizadas antes e após o protocolo terapêutico. Os dados foram analisados estatisticamente com nível de significância de 5%. **Resultados:** Os participantes do GE apresentaram redução significativa dos sintomas visuais (CISS), melhora da convergência ocular (TCO) e redução do tempo no TUG, indicando ganhos na mobilidade funcional. No entanto, não foram observadas alterações significativas nos parâmetros estabilométricos sob nenhuma das condições testadas (olhos abertos, olhos fechados, apoio unipodal). Já o GC não apresentou mudanças relevantes em nenhum dos desfechos avaliados. **Conclusão:** A terapia oculomotora mostrou-se eficaz na melhora dos sintomas visuais e da função motora em indivíduos com ICO, especialmente no desempenho funcional medido pelo TUG. Embora não tenha havido impacto significativo sobre o controle postural estático, os resultados sugerem que a terapia visual pode beneficiar aspectos motores associados à função visual. Os achados sustentam a importância da integração de abordagens ortópticas na reabilitação de pacientes com ICO.

Palavras-chave: Insuficiência de Convergência, Ensaios Clínicos, Terapia Oculomotora, Fisioterapia

1. Introdução:

A insuficiência de convergência ocular (ICO) é uma disfunção da visão binocular caracterizada pela dificuldade em manter a fusão dos olhos, principalmente durante a execução de tarefas que exigem uma visão de perto (visão próxima). A ICO tem como sintomas a fadiga ocular (asthenopia), visão dupla (diplopia) e dor de cabeça (cefaleia). (52). A ICO também pode acarretar em um grande impacto na funcionalidade, pois tarefas como a leitura e trabalho em tela são bastante exigentes nas tarefas de convergência e acomodação dos olhos (16,67). No âmbito global, a ICO é uma das disfunções da visão binocular mais comuns entre adultos jovens e crianças. Embora, a sua prevalência apresente variações devido aos seus distintos critérios de avaliação da doença. (16).

A visão binocular, e em particular os mecanismos da vergência visual, exerce uma função importante no controle postural. Isso é devido ao fato que, a entrada de informação visual fornece ao sistema nervoso central (SNC) informações sobre o ambiente. Desta forma, a visão é capaz de atuar em conjunto com outros sistemas responsáveis pelo controle postural,

ajustando a posição corporal em relação às necessidades do ambiente (40). Nos indivíduos mais jovens que possuem disfunções de vergência, entre elas a ICO, as alterações na estabilidade postural, como o aumento da oscilação corporal ou a dificuldade em manter a postura sob condições sensoriais mais desafiadoras, são comumente observadas (35). Porém essa junção entre função oculomotora e controle postural, embora logicamente aceita e plausível, ainda permanece pouco explorada na literatura de ensaios clínicos em adultos com ICO.

Considerando a alta demanda por controle postural e da postura ereta, seja ela, estática ou dinâmica e, considerando também o fato de que o sistema visual é um dos principais pilares da regulação postural (5,32), torna-se bastante plausível a ideia de que a ICO e outros distúrbios da vergência possam atuar como um fator, ainda bastante subestimado, na instabilidade postural (68). Além disso, intervenções que visam a visão binocular podem ter implicações além da redução sintomática visual, podendo contribuir para a melhoria da mobilidade funcional e da segurança do indivíduo(67).

Apesar da grande relevância clínica da insuficiência de convergência, a maior parte das intervenções permanece focada no âmbito da ortóptica, com ênfase na restauração da convergência visual e a fusão binocular para, assim, reduzir sintomas visuais (16). Entretanto, as estratégias que visam a promoção de efeitos funcionais mais amplos, em especial, que visam uma maior estabilidade postural, bem como, as melhoras no desempenho motor ainda não estão claramente estabelecidas(69). **Por tanto, este estudo teve como objetivo investigar os efeitos de um programa de treinamento oculomotor sobre a convergência e o equilíbrio postural em adultos com ICO. (70).**

2. . MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Desenho do Estudo

Este estudo constitui um ensaio clínico controlado e randomizado, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (protocolo CAEE: 79397224.2.0000.5511). Todos os participantes foram informados previamente sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e, após esclarecimentos, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes de iniciarem qualquer etapa da avaliação. O

delineamento geral do estudo encontra-se ilustrado na Figura 1. Este protocolo foi registrado na plataforma ClinicalTrials.gov sob o identificador NCT07036263.

2.2 Cálculo Amostral

O cálculo do tamanho amostral foi realizado considerando uma diferença clinicamente significativa de 3,0 segundos no teste Timed Up and Go (TUG) entre os grupos experimental e controle, com desvio padrão estimado de 2,5 segundos. Como não foram encontrados estudos que descrevessem especificamente uma diferença clinicamente relevante no desempenho do TUG em indivíduos com insuficiência de convergência, a estimativa adotada baseou-se em pesquisas realizadas com populações que apresentam déficits funcionais comparáveis, como indivíduos com distúrbios leves de equilíbrio ou alterações na integração sensorial (71,72). Utilizou-se um nível alfa bicaudal de 0,05 e um poder estatístico de 95%, resultando em um tamanho amostral necessário de 20 participantes por grupo. Considerando uma taxa potencial de desistência de 20%, o tamanho amostral final foi ajustado para 24 participantes por grupo, totalizando 48 indivíduos no estudo.

2.3 Participantes

Um total de 48 participantes da comunidade local, com idades entre 18 e 59 anos, foi recrutado para este estudo. Todos os participantes apresentaram diagnóstico clínico de insuficiência de convergência ocular (ICO), confirmado por avaliação oftalmológica. O recrutamento foi realizado por meio de ações de divulgação comunitária e encaminhamentos clínicos.

Critérios de Inclusão e Exclusão

Para serem incluídos no estudo, os participantes deveriam atender aos seguintes critérios: diagnóstico confirmado de insuficiência de convergência (IC), capacidade física para realizar o protocolo de exercícios oculomotores, ausência de disfunção vestibular ativa (27,71,72). A inexistência de disfunção vestibular ativa foi confirmada por meio de entrevista clínica estruturada e procedimentos de triagem específicos.

Foram excluídos indivíduos que relataram sintomas vestibulares atuais (por exemplo, tontura, vertigem, oscilopsia), histórico recente (últimos 30 dias) de crise vestibular, diagnóstico de doenças neurológicas degenerativas, histórico de acidente vascular cerebral (AVC), neuropatia periférica, uso de próteses articulares, dor incapacitante que interferisse na

mobilidade, envolvimento atual em terapia visual ou fisioterapia, ou qualquer condição médica que impedisse a execução dos exercícios prescritos.

Após a triagem, os participantes foram alocados aleatoriamente em dois grupos: grupo experimental (GE, $n = 24$) ou grupo controle (GC, $n = 24$), utilizando um método de randomização simples por meio de envelopes opacos. Cada envelope foi identificado com um código de grupo (A ou B), e os voluntários escolheram um envelope no momento da alocação. Uma vez atingido o número total de participantes em um dos grupos, os demais foram automaticamente alocados no grupo restante, conforme a ordem de chegada.

2.4 Cegamento

Para garantir rigor metodológico e minimizar possíveis vieses, os procedimentos do estudo foram conduzidos por pesquisadores independentes, com responsabilidades distintas: **Avaliador 1:** Responsável pela triagem dos participantes com base nos critérios de inclusão e exclusão. **Avaliador 2:** Responsável pela aplicação dos questionários e pela avaliação clínica dos participantes antes e após o período de intervenção. **Avaliador 3:** Realizou a alocação aleatória dos participantes nos grupos experimental (GE) e controle (GC), por meio de envelopes opacos e lacrados. **Avaliador 4:** Responsável pela aplicação do protocolo de intervenção aos participantes. **Avaliador 5:** Encargado do processamento de todos os dados referentes às avaliações funcionais e da realização das análises estatísticas.

Os avaliadores 2 e 5 permaneceram cegos quanto à alocação dos participantes e ao tipo de intervenção realizada, assegurando a integridade dos processos de avaliação e análise dos desfechos.

2.5 Procedimentos de Avaliação

As avaliações foram realizadas em dois momentos distintos: linha de base (antes do início da intervenção), imediatamente após o término das cinco sessões (realizadas com frequência semanal). As características clínicas foram examinadas por um fisioterapeuta experiente em avaliação de ICO, sendo utilizado o ponto próximo de convergência (PPC) como principal marcador clínico. A sintomatologia relacionada à insuficiência de convergência foi mensurada por meio do questionário *Convergence Insufficiency Symptom Survey* (CISS), conforme validado por Tavares et al. (2014) (27).

2.6 Variáveis de Desfecho

Os desfechos primários deste estudo foram a mobilidade funcional e a capacidade de convergência ocular, avaliadas por meio do teste *Timed Up and Go* (TUG) e da mensuração do Ponto Próximo de Convergência (PPC), conforme descrito a seguir:

Teste Timed Up and Go (TUG): Esse teste foi utilizado para mensurar a mobilidade funcional dos participantes. Consiste em cronometrar o tempo (em segundos) que o indivíduo leva para se levantar de uma cadeira padrão, caminhar três metros, virar-se, retornar ao ponto de partida e sentar-se novamente. O TUG é um instrumento amplamente validado e confiável para a avaliação do equilíbrio dinâmico, mobilidade funcional e risco de quedas. Menores tempos de execução indicam melhor desempenho funcional.

Teste do Ponto Próximo de Convergência (PPC): A convergência ocular foi avaliada por meio da mensuração do PPC, utilizando um compasso de medição com braço deslizante calibrado. O instrumento foi posicionado na margem orbital temporal e deslocado lentamente em direção ao nariz do participante, permanecendo alinhado ao nível dos olhos. A distância em que ocorre a perda da convergência ocular foi registrada, sendo interpretada segundo os seguintes critérios: 3,0–4,0 cm: convergência normal; 4,1–6,9 cm: convergência suficiente; e $\geq 7,0$ cm: insuficiência de convergência (73–75).

2.7 Desfechos Secundários

Sintomas de Insuficiência de Convergência (CISS): O *Convergence Insufficiency Symptom Survey* (CISS) é um instrumento validado e confiável, desenvolvido pelo *Convergence Insufficiency Treatment Trial*. É reconhecido como a primeira ferramenta padronizada aprovada para quantificar a frequência e a intensidade dos sintomas associados à insuficiência de convergência (ICO) e outras disfunções binoculares ou acomodativas. O questionário é composto por 15 itens avaliados em uma escala do tipo Likert de cinco pontos, cada um investigando um sintoma específico. Apresenta robustas propriedades psicométricas, permitindo a identificação clara da gravidade sintomática. A interpretação dos escores segue os seguintes critérios: 0 a 10 pontos – visão binocular normal; 11 a 36 pontos – suspeita de ICO; 37 a 60 pontos – ICO confirmada(26).

Controle Postural (Estabilometria): O controle postural foi analisado por meio de uma plataforma de força (Biomec-400, EMG System do Brasil®). A coleta dos dados estabilométricos foi realizada durante a postura ortostática por 60 segundos, sob duas condições

visuais: olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF), além da postura unipodal com tempo máximo de 30 segundos. Cada condição foi repetida em três tentativas, com intervalo de um minuto entre elas. Durante os intervalos, os participantes permaneceram sentados para evitar fadiga. Os dados incluirão deslocamento do centro de pressão (CoP) e parâmetros de oscilação, com o objetivo de analisar a estabilidade postural frente a diferentes estímulos sensoriais (76).

2.8 Intervenções

O grupo experimental (GE) recebeu a terapia oculomotora, enquanto o grupo controle (GC) não recebeu nenhuma intervenção. Após a conclusão do estudo, o grupo tratado, o grupo controle foi convidado a receber a mesma terapia oculomotora que o GE.

Cada sessão de terapia oculomotora foi conduzida seguindo protocolos estruturados baseados em técnicas consolidadas de reabilitação da visão binocular, com níveis progressivos de dificuldade de acordo com o desempenho individual dos participantes. Os exercícios foram elaborados para estimular a convergência, promover o alinhamento ocular e otimizar a fusão binocular, sendo adaptados às características clínicas de cada indivíduo com IC.

Exercício com Cordão de Brock

O cordão de Brock é uma ferramenta clássica utilizada para o treino de convergência. O participante segura uma das extremidades do cordão, no qual duas esferas coloridas eram posicionadas a diferentes distâncias do nariz. A tarefa consiste em fixar alternadamente cada esfera, observando a formação de linhas que se cruzam ou o padrão em “X”. Essa retroalimentação visual permitia ajustar voluntariamente a convergência ocular, favorecendo o alinhamento dos eixos visuais e a melhora da fusão binocular (77).

Exercício com Cartas de Barrilles

As cartas de Barrilles possuem círculos coloridos organizados verticalmente em tamanhos crescentes. O participante posiciona o cartão contra o nariz e tentava fixar cada círculo individualmente, mantendo a visão única. O terapeuta pode aproximar ou afastar o cartão para estimular a convergência mantida ou a divergência, treinando a capacidade de sustentar a fusão em diferentes demandas.

Carta Salva-Vidas (Treino Dinâmico de Convergência)

Utilizando cartões com anéis concêntricos semelhantes a “salva-vidas”, cada qual com um orifício central, o participante fixa o olhar através do círculo enquanto o cartão é movido

lentamente em direção ou afastado do nariz. Esse exercício favorece a convergência dinâmica e amplia a capacidade funcional do ponto próximo de convergência (PPC), exigindo ajustes constantes de alinhamento visual.

Exercícios de Sacádicos e Perseguição Ocular

Essas atividades focaram na precisão e coordenação dos movimentos oculares. Os participantes **realizavam** movimentos de perseguição horizontal, vertical e diagonal, bem como saltos sacádicos entre alvos fixos. Tais exercícios reforçaram a coordenação binocular e a estabilidade visual.

Pencil Push-Up (Modificado)

Na versão adaptada desse exercício, o participante alterna a fixação entre um alvo próximo (um lápis posicionado diante do nariz) e um ponto fixo distante. A tarefa reforçava simultaneamente acomodação e convergência, fortalecendo os mecanismos de fixação próxima e promovendo visão binocular única.

Estrutura e Progressão das Sessões

Cada exercício foi executado em séries com duração de 1 a 3 minutos, repetidas de 5 a 10 vezes por sessão, com breves intervalos de descanso para evitar fadiga. As progressões foram individualizadas e os participantes avançavam para versões mais complexas conforme demonstravam melhora da convergência e maior conforto subjetivo. Durante as sessões, foram documentados parâmetros clínicos como: distância do PPC, ocorrência de diplopia e tolerância às tarefas propostas.

Justificativa da Intervenção

A terapia de convergência é amplamente respaldada pela literatura científica como uma intervenção eficaz para melhorar indicadores clínicos de insuficiência de convergência (22). As técnicas utilizadas neste protocolo são baseadas em evidências {Citation} e visam atuar tanto sobre os componentes motores quanto sensoriais da visão binocular, promovendo ajustes vergenciais adaptativos e redução significativa da sintomatologia.

2.9 Parâmetros Estabilométricos

Para avaliar a oscilação postural, foram analisados os deslocamentos do centro de pressão (CoP) nas direções ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML). Os sinais de CoP foram previamente filtrados utilizando um filtro Butterworth passa-baixa de 10 Hz, conforme recomendado por Ruhe et al. (76), com o objetivo de eliminar ruídos de alta frequência e preservar informações relevantes para a análise do equilíbrio. Três parâmetros estabilométricos amplamente utilizados foram calculados para caracterizar o controle postural:

Área de Oscilação (cm²): A área total de oscilação foi estimada por meio do ajuste de uma elipse que engloba 95% da trajetória do CoP no plano AP × ML, seguindo o método descrito por Oliveira et al. (1996). Esse parâmetro reflete a magnitude global da oscilação corporal. (revisar se vai apagar)

Velocidade Média (cm/s): A velocidade média de deslocamento do CoP nas direções AP e ML foi obtida dividindo-se a distância total percorrida pelo tempo de cada tentativa. Esse indicador fornece informações sobre o esforço de controle e a responsividade do sistema postural (76).

Frequência de Oscilação (Hz): A frequência de oscilação foi determinada a partir da identificação do limiar de frequência abaixo do qual se concentra 80% da potência espectral do CoP. O procedimento segue o método proposto por Baratto et al. (65), considerado mais sensível que parâmetros espectrais tradicionais para distinguir características de estabilidade postural. (revisar se vai apagar)

2.10 Análise estatística

A normalidade da distribuição das variáveis demográficas (idade, peso corporal, índice de massa corporal e nível de atividade física) foram verificadas por meio do teste de Shapiro–Wilk. As variáveis que não apresentaram distribuição normal (idade, IMC e IPAQ) foram comparadas entre os grupos pelo teste de Mann–Whitney. Para a variável peso corporal, que apresentou distribuição normal, foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes.

Para as variáveis clínicas e funcionais (CISS, PPC e TUG) e controle postural (olho aberto, olho fechado, unipodal direito e unipodal esquerdo) foi aplicada uma ANOVA de medidas repetidas de dois fatores, considerando grupo (controle vs. tratamento) como fator entre sujeitos e tempo (pré vs. pós-intervenção) como fator intra-sujeitos. Para as interações

significativas foi utilizado teste post hoc de Bonferroni para comparações múltiplas. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

3. Resultados

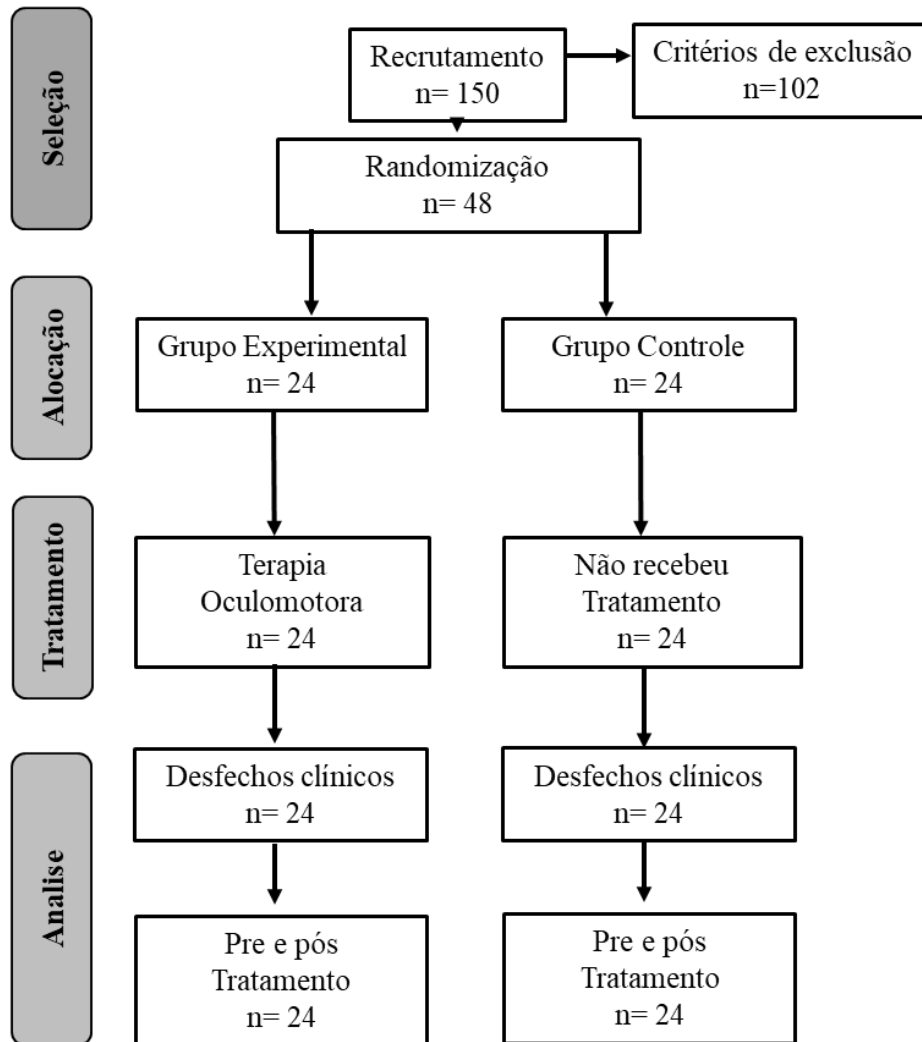


Figura 10: Fluxograma do estudo (CONSORT, 2025)

3.1 Características dos participantes

As variáveis demográficas idade, peso corporal, índice de massa corporal (IMC) e nível de atividade física (IPAQ) foram comparadas entre o grupo controle e o grupo tratamento. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para idade (Controle: $32,56 \pm 9,48$ vs. Tratamento: $34,78 \pm 10,06$; $p = 0,381$), peso corporal (Controle: $83,85 \pm 21,64$ vs. Tratamento: $76,48 \pm 11,12$; $p = 0,122$), IMC (Controle: $32,87 \pm 6,51$ vs.

Tratamento: $30,46 \pm 4,96$; $p = 0,307$) e IPAQ (Controle: $521,66 \pm 372,62$ vs. Tratamento: $495,74 \pm 482,23$; $p = 0,368$), indicando homogeneidade entre os grupos na linha de base.

Tabela 1. Média e desvio-padrão (DP) das características demográficas e nível de atividade física dos participantes dos grupos controle e tratamento na linha de base.

Variável	Grupo Controle	Grupo Tratamento	p-valor
	(média $\pm$ DP)	(média $\pm$ DP)	
Idade (anos)	$32,56 \pm 9,48$	$34,78 \pm 10,06$	0,38
Peso (kg)	$83,85 \pm 21,64$	$76,48 \pm 11,12$	0,12*
IMC (kg/m ²)	$32,87 \pm 6,51$	$30,46 \pm 4,96$	0,30
IPAC (min)	$521,66 \pm 372,62$	$495,74 \pm 482,23$	0,36

*Teste *t* independente.

3.2 Desfechos clínicos

Considerando que apenas o grupo tratamento recebeu intervenção, os resultados indicam que o tratamento foi eficaz na redução dos sintomas visuais verificados pelo CISS ($F = 8,52$; $p = 0,006$; $\eta^2p = 0,17$) e na melhora da convergência ocular medida pelo PPC ($F = 6,47$; $p = 0,014$; $\eta^2p = 0,13$). Esses resultados também foram observados melhora no desempenho funcional avaliado pelo TUG ($F = 5,21$; $p = 0,026$; $\eta^2p = 0,10$). A análise pós-hoc com correção de Bonferroni demonstrou que o Grupo tratamento apresentou redução significativa no CISS ($p < 0,001$) no TUG ($p = 0,004$) e PPC após a intervenção ($p < 0,001$).

Tabela 2. Média e desvio padrão (DP) dos efeitos da intervenção sobre os desfechos clínicos CISS, ponto próximo de convergência (PPC) e Timed Up and Go (TUG) nos grupos tratamento e controle antes (pré) e após (pós) a intervenção.

Condição	Grupo	ANOVA				
		Tratamento		Interação entre grupos		
		Pré	Pós	F	p	η^2p
CISS	Treatment	26.04 ± 11.90	17.15 ± 9.70	8.52	0.006	0.17

	Control	22.63 ± 8.70	17.93 ± 7.20			
	Treatment	8.47 ± 2.88	4.41 ± 2.15			
PPC (cm)	Control	6.85 ± 1.93	6.83 ± 2.01	6.47	0.014	0.13
	Treatment	6.29 ± 1.29	5.58 ± 0.98	5.21	0.026	0.10
TUG (s)	Control	5.43 ± 0.81	5.68 ± 0.69			

η^2p : Eta squared.

3.3 Controle postural

Na análise do controle postural por meio da variável velocidade de oscilação a ANOVA não revelou efeito significativo da interação grupo vs tempo para nenhuma das condições analisadas: olho aberto ($p = 0,944$), olho fechado ($p = 0,912$), apoio unipodal direito ($p = 0,952$) e apoio unipodal esquerdo ($p = 0,907$) (Tabela 3). Também não foram observados efeitos principais significativos para os fatores grupo ou tempo isoladamente, e os tamanhos de efeito associados foram pequenos ($\eta^2 < 0,01$ em todas as condições).

Condição	Grupo	ANOVA				
		Tratamento		Interação entre grupos		
		Pré	Pós	F	p	η^2p
OA	Tratamento	1,07 ± 0,21	1,03 ± 0,22	0,89	0,35	0,12
	Controle	0,95 ± 0,18	1,04 ± 0,25			

OF	Tratamento	1,19 ± 0,28	1,14 ± 0,31	1,04	0,312	0,15
	Controle	1,02 ± 0,24	1,09 ± 0,27			
UD	Tratamento	1,12 ± 0,25	1,08 ± 0,29	0,74	0,394	0,17
	Controle	1,01 ± 0,23	1,16 ± 0,32			
UE	Tratamento	1,14 ± 0,27	1,10 ± 0,30	0,69	0,409	0,14
	Controle	1,03 ± 0,25	1,19 ± 0,34			

Tabela 3. Média e desvio padrão dos parâmetros de controle postural nas condições de olho aberto (AO), olho fechado (OF), apoio unipodal direito (AUD) e apoio unipodal esquerdo (AUE) para os grupos controle e tratamento antes (pré) e após (pós) a intervenção, bem como os resultados da ANOVA de medidas repetidas 2×2 (grupo × tempo). η^2p : Eta squared.

4. Discussão (mais curta e mais Objetiva)

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de um protocolo estruturado de terapia oculomotora sobre a função visual, o desempenho funcional e o controle postural de indivíduos com insuficiência de convergência ocular (ICO). Tais resultados demonstraram que a intervenção foi eficaz para melhorar as variáveis clínicas e funcionais relacionadas à convergência binocular, embora não tenham sido produzidas mudanças significativas no controle postural estático.

No âmbito visual, observou-se uma redução dos sintomas mensurados pelo CISS, apresentando um tamanho de efeito moderado ($\eta^2p = 0,17$). De forma semelhante, a melhora na convergência binocular, evidenciada pela redução do PPC, também mostrou interação significativa grupo-tempo e tamanho de efeito moderado ($\eta^2p = 0,13$). Tais achados confirmam que o protocolo de exercícios pode atuar diretamente sobre os déficits clínicos centrais da ICO.

Os resultados encontrados corroboram amplamente a literatura. A revisão sistemática com meta-análise de Scheiman et al. (2020)(22) demonstrou que terapias baseadas em consultório (OBVAT) aumentam substancialmente as taxas de sucesso clínico em comparação a exercícios domiciliares ou placebo. Revisões anteriores também apontam que a terapia visual é eficaz para restaurar parâmetros de convergência, consequentemente, atuando na redução

dos sintomas da ICO e em crianças e adultos (16,30,56). Ainda nesse contexto, nossos achados referentes à melhora do CISS e do PPC alinham-se diretamente com esse corpo de evidências consolidadas. É importante mencionar que o CISS, validado no Brasil (27), é sensível às alterações terapêuticas, reforçando a confiabilidade dos resultados observados.

Do ponto de vista neurofisiológico, as melhoras observadas sugerem plasticidade nos circuitos neurais responsáveis pelo controle vergencial. A literatura vem demonstrando que a terapia de convergência pode induzir adaptações nas vias neurais responsáveis pelo controle oculomotor. E estudos de neuroimagem indicam que intervenções oculomotoras podem aumentar a ativação em regiões frontais, parietais e cerebelares, correlacionando-se com a melhora clínica (78). Sendo assim, pode-se interpretar que as adaptações visuais encontradas refletem as mudanças funcionais positivas no sistema oculomotor indicando que a intervenção pode induz mudanças neurais adaptativas que sustentam o ganho de convergência. Além disso, a melhora da convergência pode refletir o alívio do esforço acomodativo e fusional, podendo levar à diminuição dos sintomas astênicos visuais como fadiga ocular e cefaleia.

O ganho funcional evidenciado pela redução do tempo no teste TUG sugere impacto positivo na integração visuomotora. A literatura mostra que déficits de acuidade visual, sensibilidade ao contraste e estereopsia (capacidade de enxergar em “três dimensões”) aumentam o risco de quedas (33,79). Assim, uma convergência mais eficiente pode ter favorecido a percepção espacial e o controle motor dinâmico, explicando o melhor desempenho no TUG (31). Esse conjunto de evidências sugere que a intervenção pode proporcionar benefícios que extrapolam o âmbito estritamente visual, alcançando aspectos funcionais da mobilidade.

Entretanto, não foram observadas mudanças significativas nos parâmetros de controle postural estático, medidos por estabilometria nas condições de bipodalidade (nas condições de olhos abertos e fechados) e apoio unipodal (com olhos abertos). Esse achado contrasta com estudos que relataram melhora do equilíbrio após exercícios de vergência (36). Uma explicação plausível para tal discrepância é que nossos participantes eram majoritariamente adultos jovens e ativos, com isso, possuindo um bom controle postural preservado inicialmente. Além disso, o equilíbrio estático depende predominantemente da integração proprioceptiva e vestibular, sistemas não estimulado pelas intervenções realizadas(34,80). A curta duração da intervenção, também pode ter sido insuficiente para que adaptações visuais se refletissem nos parâmetros estabilométricos.

Outro ponto relevante é que a influência da visão no controle postural tende a se manifestar de forma mais robusta em condições desafiadoras, como superfícies instáveis ou tarefas com dupla tarefa (33). Os testes utilizados, por serem estáticos e de baixa exigência, podem não ter captado mudanças sutis. Embora exista evidência de interação entre vergência e postura (36), tal relação não se evidenciou neste estudo. Protocolos mais longos, associados a avaliações dinâmicas, talvez, possam revelar efeitos que não foram detectados nesse presente estudo.

Limitações do Estudo (Versão original apagada e adicionado Limitações do Estudo extraído do artigo)

Este estudo apresenta limitações que devem ser consideradas. O tamanho reduzido da amostra restringe o poder estatístico e a generalização, podendo mascarar pequenos efeitos em alguns desfechos. Conforme observado pelo Grupo de Estudo CITT (2009) (81), a baixa prevalência de IC e as taxas de abandono do tratamento frequentemente dificultam o recrutamento de amostras maiores.

A curta duração da intervenção também pode ter limitado a magnitude das adaptações neurais e funcionais. Protocolos mais longos ou mais intensivos podem gerar melhorias adicionais na convergência e no desempenho funcional.

Além disso, não foi realizado acompanhamento em longo prazo para determinar se os efeitos terapêuticos foram mantidos. Estudos como o CITT-ART demonstraram que os benefícios da terapia oculomotora podem persistir por até um ano após a conclusão do tratamento(81)

5. Conclusão

A partir dos achados do presente estudo concluiu-se que a terapia oculomotora aplicada promoveu melhorias estatisticamente significativas nos sintomas da insuficiência de convergência e nas medidas clínicas relacionadas ao ponto próximo de convergência (PPC), bem como no desempenho funcional (TUG). Estes resultados reforçam a evidência de que intervenções de treinamento da vergência têm eficácia comprovada na restauração das funções visuais oriundas da ICO e, conseqüente, no alívio de seus sintomas(22). Por outro lado, não foram observadas modificações no equilíbrio postural estático, indicando que para a população avaliada neste estudo, tais terapias isoladamente não alteram o controle postural. Para estudos futuros, recomenda-se utilizar amostras maiores, por um período mais prolongado de

intervenção, incorporando acompanhamento longitudinal e incluindo avaliações posturais mais desafiadoras e dinâmicas.

Em termos clínicos, os resultados obtidos sugerem que a terapia visual, baseada em exercícios de convergência, pode ser considerada uma opção válida para a melhora da função visual e redução dos sintomas em pacientes com ICO. Já seu efeito sobre o equilíbrio postural permanece incerto, demandando investigação adicionais mais minuciosas antes de ampliação de recomendação dos benefícios do treinamento por meio de exercícios oculomotores para o controle postural em sujeitos saudáveis sedentários, ativos ou idosos.

A partir de nossas evidências, apontamos que o foco da terapia deve predominantemente permanecer nos desfechos oculomotores e funcionais, eventuais integrações e abordagens complementares podem trazer benefícios no caso deseje influenciar o equilíbrio postural.

6. Referências

1. Goodale MA, Meenan JP, Bühlhoff HH, Nicolle DA, Murphy KJ, Racicot CI. Separate neural pathways for the visual analysis of object shape in perception and prehension. *Curr Biol*. julho de 1994;4(7):604–10.
2. Goodale MA, Milner AD. Separate visual pathways for perception and action. *Trends Neurosci*. janeiro de 1992;15(1):20–5.
3. Milner AD, Goodale MA. Two visual systems re-viewed. *Neuropsychologia*. janeiro de 2008;46(3):774–85.
4. Panconi G, Sorgente V, Guarducci S, Bravi R, Minciocchi D. The Role of Visual Information Quantity in Fine Motor Performance. *J Funct Morphol Kinesiol*. 11 de dezembro de 2024;9(4):267.
5. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 1º de setembro de 2006;35(suppl_2):ii7–11.
6. Peterka RJ. Chapter 2 - Sensory integration for human balance control. Em: Day BL, Lord SR, organizadores. *Handbook of Clinical Neurology* [Internet]. Elsevier; 2018 [citado 25 de setembro de 2024]. p. 27–42. (Balance, Gait, and Falls; v. 159). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444639165000021>
7. Fracica E, Hale DE, Gold DR. A review of pursuit and saccadic eye movements and their utility in stroke. *Front Stroke*. 18 de setembro de 2023;2:1247326.

8. Horn AKE, Straka H. Functional Organization of Extraocular Motoneurons and Eye Muscles. *Annu Rev Vis Sci.* 15 de setembro de 2021;7(1):793–825.
9. Kaye G, Johnston E, Burke J, Gasson N, Marinovic W. Differential Effects of Visual and Auditory Cognitive Tasks on Smooth Pursuit Eye Movements. *Psychophysiology.* maio de 2025;62(5):e70069.
10. Ketcham CJ, Dounskaia NV, Stelmach GE. The Role of Vision in the Control of Continuous Multijoint Movements. *J Mot Behav.* janeiro de 2006;38(1):29–44.
11. Tomomitsu MSV, Alonso AC, Morimoto E, Bobbio TG, Greve JMD. Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clin Sao Paulo Braz.* abril de 2013;68(4):517–21.
12. Latif MZ, Hussain I, Afzal S, Naveed MA, Nizami R, Shakil M, et al. Impact of Refractive Errors on the Academic Performance of High School Children of Lahore. *Front Public Health.* 6 de maio de 2022;10:869294.
13. WHO WHO. World report on vision [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2019 [citado 13 de outubro de 2025]. 180 p. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-vision>
14. Burton MJ, Ramke J, Marques AP, Bourne RRA, Congdon N, Jones I, et al. The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. *Lancet Glob Health.* abril de 2021;9(4):e489–551.
15. Delfosse G, Brémond-Gignac D, Kapoula Z. Postural Patterns of the Subjects with Vergence Disorders: Impact of Orthoptic Re-education, a Pilot Study. *Br Ir Orthopt J.* 9 de outubro de 2018;14(1):64.
16. Mohamed Z, Alrasheed SH. A Systematic Review and Meta-analysis of Convergence Insufficiency Prevalence and Management Options. *Open Ophthalmol J.* 3 de agosto de 2023;17(1):e187436412306231.
17. Convergence Insufficiency Treatment Trial (CITT) Study Group. Randomized Clinical Trial of Treatments for Symptomatic Convergence Insufficiency in Children. *Arch Ophthalmol.* 13 de outubro de 2008;126(10):1336.
18. Jacobson DM. Divergence Insufficiency Revisited Natural History of Idiopathic Cases and Neurologic Associations. *Arch Ophthalmol.* 1º de setembro de 2000;118(9):1237.
19. Ovenseri-Ogbomo GO, Eguegu OP. Vergence findings and horizontal vergence dysfunction among first year university students in Benin City, Nigeria. *J Optom.* outubro de 2016;9(4):258–63.
20. Shin HS, Park SC, Park CM. Relationship between accommodative and vergence dysfunctions and academic achievement for primary school children. *Ophthalmic Physiol Opt.* novembro de 2009;29(6):615–24.
21. Hashemi H, Nabovati P, Yekta A, Aghamirsalim M, Rafati S, Ostadimoghaddam H, et al. Convergence Insufficiency in the Geriatric Population. *Optom Vis Sci.* junho de 2021;98(6):613.

22. Scheiman M, Kulp MT, Cotter SA, Lawrenson JG, Wang L, Li T. Interventions for convergence insufficiency: a network meta-analysis. Cochrane Eyes and Vision Group, organizador. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 2 de dezembro de 2020 [citado 24 de setembro de 2024];2020(12). Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD006768.pub3>
23. Tavares JT, Biasotto-Gonzalez DA, Boa Sorte Silva NC, Suzuki FS, Lucareli PRG, Politti F. Age-Related Changes in Postural Control in Physically Inactive Older Women. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2019;42(3):E81–6.
24. Alvarez TL, Scheiman M, Morales C, Gohel S, Sangoi A, Santos EM, et al. Underlying neurological mechanisms associated with symptomatic convergence insufficiency. *Sci Rep*. 22 de março de 2021;11(1):6545.
25. Gregorio ML, Higuchi DDLG, Higuchi ADC, Bernardo RDSR. PREVALÊNCIA DE SINTOMAS OCULARES E INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA EM ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS. *Rev Contemp*. 16 de dezembro de 2024;4(12):e7007.
26. Menigite NC, Taglietti M. Sintomas visuais e insuficiência de convergência em docentes universitários. *Rev Bras Oftalmol*. dezembro de 2017;76:242–6.
27. Tavares C, Nunes AMMF, Nunes AJS, Pato MV, Monteiro PML. Tradução e validação do CISS para a língua portuguesa - resultados psicométricos. *Arq Bras Oftalmol*. fevereiro de 2014;77:21–4.
28. Pang Y, Gabriel H, Tan QQ. Convergence insufficiency symptom survey: A tool to evaluate convergence excess in young adults. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom*. julho de 2023;43(4):615–22.
29. Rouse M, Borsting E, Mitchell GL, Cotter SA, Kulp M, Scheiman M, et al. Validity of the Convergence Insufficiency Symptom Survey: A Confirmatory Study. *Optom Vis Sci*. abril de 2009;86(4):357–63.
30. Scheiman M, Gwiazda J, Li T. Non-surgical interventions for convergence insufficiency. Cochrane Eyes and Vision Group, organizador. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 16 de março de 2011 [citado 22 de junho de 2025]; Disponível em: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD006768.pub2>
31. Carmo P do, Scheylane Valadares da Silva Leite, Maria Eugênia da Silva Ribeiro, Ilana de Freitas Pinheiro, Thiago Vilela Lemos, João Paulo Chieregato Matheus, et al. (PDF) RELAÇÃO DA CONVERGÊNCIA OCULAR COM EQUILÍBRIO E RISCO DE QUEDAS EM IDOSOS: ESTUDO TRANSVERSAL. ResearchGate. fevereiro de 2022;5(1):12.
32. Hötting K, Shareef I, Rogge AK, Hamacher D, Zech A, Kekunnaya R, et al. Postural control depends on early visual experience. *J Vis*. 3 de setembro de 2024;24(9):3.
33. Lord SR, Menz HB. Visual Contributions to Postural Stability in Older Adults. *Gerontology*. 18 de outubro de 2000;46(6):306–10.

34. Peterka RJ. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *J Neurophysiol.* 1º de setembro de 2002;88(3):1097–118.
35. Bucci MP, Lê TT, Wiener-Vacher S, Brémond-Gignac D, Bouet A, Kapoula Z. Poor Postural Stability in Children with Vertigo and Vergence Abnormalities. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1º de outubro de 2009;50(10):4678–84.
36. Morize A, Kapoula Z. Reeducation of vergence dynamics improves postural control. *Neurosci Lett.* 24 de agosto de 2017;656:22–30.
37. Liang SGS, Fan ESL, Lam PK, Kwok WT, Ma CZH, Lam FMH. The effect of adding real-time postural feedback in balance and mobility training in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr.* agosto de 2024;123:105439.
38. Vennila K, Aruin AS. Postural control in response to a perturbation: role of vision and additional support. *Exp Brain Res.* julho de 2011;212(3):385–97.
39. Kapoula Z, Morize A, Daniel F, Jonqua F, Orssaud C, Brémond-Gignac D. Objective Evaluation of Vergence Disorders and a Research-Based Novel Method for Vergence Rehabilitation. *Transl Vis Sci Technol.* março de 2016;5(2):8.
40. Sánchez-González MC, Gutiérrez-Sánchez E, Elena PP, Ruiz-Molinero C, Pérez-Cabezas V, Jiménez-Rejano JJ, et al. Visual Binocular Disorders and Their Relationship with Baropodometric Parameters: A Cross-Association Study. *BioMed Res Int.* 4 de agosto de 2020;2020:6834591.
41. Kear BM, Guck TP, McGaha AL. Timed Up and Go (TUG) Test: Normative Reference Values for Ages 20 to 59 Years and Relationships With Physical and Mental Health Risk Factors. *J Prim Care Community Health.* janeiro de 2017;8(1):9–13.
42. Loth EA, Albuquerque CE, Ciena AP, Rossi ÂG. Avaliação do controle postural em adultos jovens através da posturografia dinâmica Foam-laser e plataforma de força. *Rev Bras Med Esporte.* junho de 2011;17:171–4.
43. Podsiadlo D, Richardson S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* fevereiro de 1991;39(2):142–8.
44. Chen B, Liu P, Xiao F, Liu Z, Wang Y. Review of the Upright Balance Assessment Based on the Force Plate. *Int J Environ Res Public Health.* 8 de março de 2021;18(5):2696.
45. Mohapatra S, Krishnan V, Aruin AS. The effect of decreased visual acuity on control of posture. *Clin Neurophysiol.* janeiro de 2012;123(1):173–82.
46. Ruhe A, Fejer R, Walker B. The Test–Retest Reliability of Centre of Pressure Measures in Bipedal Static Task Conditions – a Systematic Review of the Literature. *Gait Posture.* outubro de 2010;32(4):436–45.
47. Çekok FK, Anaforoğlu B. Effects of balance-based visual reaction time exercises on cognitive and physical performance in older adults: a randomized controlled trial. *Sci Rep.* 1º de outubro de 2025;15(1):34299.

48. Alexandre TS, Meira DM, Rico NC, Mizuta SK. Accuracy of Timed up and Go Test for Screening Risk of Falls Among Community-Dwelling Elderly. *Braz J Phys Ther.* outubro de 2012;16(5):381–8.
49. Verdecchia DH, Monzón AM, Urbina Jaimes V, Da Silva Paiva L, Oliveira FR, De Carvalho TD. Correlation Between Timed up and Go, Usual Gait Speed and Dizziness Handicap Inventory in Elderly with Vestibular Disorders: A Retrospective and Analytical Study. *Arch Physiother.* dezembro de 2020;10(1):12.
50. Parreira RB, Lopes JBP, Cordeiro LB, Galli M, Oliveira CS. Assessment of functional mobility and gait during a timed up and go test in adults with total blindness. *J Bodyw Mov Ther.* julho de 2023;35:298–304.
51. Esposti R, Bruttini C, Bolzoni F, Cavallari P. Anticipatory Postural Adjustments associated with reaching movements are programmed according to the availability of visual information. *Exp Brain Res.* maio de 2017;235(5):1349–60.
52. Goering M, Drennan KB, Moshirfar M. Convergence Insufficiency. Em: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 19 de outubro de 2025]. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554390/>
53. Goering M, Drennan KB, Moshirfar M. Convergence Insufficiency. Em: StatPearls [Internet] [Internet]. StatPearls Publishing; 2023 [citado 22 de junho de 2025]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554390/>
54. Trbovich AM, Zynda AJ, Togashi T, Burley C, Mucha A, Collins MW, et al. Randomized Controlled Trial of Brock String Vision Therapy for Receded Near Point of Convergence Following Concussion. *J Neurotrauma.* 1º de outubro de 2025;42(19–20):1708–18.
55. CITT | Convergence Insufficiency Treatment Trial [Internet]. [citado 9 de novembro de 2025]. Disponível em: <https://u.osu.edu/citt/>
56. Convergence Insufficiency Treatment Trial (CITT) Study Group, organizador. The Convergence Insufficiency Treatment Trial: Design, Methods, and Baseline Data. *Ophthalmic Epidemiol.* janeiro de 2008;15(1):24–36.
57. Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gotzsche PC, Devereaux PJ, et al. CONSORT 2010 Explanation and Elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ.* 23 de março de 2010;340(mar23 1):c869–c869.
58. Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *J Pharmacol Pharmacother.* 1º de dezembro de 2010;1(2):100–7.
59. Hopewell S, Chan AW, Collins GS, Hróbjartsson A, Moher D, Schulz KF, et al. CONSORT 2025 statement: updated guideline for reporting randomised trials. *BMJ.* 14 de abril de 2025;e081123.
60. Gerhardy T, Gordt K, Jansen CP, Schwenk M. Towards Using the Instrumented Timed up-and-Go Test for Screening of Sensory System Performance for Balance Control in Older Adults. *Sensors.* 1º de fevereiro de 2019;19(3):622.

61. Cuccia AM, Caradonna C. Binocular motility system and temporomandibular joint internal derangement: a study in adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. maio de 2008;133(5):640.e15-20.
62. Scheiman M. A Randomized Clinical Trial of Treatments for Convergence Insufficiency in Children. *Arch Ophthalmol*. 1º de janeiro de 2005;123(1):14.
63. Benedetti TRB, Antunes PDC, Rodriguez-Añez CR, Mazo GZ, Petroski ÉL. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Rev Bras Med Esporte*. fevereiro de 2007;13(1):11–6.
64. Doyle TL, Newton RU, Burnett AF. Reliability of traditional and fractal dimension measures of quiet stance center of pressure in young, healthy people. *Arch Phys Med Rehabil*. outubro de 2005;86(10):2034–40.
65. Baratto L, Morasso PG, Re C, Spada G. A New Look at Posturographic Analysis in the Clinical Context: Sway-Density versus Other Parameterization Techniques. *Motor Control*. julho de 2002;6(3):246–70.
66. Creavin ST, Wisniewski S, Noel-Storr AH, Trevelyan CM, Hampton T, Rayment D, et al. Mini-Mental State Examination (MMSE) for the detection of dementia in clinically unevaluated people aged 65 and over in community and primary care populations. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 13 de janeiro de 2016 [citado 5 de agosto de 2025];2016(4). Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD011145.pub2>
67. Hajebrاهيم F, Sangoi A, Scheiman M, Santos E, Gohel S, Alvarez TL. From convergence insufficiency to functional reorganization: A longitudinal randomized controlled trial of treatment-induced connectivity plasticity. *CNS Neurosci Ther*. agosto de 2024;30(8):e70007.
68. Przekoracka-Krawczyk A, Nawrot P, Czańska M, Michalak KP. Impaired body balance control in adults with strabismus. *Vision Res*. maio de 2014;98:35–45.
69. McGregor ML. Convergence Insufficiency and Vision Therapy. *Pediatr Clin North Am*. junho de 2014;61(3):621–30.
70. Santos LEPRD, Yázigí FG, Freitas AMD, Barros GL, Biasotto-Gonzalez DA, Politti F. Effect of Oculomotor Therapy on Convergence Insufficiency and Postural Control: Protocol for a Randomized Clinical Trial. *J Adv Med Med Res*. 1º de setembro de 2025;37(9):24–35.
71. Gerhardy T, Gordt K, Jansen CP, Schwenk M. Towards Using the Instrumented Timed Up-and-Go Test for Screening of Sensory System Performance for Balance Control in Older Adults. *Sensors*. 1º de fevereiro de 2019;19(3):622.
72. Verdecchia DH, Monzón AM, Urbina Jaimes V, Da Silva Paiva L, Oliveira FR, De Carvalho TD. Correlation between timed up and go, usual gait speed and dizziness handicap inventory in elderly with vestibular disorders: a retrospective and analytical study. *Arch Physiother*. dezembro de 2020;10(1):12.

73. Cuccia AM, Caradonna C. Binocular motility system and temporomandibular joint internal derangement: a study in adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. maio de 2008;133(5):640.e15-20.
74. dos Santos DM, Politti F, de Azevedo LMA, de Cassia das Neves Martins R, Ricci FC, Masuda KSY, et al. Association between convergence insufficiency and temporomandibular disorder cross-sectional study. *Clin Oral Investig*. 1º de março de 2021;25(3):851–8.
75. Paula VCG de, Tsunoda TDA, Pires PF, Andraus RAC, Alves OBB, Bento FM, et al. Intra- and inter-rater accuracy and reliability of the ocular vergence test. *Fisioter Em Mov*. 20 de junho de 2025;38:e38116.
76. Ruhe A, Fejer R, Walker B. The test–retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions – A systematic review of the literature. *Gait Posture*. outubro de 2010;32(4):436–45.
77. Rovira-Gay C, Argiles M, Mestre C, Masdemont-Isern M, Pujol J. Objective Evaluation of Fusional Vergence After a Vision Therapy Protocol in Typical Binocular Vision. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2025;45(5):1173–85.
78. Sangoi A, Hajebrahimi F, Gohel S, Scheiman M, Goodman A, Noble M, et al. Functional activity changes after vergence and accommodative rehabilitation of concussion-related convergence insufficiency: CONCUSS clinical trial fMRI results. *Front Neurosci*. 21 de outubro de 2025;19:1703781.
79. Remaud A, Thuong-Cong C, Bilodeau M. Age-Related Changes in Dynamic Postural Control and Attentional Demands Are Minimally Affected by Local Muscle Fatigue. *Front Aging Neurosci*. 21 de janeiro de 2016;7:257.
80. Aghapour M, Affenzeller N, Peham C, Lutonsky C, Tichy A, Bockstahler B. Effect of Vision and Surface Slope on Postural Sway in Healthy Adults: A Prospective Cohort Study. *Life*. 5 de fevereiro de 2024;14(2):227.
81. Convergence Insufficiency Treatment Trial Study Group. Long-Term Effectiveness of Treatments for Symptomatic Convergence Insufficiency in Children. *Optom Vis Sci*. setembro de 2009;86(9):1096–103.
82. Convergence Insufficiency Treatment Trial (CITT) Study Group. The Convergence Insufficiency Treatment Trial: Design, Methods, and Baseline Data. *Ophthalmic Epidemiol*. 2008;15(1):24–36.
83. Nunes AF, Monteiro PML, Ferreira FBP, Nunes AS. Convergence insufficiency and accommodative insufficiency in children. *BMC Ophthalmol*. 21 de fevereiro de 2019;19(1):58.
84. Chang MY, Morrison DG, Binenbaum G, Heidary G, Trivedi RH, Galvin JA, et al. Home- and Office-Based Vergence and Accommodative Therapies for Treatment of Convergence Insufficiency in Children and Young Adults: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. dezembro de 2021;128(12):1756–65.

85. Figueiredo VFR, Santos ATC, Paz CC dos SC. A insuficiência de convergência e os hábitos relacionados à visão em jovens adultos. *Rev Neurociências*. 13 de setembro de 2022;30:1–14.
86. Paulus WM, Straube A, Brandt Th. VISUAL STABILIZATION OF POSTURE: PHYSIOLOGICAL STIMULUS CHARACTERISTICS AND CLINICAL ASPECTS. *Brain*. 1984;107(4):1143–63.
87. Van Humbeeck N, Kliegl R, Krampe RT. Lifespan changes in postural control. *Sci Rep*. 11 de janeiro de 2023;13(1):541.
88. Sakurai R, Kim Y, Inagaki H, Tokumaru AM, Sakurai K, Shimoji K, et al. Discriminates Hippocampal Atrophy: Neural Evidence for the Cutoff of 24 Points. *J Am Geriatr Soc*. março de 2021;69(3):839–41.
89. Tsoi KKF, Chan JYC, Hirai HW, Wong SYS, Kwok TCY. Cognitive Tests to Detect Dementia: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Intern Med*. 1º de setembro de 2015;175(9):1450.
90. Bjerk M, Brovold T, Skelton DA, Liu-Ambrose T, Bergland A. Effects of a falls prevention exercise programme on health-related quality of life in older home care recipients: a randomised controlled trial. *Age Ageing*. 1º de março de 2019;48(2):213–9.
91. Michikawa T, Nishiwaki Y, Takebayashi T, Toyama Y. One-Leg Standing Test for Elderly Populations. *J Orthop Sci*. setembro de 2009;14(5):675–85.
92. Oliveira LF, Simpson DM, Nadal J. Calculation of area of stabilometric signals using principal component analysis. *Physiol Meas*. 1º de novembro de 1996;17(4):305–12.
93. Twisk JWR. Commentary: The Problem of Evaluating the Magnitude of Tracking Coefficients. *Eur J Epidemiol*. novembro de 2003;18(11):1025–6.



Journal of Advances in Medicine and Medical Research

Volume 37, Issue 9, Page 24-35, 2025; Article no.JAMMR.142976

ISSN: 2456-8899, NLM ID: 101711724

(Past name: British Journal of Medicine and Medical Research, Past ISSN: 2231-0614, NLM ID: 101570965)

Effect of Oculomotor Therapy on Convergence Insufficiency and Postural Control: Protocol for a Randomized Clinical Trial

**Luis Eduardo Peixoto Rosa dos Santos ^a,
Flávia Giovanetti Yázigi ^b, Alisson Monteiro de Freitas ^a,
Gustavo Lima Barros ^a,
Daniela Aparecida Biasotto-Gonzalez ^a
and Fabiano Politti ^{a*}**

^a *Physical Therapy Department, Universidade Nove de Julho, Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences, São Paulo, Brazil.*

^b *Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Cruz-Quebrada-Dafundo, Portugal.*

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. Author LEPRDS conceptualised and designed the study, and wrote the manuscript. Authors FGY, GLB, DABG and FP conceptualised and designed the study. Author AMDF was involved in writing the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: <https://doi.org/10.9734/jammr/2025/v37i95923>

Open Peer Review History:

This journal follows the Advanced Open Peer Review policy. Identity of the Reviewers, Editor(s) and additional Reviewers, peer review comments, different versions of the manuscript, comments of the editors, etc are available here: <https://pr.sdiarticle5.com/review-history/142976>

Study Protocol

Received: 17/06/2025

Published: 01/09/2025

Effect of Oculomotor Therapy on Convergence Insufficiency and Postural Control: Protocol for a Randomized Clinical Trial

Luis Eduardo Peixoto Rosa dos Santos ^a, Flávia Giovanetti Yázigi ^b, Alisson Monteiro de Freitas ^a, Gustavo Lima Barros ^a, Daniela Aparecida Biasotto-Gonzalez ^a, Fabiano Politti ^{a*}.

^a Physical Therapy Department, Universidade Nove de Julho, Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences, São Paulo, Brazil.

^b Faculdade de Motricidade Humana – Universidade de Lisboa, Portugal.

*Corresponding author: E-mail: fabianopolitti@gmail.com; politti@uni9.pro.br

ABSTRACT

Aims: To investigate the effects of oculomotor therapy on binocular convergence and postural control in adults with convergence insufficiency (CI).

Materials and Methods: This will be a randomized controlled clinical trial, with a total of 48 participants with a confirmed diagnosis of CI. Participants will be randomly allocated to two groups: Experimental Group (EG, n=24) which will receive oculomotor therapy, and Control Group (CG, n=24) which will have no intervention. Oculomotor therapy will include exercises such as Brock String, Barrel Card, Life Saver Card (Dynamic Convergence Training), Saccadic and Pursuit Eye Movement Exercises, and Modified Pencil Push-Up. Assessments will occur at three time points: baseline (prior to the intervention), immediately after the five-session intervention (once per week), and at a 30-day follow-up. The primary outcomes will be ocular convergence capacity, assessed using the Near Point of Convergence (NPC) test, and functional mobility, evaluated using the Timed Up and Go (TUG) test. Secondary outcomes include CI-related symptomatology, assessed using the Convergence Insufficiency Symptom Survey (CISS), Quality of Life (SF-36), and postural control (Stabilometry) using a force platform.

Results: Analysis will be by intention-to-treat using a linear mixed model approach to account for potential participant dropouts. Comparisons between groups before and after treatment will demonstrate whether oculomotor therapy has a significant effect on binocular convergence capacity and postural control. The data will be published after the study is completed. The study may support the incorporation of oculomotor rehabilitation into broader therapeutic strategies aimed at preventing falls and improving functional autonomy. This protocol was registered (NCT07036263) and received ethical approval (CAEE: 79397224.2.0000.5511).

Keywords: Convergence Insufficiency; oculomotor therapy; postural control; visual rehabilitation

Introduction

Convergence insufficiency (CI) is a binocular vision disorder characterized by the inability to adequately converge or sustain convergence during fixation on near objects (22,26,82). Common symptoms include diplopia, visual fatigue, headaches, ocular discomfort, difficulty concentrating, and poor performance in tasks requiring prolonged near vision (21,67,83).

Although historically studied mainly in children and adolescents, this dysfunction may affect individuals across different age groups (35,62,84). Young and middle-aged adults, especially those with high visual demands in work or academic environments, also exhibit a high prevalence of CI(85). In older adults, this condition has received increasing attention due to its high frequency and potential functional impact in the context of population aging (21). It is estimated that around 5% of the general population may present CI, with prevalence reaching up to 21% in individuals over 60 years old, and exceeding 30% in certain subgroups(21,83).

Diagnosis is based on a combination of clinical signs and patient-reported symptoms. The most common criteria include measurement of the near point of convergence (NPC), significant near exophoria, poor fusional vergence, and high scores on the Convergence Insufficiency Symptom Survey (29,61,75).

In addition to impairing near-vision efficiency, CI may also have broader implications for sensorimotor function. Some studies have suggested that convergence disorders are associated with poor postural patterns, possibly due to interference in the sensory mechanisms that regulate postural control (15). Overall, vision plays a leading role in anticipatory postural adjustments and balance correction, especially in environments with sensory or cognitive challenges (86). Studies involving individuals with visual deficits demonstrate significant alterations in postural control, including increased visual dependency, greater center-of-pressure variability, and poor performance in static and dynamic balance tests (15,36,40). Thus, CI may be an underestimated risk factor for postural instability, particularly among older populations where the postural control system is more vulnerable to deterioration (5,87). These findings reinforce the importance of including binocular visual function in balance assessment and rehabilitation strategies.

Considering the potential functional impairments caused by CI, specific interventions aimed at improving convergence may also have positive effects on body stability. Among the available options, oculomotor therapy based on vergence exercises has demonstrated efficacy in reducing CI symptoms (22,77). However, few studies have explored its impact on postural control.

In light of this, the present study aims to investigate the effects of oculomotor therapy on binocular convergence and postural control in adults with CI. The hypothesis is that a structured therapy protocol based on the CITT will be effective in improving NPC and balance-related outcomes when compared to a control group without intervention.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Design

A randomized controlled clinical trial will be conducted following approval from the Research Ethics Committee of Universidade Nove de Julho (protocol number: (CAEE: 79397224.2.0000.5511). All participants will receive detailed information about the study's objectives and procedures and will provide written informed consent before participating in any assessments. The study flow is illustrated in Figure 1. This protocol has been registered on ClinicalTrials.gov (ID: NCT07036263).

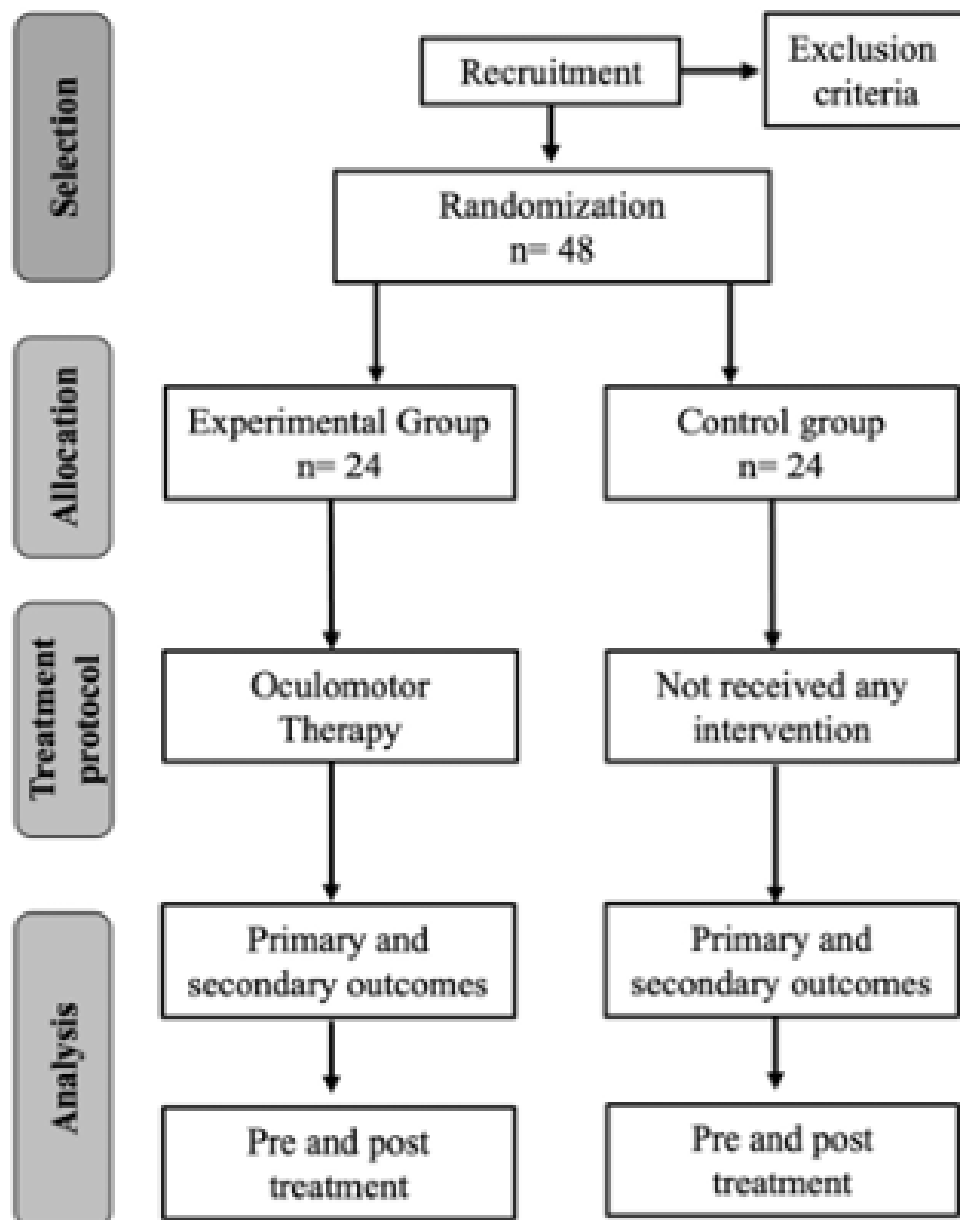


Fig. 1. Study flow diagram. (Figure source: authors)

2.2 Sample size

The sample size was estimated considering a clinically meaningful difference of 3.0 seconds in the Timed Up and Go (TUG) test between the experimental and control groups, with an expected standard deviation of 2.5 seconds. As no studies were found that specifically describe a clinically meaningful difference in Timed Up and Go (TUG) performance for individuals with convergence insufficiency, the present estimate was based on research involving populations with comparable functional impairments, such as individuals with sensory integration deficits

or mild balance disorders (49,60). A two-tailed alpha level of 0.05 and a statistical power of 95% were used, resulting in a required sample size of 20 participants per group. Considering a potential dropout rate of 20%, the final sample size was adjusted to 24 participants per group, totaling 48 individuals in the study.

2.3 Participants

A total of 48 participants from the local community, aged between 18 and 60 years, will be recruited for this study. All participants must have a clinical diagnosis of CI confirmed by an ophthalmologic evaluation. Recruitment will be conducted through community outreach and referrals.

To be included in the study, participants must meet the following criteria: confirmed diagnosis of CI, physical ability to perform the oculomotor exercise protocol, no cognitive impairment (Mini-Mental State Examination score ≥ 24) and absence of active vestibular dysfunction (66,88,89). Absence of active vestibular dysfunction will be confirmed through a structured clinical interview and screening procedures. Participants will be excluded if they report current vestibular symptoms (e.g., dizziness, vertigo, oscillopsia), have a recent history (within the last 30 days) of vestibular crisis,

The exclusion criteria will include: diagnosis of degenerative neurological disorders, history of stroke, peripheral neuropathy, joint prostheses, disabling pain that interferes with mobility, current engagement in visual therapy or physical therapy or any medical condition that prevents the execution of the prescribed exercises.

After screening, participants will be randomly allocated to either the experimental group (EG, $n=24$) or control group (CG, $n=24$), using a simple randomization method involving opaque envelopes. Each envelope will be labeled with a group code (A or B), and volunteers will select an envelope on the day of allocation. Once one group reaches its full sample size, subsequent participants will be assigned to the remaining group in the order of arrival.

2.4 Blinding

To ensure methodological rigor and minimize bias, the study procedures will be performed by independent researchers with distinct responsibilities:

Evaluator 1: Responsible for screening participants based on the inclusion and exclusion criteria. Evaluator 2: Will administer questionnaires and conduct the clinical evaluation of participants before and after the intervention period. Evaluator 3: Will perform the random allocation of participants to either the experimental group (EG) or control group (CG) using sealed opaque envelopes. Evaluator 4: will be responsible for administering the intervention protocols to the participants. Evaluator 5: Will process all data related to functional assessments and perform the statistical analyses.

Evaluators 2 and 5 will be blinded to the participants' group allocation and the type of intervention received, thereby preserving the integrity of both the selection and outcome analysis processes.

2.5 Evaluation Procedures

Participants will undergo assessments at three time points: baseline (prior to the intervention), immediately after the five-session intervention (once per week), and at a 30-day follow-up. Clinical characteristics will be assessed by a physical therapist experienced in evaluating CI, using the measurement of the near point of convergence (NPC) as a primary clinical marker. Symptomatology related to CI will be assessed using the Convergence Insufficiency Symptom Survey (CISS) (27).

2.6 Outcome Measures

The primary outcomes of the study will be functional mobility and ocular convergence capacity, assessed using the Timed Up and Go (TUG) test and the Near Point of Convergence (NPC) test, respectively, as described below:

TUG Test: This test will be used to evaluate functional mobility. It measures the time (in seconds) a participant takes to rise from a standard chair, walk three meters, turn around, walk back, and sit down. The TUG is a well-established, valid, and reliable instrument for assessing dynamic balance, mobility, and fall risk. Lower completion times indicate better performance.

NPC Test: To assess ocular convergence, the NPC will be measured using a calibrated caliper with a marked sliding arm. The device will be positioned at the temporal orbital margin and moved slowly toward the participant's nose, remaining at eye level (Figure 2B). The distance at which ocular divergence occurs will be recorded and interpreted according to the following

criteria: 3.0–4.0 cm: normal convergence; 4.1–6.9 cm: sufficient convergence and ≥ 7.0 cm: convergence insufficiency (61,74,75).

Secondary Outcomes:

CISS: The CISS a validated and reliable instrument developed by the Convergence Insufficiency Treatment Trial. It is recognized as the first standardized tool approved to quantify both the frequency and intensity of symptoms associated with CI and other binocular or accommodative disorder. The CISS consists of 15 items rated on a five-point Likert scale, each targeting a specific symptom. It demonstrates strong psychometric properties and allows for clear identification of symptom severity. Scores are interpreted as follows: 0 to 10 points: normal binocular vision; 11 to 36 points: suspected CI; 37 to 60 points: confirmed CI(26).

Quality of Life: The Short Form Health Survey (SF-36) is a generic instrument used to assess health-related quality of life. It comprises 36 items across eight domains: physical functioning, bodily pain, general health, vitality, social functioning, emotional role functioning, mental health, and role limitations due to physical health. Scores range from 0 to 100, with higher values indicating better perceived health status. The SF-36 is widely used in elderly populations and in studies related to fall prevention)(90).

This is a commonly used static balance test to assess postural stability and predict frailty, especially in community-dwelling older adults (91). The test consists of asking the participant to stand unassisted on one leg with eyes open, and then with eyes closed, for a maximum of 30 seconds. Three trials will be conducted for each visual condition, and the best performance (i.e., longest duration) will be recorded. Higher times indicate better balance capacity. During the test, an evaluator will remain beside the participant to ensure safety and prevent falls.

Postural Control (Stabilometry): Postural control will be assessed using a force platform (Biomec-400, EMG System do Brasil). Stabilometric data will be recorded during quiet standing for 60 seconds under two visual conditions: eyes open (EO) and eyes closed (EC), and also during unipedal stance for up to 30 seconds. Each condition will be tested in three trials, with one-minute rest intervals between them (46). During the rest period, participants will be seated to avoid fatigue. Measurements will include center of pressure displacement and sway parameters to analyze postural stability under varying sensory inputs.

2.7 Interventions

The EG will receive oculomotor therapy, while the CG will not receive any intervention. Following the study's conclusion, if significant differences are observed between the groups, demonstrating an improvement in CI for the treated group, the control group will subsequently receive the same oculomotor therapy.

Each oculomotor therapy session will follow structured protocols based on well-established binocular vision rehabilitation techniques, with progressive levels of difficulty according to each participant's performance. The exercises are designed to stimulate convergence, ocular alignment, and binocular fusion, and are adapted to the clinical characteristics of individuals with CI.

Brock String Exercise: The Brock String is a classic tool for convergence training. The participant holds one end of a string with two colored beads placed at different distances from the nose. The task involves fixating on each bead sequentially, while observing the formation of intersecting lines or an "X" pattern. This visual feedback allows the participant to adjust ocular convergence voluntarily, promoting aligned visual axes and improving binocular fusion (77);

Barrel Card Exercise: Barrel cards consist of a vertical arrangement of colored circles of increasing size. The participant holds the card against the nose and attempts to focus on individual circles while maintaining single vision. The therapist may move the card forward or backward, stimulating both sustained convergence and divergence. This exercise helps train the ability to maintain fusion under varying demands;

Life Saver Card (Dynamic Convergence Training): This technique involves cards with concentric ring patterns resembling "life savers," each with a central hole. The participant fixates through the hole as the card is moved slowly toward or away from the nose. This promotes dynamic convergence and enhances near point of convergence (NPC) ability by engaging the eyes in continuous alignment tasks;

Saccadic and Pursuit Eye Movement Exercises: These activities focus on the accuracy and coordination of eye movements. Participants are instructed to perform horizontal, vertical, and diagonal tracking movements (pursuits), as well as rapid jumps between fixed targets (saccades). These exercises reinforce binocular coordination and visual stability;

Pencil Push-Up (Modified): In this adapted version of the pencil push-up exercise, the participant alternates gaze between a near target (a pencil held close to the nose) and a fixed distant point. This reinforces both accommodation and convergence, strengthening the mechanisms of near fixation and promoting single binocular vision.

Structure and Progression

Each exercise will be performed in sets lasting between 1 to 3 minutes, repeated for 5 to 10 series per session, with brief rest intervals to prevent fatigue. Progression will be individualized: participants will advance to more challenging exercises based on improvements in convergence function and subjective comfort. Performance will be documented during each session, including metrics such as the NPC distance, occurrence of diplopia (double vision), and task tolerance.

Rationale

Convergence therapy is well-supported in the scientific literature as an effective intervention for improving clinical indicators in individuals with convergence insufficiency. The selected techniques are evidence-based and aim to address both the motor and sensory components of binocular vision.

2.8 Stabilometric parameters

To assess postural sway, displacement of the center of pressure (CoP) will be analyzed in both the anteroposterior (AP) and mediolateral (ML) directions. The CoP signals will undergo preprocessing using a 10 Hz low-pass Butterworth filter, as recommended by Ruhe et al. (2010), to eliminate high-frequency noise and preserve relevant sway information. Three commonly used stabilometric data will be computed to characterize postural control:

Sway Area (cm²): The total sway area will be estimated by fitting an ellipse that encloses 95% of the CoP trajectory in the AP versus ML plane, following the method described by Oliveira et al. (1996). This parameter reflects the overall magnitude of body sway.

Mean Velocity (cm/s): The average speed of CoP displacement in both AP and ML directions will be calculated by dividing the total distance traveled by the duration of the trial. This measure provides insight into the control effort and responsiveness of the postural system (46)

Frequency (Hz): The sway frequency will be determined by identifying the frequency threshold below which 80% of the total spectral power of CoP displacement is concentrated. This approach, based on the method proposed by Baratto et al., (2002), is considered more sensitive than conventional spectral parameters in distinguishing balance control characteristics.

2.9 Statistical Analysis

The data will be processed and organized using SPSS software (version 19.0), adopting a significance level of 5% ($p < 0.05$). The Shapiro-Wilk test will be applied to assess the normality of the data distribution. Descriptive statistics will be used to summarize the characteristics of the participants. Comparisons between the experimental and control groups will be conducted using either an independent t-test or the Mann-Whitney U test, depending on data distribution. To evaluate the intervention effect, a linear mixed model approach will be applied, with an intention-to-treat analysis to account for potential participant dropouts (93) Group differences and their respective 95% confidence intervals will be reported.

3. DISCUSSION

The present protocol outlines a randomized clinical trial designed to investigate the effects of oculomotor therapy on binocular convergence and postural control in adults with CI. Previous studies have demonstrated the efficacy of vergence-based therapy in improving visual symptoms)(22,77), but few have addressed its potential impact on functional outcomes such as balance and mobility.

Considering the close integration between the visual and postural control systems (15), it is plausible that improvements in convergence function may lead to better postural stability. This may be especially relevant in older populations, where diminished sensory integration and increased fall risk are common concerns (5,87).

The protocol includes a combination of validated clinical and functional outcomes, such as the NPC, the TUG test, and postural sway analysis via force platform, which enhances the ecological validity and comprehensiveness of the assessment. Furthermore, by including follow-up evaluations and structured blinding procedures, the study design aims to minimize bias and increase the reliability of findings.

If successful, this study will contribute to a growing body of evidence supporting the use of vision therapy as a multimodal strategy in functional rehabilitation. It may also inform clinical guidelines by highlighting the relevance of binocular vision assessment in balance-related interventions.

4. CONCLUSION

This clinical trial protocol proposes an innovative, non-invasive approach to improving binocular convergence and postural control through oculomotor therapy. By integrating vergence-based exercises into a structured intervention, this study seeks to examine whether enhancing visual function can generate measurable improvements in mobility and balance, particularly in populations at increased risk for postural instability. The results may support the incorporation of oculomotor rehabilitation into broader therapeutic strategies aimed at preventing falls and improving functional autonomy.

DISCLAIMER (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

The authors affirm that no generative artificial intelligence tools, including large language models (e.g., ChatGPT, Copilot) or image generation software were utilized in the preparation, writing, or editing of this manuscript.

CONSENT

As per international standard or university standard, patient(s) written consent has been collected and preserved by the authors.

ETHICAL APPROVAL

All eligible participants will receive detailed information regarding the study's objectives and procedures. Those who voluntarily agree to participate will be required to sign an informed consent form, in compliance with the principles outlined in the Declaration of Helsinki (1975) and Resolution 466/12 of the Brazilian National Health Council.

This research protocol has been approved by the Ethics Committee of Nove de Julho University (approval number: 79397224.2.0000.5511). and is registered in the ClinicalTrials.gov database under identifier NCT07036263.

All personal data collected from potential and enrolled participants will be handled confidentially by the research team and safeguarded throughout the study, as well as after its completion.

FUNDING

This study is supported by Nove de Julho University (UNINOVE).

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS:

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

References

1. Baratto L, Morasso PG, Re C, Spada G: A new look at posturographic analysis in the clinical context: sway-density versus other parameterization techniques. *Mot Control* 2002, 6:246–270.
2. BENAVENT-CABALLER, V. et al. The effectiveness of a video-supported group-based Otago exercise programme on physical performance in community-dwelling older adults: a preliminary study. *Physiotherapy*, v. 102, n. 3, p. 280–286, 1 set. 2016.
3. BJERK, Maria et al. Effects of a falls prevention exercise programme on health-related quality of life in older home care recipients: a randomised controlled trial. *Age and Ageing*, v. 48, n. 2, p. 213–219, 1 mar. 2019.
4. BUCCI, Maria Pia et al. Poor Postural Stability in Children with Vertigo and Vergence Abnormalities. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, v. 50, n. 10, p. 4678–4684, 1 out. 2009.
5. CHANG, Melinda Y. et al. Home- and Office-Based Vergence and Accommodative Therapies for Treatment of Convergence Insufficiency in Children and Young Adults: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*, v. 128, n. 12, p. 1756–1765, dez. 2021.
6. CHEN, Baoliang et al. Review of the Upright Balance Assessment Based on the Force Plate. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 5, p. 2696, 8 mar. 2021.

7. CONVERGENCE INSUFFICIENCY TREATMENT TRIAL (CITT) STUDY GROUP. The Convergence Insufficiency Treatment Trial: Design, Methods, and Baseline Data. *Ophthalmic epidemiology*, v. 15, n. 1, p. 24–36, 2008.
8. CUCCIA, Antonino Marco; CARADONNA, Carola. Binocular motility system and temporomandibular joint internal derangement: A study in adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, [s. l.], v. 133, n. 5, p. 640.e15-640.e20, 2008.
9. CUCCIA, Antonino Marco; CARADONNA, Carola. Binocular motility system and temporomandibular joint internal derangement: a study in adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, v. 133, n. 5, p. 640.e15–20, maio 2008.
10. Delfosse, G., Brémond-Gignac, D., & Kapoula, Z. (2018). Postural patterns of subjects with vergence disorders: Impact of orthoptic re-education, a pilot study. *British and Irish Orthoptic Journal*, 14(1), 64.
11. DOS SANTOS, Douglas Meira et al. Association between convergence insufficiency and temporomandibular disorder cross-sectional study. *Clinical Oral Investigations*, v. 25, n. 3, p. 851–858, 1 mar. 2021.
12. FIGUEIREDO, Vanessa Félix Rodrigues; SANTOS, Anny Thaynara Cruz; PAZ, Clarissa Cardoso dos Santos Couto. A insuficiência de convergência e os hábitos relacionados à visão em jovens adultos. *Revista Neurociências*, v. 30, p. 1–14, 13 set. 2022.
13. Gerhardy, T., Gordt, K., Jansen, C.-P., & Schwenk, M. (2019). Towards using the instrumented Timed Up-and-Go test for screening of sensory system performance for balance control in older adults. *Sensors*, 19(3), 622.
14. HAJEBRAHIMI, Farzin et al. From convergence insufficiency to functional reorganization: A longitudinal randomized controlled trial of treatment-induced connectivity plasticity. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, v. 30, n. 8, p. e70007, ago. 2024.
15. HASHEMI, Hassan et al. Convergence Insufficiency in the Geriatric Population. *Optometry and Vision Science*, v. 98, n. 6, p. 613, jun. 2021.
16. Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 35(Suppl 2), ii7–ii11.
17. Jayakaran, P., Johnson, C. N., & Sullivan, S. J. (2021). Vision and postural stability in older adults: Evidence for visual contributions to postural control. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 44(3), E112–E118.
18. KEAR, Breelan M.; GUCK, Thomas P.; MCGAHA, Amy L. Timed Up and Go (TUG) Test: Normative Reference Values for Ages 20 to 59 Years and Relationships With Physical and Mental Health Risk Factors. *Journal of Primary Care & Community Health*, v. 8, n. 1, p. 9–13, jan. 2017.

19. MENIGITE, Nágila Cristiana; TAGLIETTI, Marcelo. Visual symptoms and convergence insufficiency in university teachers. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, [s. l.], v. 76, n. 5, p. 242–246, 2017b.
20. MENIGITE, Nágila Cristiana; TAGLIETTI, Marcelo. Sintomas visuais e insuficiência de convergência em docentes universitários. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, v. 76, p. 242–246, dez. 2017.
21. MOHER, D. et al. CONSORT 2010 Explanation and Elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ*, v. 340, n. mar23 1, p. c869–c869, 23 mar. 2010.
22. NUNES, Amélia F. et al. Convergence insufficiency and accommodative insufficiency in children. *BMC Ophthalmology*, v. 19, n. 1, p. 58, 21 fev. 2019.
23. Oliveira LF, Simpson DM, Nadal J: Calculation of area of stabili-metric signals using principal component analysis. *Physiol Meas* 1996, 17:305–312.
24. PARK, Jin-Hyuck. The effects of eyeball exercise on balance ability and falls efficacy of the elderly who have experienced a fall: A single-blind, randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, v. 68, p. 181–185, 2017.
25. PAULA, Vanessa Cristina Godoi de et al. Intra- and inter-rater accuracy and reliability of the ocular vergence test. *Fisioterapia em Movimento*, v. 38, p. e38116, 20 jun. 2025.
26. Referências
27. ROUSE, Michael et al. Validity of the Convergence Insufficiency Symptom Survey: A Confirmatory Study. *Optometry and Vision Science*, v. 86, n. 4, p. 357–363, abr. 2009.
28. Rovira-Gay, C., Quevedo, L., & Aznar-Casanova, J. A. (2025). Objective evaluation of fusional vergence after a vision therapy protocol in typical binocular vision. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 45(5), 1173–1185.
29. ROVIRA-GAY, Cristina et al. Objective evaluation of fusional vergence after a vision therapy protocol in typical binocular vision. *Ophthalmic and Physiological Optics*, v. 45, n. 5, p. 1173–1185, 2025.
30. Ruhe A, Fejer R, Walker B: The test-retest reliability of center of pressure measures in bipedal static task conditions - a systematic review of the Literature. *Gait & posture* 2010, 32:436–445.
31. Scheiman, M., Gwiazda, J., Li, T., & Cochrane Eyes and Vision Group. (2020). Interventions for convergence insufficiency: A network meta-analysis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (12), CD006768.
32. SCHEIMAN, Mitchell. A Randomized Clinical Trial of Treatments for Convergence Insufficiency in Children. *Archives of Ophthalmology*, v. 123, n. 1, p. 14, 1 jan. 2005.

33. SCHEIMAN, Mitchell et al. Interventions for convergence insufficiency: a network meta-analysis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, v. 2020, n. 12, 2 dez. 2020.
34. SCHEIMAN, Mitchell; GWIAZDA, Jane; LI, Tianjing. Non-surgical interventions for convergence insufficiency. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 16 mar. 2011.
35. SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, María Carmen et al. Visual Binocular Disorders and Their Relationship with Baropodometric Parameters: A Cross-Association Study. *BioMed Research International*, v. 2020, p. 6834591, 4 ago. 2020.
36. TAN, Teck Chye et al. Reference Values, Determinants and Regression Equation for the Timed-Up and Go Test (TUG) in Healthy Asian Population Aged 21 to 85 Years. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, n. 9, p. 5712, 3 maio 2023.
37. TAVARES, Catarina et al. Tradução e validação do CISS para a língua portuguesa - resultados psicométricos. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, v. 77, p. 21–24, fev. 2014.
38. Tavares C, Nunes A, et al. Translation and validation of Convergence Insufficiency Symptom Survey (CISS) to Portuguese - psychometric results. *Arq Bras Oftalmol.*, 2013.
39. TOMOMITSU, Mônica S. V. et al. Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics*, v. 68, n. 4, p. 517–521, abr. 2013.
40. Twisk JWR. The problem of evaluating the magnitude of tracking coefficients. *Eur J Epidemiol.* 2003;18:1025–6.
41. Van Humbeeck, N., Kliegl, R., & Krampe, R. T. (2023). Lifespan changes in postural control. *Scientific Reports*, 13(1), 541.
42. Verdecchia, D. H., Monzón, A. M., Urbina Jaimes, V., da Silva Paiva, L., Rocha Oliveira, F., & Dias de Carvalho, T. (2020). Correlation between Timed Up and Go, usual gait speed and dizziness handicap inventory in elderly with vestibular disorders: a retrospective and analytical study. *Archives of Physiotherapy*, 10, Article 12. <https://doi.org/10.1186/s40945-020-00083-x>

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo, foi um ensaio clínico randomizado que buscou investigar os efeitos da terapia oculomotora nos indivíduos com insuficiência de convergência ocular, envolvendo os parâmetros visuais, os funcionais e de controle postural. Os resultados encontrados demonstraram que cinco semanas de intervenção foram suficientes para promover reduções significativas nos sintomas relatados pelos participantes, bem como melhoria objetiva da convergência binocular. Além disso, observou-se ganho funcional mensurado pelo teste Timed Up and Go (TUG), sugerindo que tal intervenção pode ter repercutido positivamente na mobilidade e na interação “visuomotora” durante a execução de tarefas dinâmicas.

Por outro lado, não foram verificadas mudanças significativas nos parâmetros estabilométricos, independentemente da condição sensorial adotada nas avaliações. Esses achados sugerem que, embora a terapia visual tenha impacto evidente sobre a sintomatologia e o desempenho funcional, no grupo estudado os seus efeitos não parecem se estender ao controle postural estático a curto prazo. Estes resultados reforçaram a ideia que a convergência ocular adequada pode contribuir para o desempenho motor funcional, porém o equilíbrio estático parece também depender de mecanismos sensoriais e motores adicionais, que, talvez, requeiram um maior tempo de estímulo ou tarefas motoras mais desafiadoras para que apresentem modificações. Nesse sentido, promover intervenções com maior duração, maior volume de estímulos ou associadas a perturbações posturais talvez possam potencializar adaptações mais profundas e que promovam transferências ao “controle do equilíbrio”.

Do ponto de vista de aplicação prática, o presente estudo oferece algumas evidências relevantes para a pertinência do campo da fisioterapia e da reabilitação visual, destacando que a terapia oculomotora se apresenta como uma estratégia eficaz e de relativamente baixo custo para redução dos sintomas e, conseqüentemente, da melhorar o desempenho funcional nos indivíduos com insuficiência de convergência ocular.

Tais resultados podem ser o alicerce para a implementação desse tipo de abordagem em serviços clínicos e ambulatoriais, ampliando o cuidado à saúde visual de adultos sintomáticos. Por fim, recomenda-se que estudos futuros considerem:

- a) amostras maiores, com maior diversidade etária;
- b) acompanhamento longitudinal, para análise de retenção dos ganhos;

- c) inclusão de condições posturais dinâmicas, que exijam maior integração sensorial;
- d) intervenções multimodais, associando treino visual e desafios motores.

Dessa maneira, pode-se concluir que a terapia oculomotora aplicada neste estudo é eficaz para restaurar aspectos da função visual e promover melhora funcional detectável pelo TUG, reforçando seu papel no tratamento da insuficiência de convergência. Entretanto, para o grupo estudado, não foram observadas adaptações significativas no controle postural estático, o que pode indicar a necessidade do aprofundamento das intervenções, bem como, períodos de intervenção mais longos e a implementação de tarefas mais desafiadoras ou mais específicas para o equilíbrio corporal.

7 REFERÊNCIAS

1. Goodale MA, Meenan JP, Bühlhoff HH, Nicolle DA, Murphy KJ, Racicot CI. Separate neural pathways for the visual analysis of object shape in perception and prehension. *Curr Biol*. julho de 1994;4(7):604–10.
2. Goodale MA, Milner AD. Separate visual pathways for perception and action. *Trends Neurosci*. janeiro de 1992;15(1):20–5.
3. Milner AD, Goodale MA. Two visual systems re-viewed. *Neuropsychologia*. janeiro de 2008;46(3):774–85.
4. Panconi G, Sorgente V, Guarducci S, Bravi R, Minciocchi D. The Role of Visual Information Quantity in Fine Motor Performance. *J Funct Morphol Kinesiol*. 11 de dezembro de 2024;9(4):267.
5. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 1º de setembro de 2006;35(suppl_2):ii7–11.
6. Peterka RJ. Chapter 2 - Sensory integration for human balance control. Em: Day BL, Lord SR, organizadores. *Handbook of Clinical Neurology* [Internet]. Elsevier; 2018 [citado 25 de setembro de 2024]. p. 27–42. (Balance, Gait, and Falls; v. 159). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444639165000021>
7. Fracica E, Hale DE, Gold DR. A review of pursuit and saccadic eye movements and their utility in stroke. *Front Stroke*. 18 de setembro de 2023;2:1247326.
8. Horn AKE, Straka H. Functional Organization of Extraocular Motoneurons and Eye Muscles. *Annu Rev Vis Sci*. 15 de setembro de 2021;7(1):793–825.
9. Kaye G, Johnston E, Burke J, Gasson N, Marinovic W. Differential Effects of Visual and Auditory Cognitive Tasks on Smooth Pursuit Eye Movements. *Psychophysiology*. maio de 2025;62(5):e70069.
10. Ketcham CJ, Dounskaia NV, Stelmach GE. The Role of Vision in the Control of Continuous Multijoint Movements. *J Mot Behav*. janeiro de 2006;38(1):29–44.
11. Tomomitsu MSV, Alonso AC, Morimoto E, Bobbio TG, Greve JMD. Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clin Sao Paulo Braz*. abril de 2013;68(4):517–21.
12. Latif MZ, Hussain I, Afzal S, Naveed MA, Nizami R, Shakil M, et al. Impact of Refractive Errors on the Academic Performance of High School Children of Lahore. *Front Public Health*. 6 de maio de 2022;10:869294.
13. WHO WHO. World report on vision [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2019 [citado 13 de outubro de 2025]. 180 p. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-vision>

14. Burton MJ, Ramke J, Marques AP, Bourne RRA, Congdon N, Jones I, et al. The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. *Lancet Glob Health*. abril de 2021;9(4):e489–551.
15. Delfosse G, Brémond-Gignac D, Kapoula Z. Postural Patterns of the Subjects with Vergence Disorders: Impact of Orthoptic Re-education, a Pilot Study. *Br Ir Orthopt J*. 9 de outubro de 2018;14(1):64.
16. Mohamed Z, Alrasheed SH. A Systematic Review and Meta-analysis of Convergence Insufficiency Prevalence and Management Options. *Open Ophthalmol J*. 3 de agosto de 2023;17(1):e187436412306231.
17. Convergence Insufficiency Treatment Trial (CITT) Study Group. Randomized Clinical Trial of Treatments for Symptomatic Convergence Insufficiency in Children. *Arch Ophthalmol*. 13 de outubro de 2008;126(10):1336.
18. Jacobson DM. Divergence Insufficiency Revisited Natural History of Idiopathic Cases and Neurologic Associations. *Arch Ophthalmol*. 1º de setembro de 2000;118(9):1237.
19. Ovenseri-Ogbomo GO, Eguegu OP. Vergence findings and horizontal vergence dysfunction among first year university students in Benin City, Nigeria. *J Optom*. outubro de 2016;9(4):258–63.
20. Shin HS, Park SC, Park CM. Relationship between accommodative and vergence dysfunctions and academic achievement for primary school children. *Ophthalmic Physiol Opt*. novembro de 2009;29(6):615–24.
21. Hashemi H, Nabovati P, Yekta A, Aghamirsalim M, Rafati S, Ostadimoghaddam H, et al. Convergence Insufficiency in the Geriatric Population. *Optom Vis Sci*. junho de 2021;98(6):613.
22. Scheiman M, Kulp MT, Cotter SA, Lawrenson JG, Wang L, Li T. Interventions for convergence insufficiency: a network meta-analysis. *Cochrane Eyes and Vision Group, organizador. Cochrane Database Syst Rev [Internet]*. 2 de dezembro de 2020 [citado 24 de setembro de 2024];2020(12). Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD006768.pub3>
23. Tavares JT, Biasotto-Gonzalez DA, Boa Sorte Silva NC, Suzuki FS, Lucareli PRG, Politti F. Age-Related Changes in Postural Control in Physically Inactive Older Women. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2019;42(3):E81–6.
24. Alvarez TL, Scheiman M, Morales C, Gohel S, Sangoi A, Santos EM, et al. Underlying neurological mechanisms associated with symptomatic convergence insufficiency. *Sci Rep*. 22 de março de 2021;11(1):6545.
25. Gregorio ML, Higuchi DDLG, Higuchi ADC, Bernardo RDSR. PREVALÊNCIA DE SINTOMAS OCULARES E INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA EM ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS. *Rev Contemp*. 16 de dezembro de 2024;4(12):e7007.
26. Menigite NC, Taglietti M. Sintomas visuais e insuficiência de convergência em docentes universitários. *Rev Bras Oftalmol*. dezembro de 2017;76:242–6.

27. Tavares C, Nunes AMMF, Nunes AJS, Pato MV, Monteiro PML. Tradução e validação do CISS para a língua portuguesa - resultados psicométricos. *Arq Bras Oftalmol*. fevereiro de 2014;77:21–4.
28. Pang Y, Gabriel H, Tan QQ. Convergence insufficiency symptom survey: A tool to evaluate convergence excess in young adults. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom*. julho de 2023;43(4):615–22.
29. Rouse M, Borsting E, Mitchell GL, Cotter SA, Kulp M, Scheiman M, et al. Validity of the Convergence Insufficiency Symptom Survey: A Confirmatory Study. *Optom Vis Sci*. abril de 2009;86(4):357–63.
30. Scheiman M, Gwiazda J, Li T. Non-surgical interventions for convergence insufficiency. Cochrane Eyes and Vision Group, organizador. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 16 de março de 2011 [citado 22 de junho de 2025]; Disponível em: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD006768.pub2>
31. Carmo P do, Scheylane Valadares da Silva Leite, Maria Eugênia da Silva Ribeiro, Ilana de Freitas Pinheiro, Thiago Vilela Lemos, João Paulo Chieregato Matheus, et al. (PDF) *RELAÇÃO DA CONVERGÊNCIA OCULAR COM EQUILÍBRIO E RISCO DE QUEDAS EM IDOSOS: ESTUDO TRANSVERSAL*. ResearchGate. fevereiro de 2022;5(1):12.
32. Hötting K, Shareef I, Rogge AK, Hamacher D, Zech A, Kekunnaya R, et al. Postural control depends on early visual experience. *J Vis*. 3 de setembro de 2024;24(9):3.
33. Lord SR, Menz HB. Visual Contributions to Postural Stability in Older Adults. *Gerontology*. 18 de outubro de 2000;46(6):306–10.
34. Peterka RJ. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *J Neurophysiol*. 1º de setembro de 2002;88(3):1097–118.
35. Bucci MP, Lê TT, Wiener-Vacher S, Brémond-Gignac D, Bouet A, Kapoula Z. Poor Postural Stability in Children with Vertigo and Vergence Abnormalities. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1º de outubro de 2009;50(10):4678–84.
36. Morize A, Kapoula Z. Reeducation of vergence dynamics improves postural control. *Neurosci Lett*. 24 de agosto de 2017;656:22–30.
37. Liang SGS, Fan ESL, Lam PK, Kwok WT, Ma CZH, Lam FMH. The effect of adding real-time postural feedback in balance and mobility training in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*. agosto de 2024;123:105439.
38. Vennila K, Aruin AS. Postural control in response to a perturbation: role of vision and additional support. *Exp Brain Res*. julho de 2011;212(3):385–97.
39. Kapoula Z, Morize A, Daniel F, Jonqua F, Orssaud C, Brémond-Gignac D. Objective Evaluation of Vergence Disorders and a Research-Based Novel Method for Vergence Rehabilitation. *Transl Vis Sci Technol*. março de 2016;5(2):8.
40. Sánchez-González MC, Gutiérrez-Sánchez E, Elena PP, Ruiz-Molinero C, Pérez-Cabezas V, Jiménez-Rejano JJ, et al. Visual Binocular Disorders and Their Relationship with

- Baropodometric Parameters: A Cross-Association Study. *BioMed Res Int.* 4 de agosto de 2020;2020:6834591.
41. Kear BM, Guck TP, McGaha AL. Timed Up and Go (TUG) Test: Normative Reference Values for Ages 20 to 59 Years and Relationships With Physical and Mental Health Risk Factors. *J Prim Care Community Health.* janeiro de 2017;8(1):9–13.
 42. Loth EA, Albuquerque CE, Ciena AP, Rossi ÂG. Avaliação do controle postural em adultos jovens através da posturografia dinâmica Foam-laser e plataforma de força. *Rev Bras Med Esporte.* junho de 2011;17:171–4.
 43. Podsiadlo D, Richardson S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* fevereiro de 1991;39(2):142–8.
 44. Chen B, Liu P, Xiao F, Liu Z, Wang Y. Review of the Upright Balance Assessment Based on the Force Plate. *Int J Environ Res Public Health.* 8 de março de 2021;18(5):2696.
 45. Mohapatra S, Krishnan V, Aruin AS. The effect of decreased visual acuity on control of posture. *Clin Neurophysiol.* janeiro de 2012;123(1):173–82.
 46. Ruhe A, Fejer R, Walker B. The Test–Retest Reliability of Centre of Pressure Measures in Bipedal Static Task Conditions – a Systematic Review of the Literature. *Gait Posture.* outubro de 2010;32(4):436–45.
 47. Çekok FK, Anaforoğlu B. Effects of balance-based visual reaction time exercises on cognitive and physical performance in older adults: a randomized controlled trial. *Sci Rep.* 1º de outubro de 2025;15(1):34299.
 48. Alexandre TS, Meira DM, Rico NC, Mizuta SK. Accuracy of Timed up and Go Test for Screening Risk of Falls Among Community-Dwelling Elderly. *Braz J Phys Ther.* outubro de 2012;16(5):381–8.
 49. Verdecchia DH, Monzón AM, Urbina Jaimes V, Da Silva Paiva L, Oliveira FR, De Carvalho TD. Correlation Between Timed up and Go, Usual Gait Speed and Dizziness Handicap Inventory in Elderly with Vestibular Disorders: A Retrospective and Analytical Study. *Arch Physiother.* dezembro de 2020;10(1):12.
 50. Parreira RB, Lopes JBP, Cordeiro LB, Galli M, Oliveira CS. Assessment of functional mobility and gait during a timed up and go test in adults with total blindness. *J Bodyw Mov Ther.* julho de 2023;35:298–304.
 51. Esposti R, Bruttini C, Bolzoni F, Cavallari P. Anticipatory Postural Adjustments associated with reaching movements are programmed according to the availability of visual information. *Exp Brain Res.* maio de 2017;235(5):1349–60.
 52. Goering M, Drennan KB, Moshirfar M. Convergence Insufficiency. Em: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 19 de outubro de 2025]. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554390/>
 53. Goering M, Drennan KB, Moshirfar M. Convergence Insufficiency. Em: StatPearls [Internet] [Internet]. StatPearls Publishing; 2023 [citado 22 de junho de 2025]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554390/>

54. Trbovich AM, Zynda AJ, Togashi T, Burley C, Mucha A, Collins MW, et al. Randomized Controlled Trial of Brock String Vision Therapy for Receded Near Point of Convergence Following Concussion. *J Neurotrauma*. 1º de outubro de 2025;42(19–20):1708–18.
55. CITT | Convergence Insufficiency Treatment Trial [Internet]. [citado 9 de novembro de 2025]. Disponível em: <https://u.osu.edu/citt/>
56. Convergence Insufficiency Treatment Trial (CITT) Study Group, organizador. The Convergence Insufficiency Treatment Trial: Design, Methods, and Baseline Data. *Ophthalmic Epidemiol*. janeiro de 2008;15(1):24–36.
57. Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gotzsche PC, Devereaux PJ, et al. CONSORT 2010 Explanation and Elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ*. 23 de março de 2010;340(mar23 1):c869–c869.
58. Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *J Pharmacol Pharmacother*. 1º de dezembro de 2010;1(2):100–7.
59. Hopewell S, Chan AW, Collins GS, Hróbjartsson A, Moher D, Schulz KF, et al. CONSORT 2025 statement: updated guideline for reporting randomised trials. *BMJ*. 14 de abril de 2025;e081123.
60. Gerhardy T, Gordt K, Jansen CP, Schwenk M. Towards Using the Instrumented Timed up-and-Go Test for Screening of Sensory System Performance for Balance Control in Older Adults. *Sensors*. 1º de fevereiro de 2019;19(3):622.
61. Cuccia AM, Caradonna C. Binocular motility system and temporomandibular joint internal derangement: a study in adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. maio de 2008;133(5):640.e15-20.
62. Scheiman M. A Randomized Clinical Trial of Treatments for Convergence Insufficiency in Children. *Arch Ophthalmol*. 1º de janeiro de 2005;123(1):14.
63. Benedetti TRB, Antunes PDC, Rodriguez-Añez CR, Mazo GZ, Petroski ÉL. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Rev Bras Med Esporte*. fevereiro de 2007;13(1):11–6.
64. Doyle TL, Newton RU, Burnett AF. Reliability of traditional and fractal dimension measures of quiet stance center of pressure in young, healthy people. *Arch Phys Med Rehabil*. outubro de 2005;86(10):2034–40.
65. Baratto L, Morasso PG, Re C, Spada G. A New Look at Posturographic Analysis in the Clinical Context: Sway-Density versus Other Parameterization Techniques. *Motor Control*. julho de 2002;6(3):246–70.
66. Creavin ST, Wisniewski S, Noel-Storr AH, Trevelyan CM, Hampton T, Rayment D, et al. Mini-Mental State Examination (MMSE) for the detection of dementia in clinically unevaluated people aged 65 and over in community and primary care populations. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 13 de janeiro de 2016 [citado 5 de agosto de 2025];2016(4). Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD011145.pub2>

67. Hajebrahimi F, Sangoi A, Scheiman M, Santos E, Gohel S, Alvarez TL. From convergence insufficiency to functional reorganization: A longitudinal randomized controlled trial of treatment-induced connectivity plasticity. *CNS Neurosci Ther.* agosto de 2024;30(8):e70007.
68. Przekoracka-Krawczyk A, Nawrot P, Czaińska M, Michalak KP. Impaired body balance control in adults with strabismus. *Vision Res.* maio de 2014;98:35–45.
69. McGregor ML. Convergence Insufficiency and Vision Therapy. *Pediatr Clin North Am.* junho de 2014;61(3):621–30.
70. Santos LEPRD, Yázigi FG, Freitas AMD, Barros GL, Biasotto-Gonzalez DA, Politti F. Effect of Oculomotor Therapy on Convergence Insufficiency and Postural Control: Protocol for a Randomized Clinical Trial. *J Adv Med Med Res.* 1º de setembro de 2025;37(9):24–35.
71. Gerhardy T, Gordt K, Jansen CP, Schwenk M. Towards Using the Instrumented Timed Up-and-Go Test for Screening of Sensory System Performance for Balance Control in Older Adults. *Sensors.* 1º de fevereiro de 2019;19(3):622.
72. Verdecchia DH, Monzón AM, Urbina Jaimes V, Da Silva Paiva L, Oliveira FR, De Carvalho TD. Correlation between timed up and go, usual gait speed and dizziness handicap inventory in elderly with vestibular disorders: a retrospective and analytical study. *Arch Physiother.* dezembro de 2020;10(1):12.
73. Cuccia AM, Caradonna C. Binocular motility system and temporomandibular joint internal derangement: a study in adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* maio de 2008;133(5):640.e15-20.
74. dos Santos DM, Politti F, de Azevedo LMA, de Cassia das Neves Martins R, Ricci FC, Masuda KSY, et al. Association between convergence insufficiency and temporomandibular disorder cross-sectional study. *Clin Oral Investig.* 1º de março de 2021;25(3):851–8.
75. Paula VCG de, Tsunoda TDA, Pires PF, Andraus RAC, Alves OBB, Bento FM, et al. Intra- and inter-rater accuracy and reliability of the ocular vergence test. *Fisioter Em Mov.* 20 de junho de 2025;38:e38116.
76. Ruhe A, Fejer R, Walker B. The test–retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions – A systematic review of the literature. *Gait Posture.* outubro de 2010;32(4):436–45.
77. Rovira-Gay C, Argiles M, Mestre C, Masdemont-Isern M, Pujol J. Objective Evaluation of Fusional Vergence After a Vision Therapy Protocol in Typical Binocular Vision. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2025;45(5):1173–85.
78. Sangoi A, Hajebrahimi F, Gohel S, Scheiman M, Goodman A, Noble M, et al. Functional activity changes after vergence and accommodative rehabilitation of concussion-related convergence insufficiency: CONCUSS clinical trial fMRI results. *Front Neurosci.* 21 de outubro de 2025;19:1703781.

79. Remaud A, Thuong-Cong C, Bilodeau M. Age-Related Changes in Dynamic Postural Control and Attentional Demands Are Minimally Affected by Local Muscle Fatigue. *Front Aging Neurosci.* 21 de janeiro de 2016;7:257.
80. Aghapour M, Affenzeller N, Peham C, Lutonsky C, Tichy A, Bockstahler B. Effect of Vision and Surface Slope on Postural Sway in Healthy Adults: A Prospective Cohort Study. *Life.* 5 de fevereiro de 2024;14(2):227.
81. Convergence Insufficiency Treatment Trial Study Group. Long-Term Effectiveness of Treatments for Symptomatic Convergence Insufficiency in Children. *Optom Vis Sci.* setembro de 2009;86(9):1096–103.
82. Convergence Insufficiency Treatment Trial (CITT) Study Group. The Convergence Insufficiency Treatment Trial: Design, Methods, and Baseline Data. *Ophthalmic Epidemiol.* 2008;15(1):24–36.
83. Nunes AF, Monteiro PML, Ferreira FBP, Nunes AS. Convergence insufficiency and accommodative insufficiency in children. *BMC Ophthalmol.* 21 de fevereiro de 2019;19(1):58.
84. Chang MY, Morrison DG, Binenbaum G, Heidary G, Trivedi RH, Galvin JA, et al. Home- and Office-Based Vergence and Accommodative Therapies for Treatment of Convergence Insufficiency in Children and Young Adults: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology.* dezembro de 2021;128(12):1756–65.
85. Figueiredo VFR, Santos ATC, Paz CC dos SC. A insuficiência de convergência e os hábitos relacionados à visão em jovens adultos. *Rev Neurociências.* 13 de setembro de 2022;30:1–14.
86. Paulus WM, Straube A, Brandt Th. VISUAL STABILIZATION OF POSTURE: PHYSIOLOGICAL STIMULUS CHARACTERISTICS AND CLINICAL ASPECTS. *Brain.* 1984;107(4):1143–63.
87. Van Humbeeck N, Kliegl R, Krampe RT. Lifespan changes in postural control. *Sci Rep.* 11 de janeiro de 2023;13(1):541.
88. Sakurai R, Kim Y, Inagaki H, Tokumaru AM, Sakurai K, Shimoji K, et al. Discriminates Hippocampal Atrophy: Neural Evidence for the Cutoff of 24 Points. *J Am Geriatr Soc.* março de 2021;69(3):839–41.
89. Tsoi KKF, Chan JYC, Hirai HW, Wong SYS, Kwok TCY. Cognitive Tests to Detect Dementia: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Intern Med.* 1º de setembro de 2015;175(9):1450.
90. Bjerk M, Brovold T, Skelton DA, Liu-Ambrose T, Bergland A. Effects of a falls prevention exercise programme on health-related quality of life in older home care recipients: a randomised controlled trial. *Age Ageing.* 1º de março de 2019;48(2):213–9.
91. Michikawa T, Nishiwaki Y, Takebayashi T, Toyama Y. One-Leg Standing Test for Elderly Populations. *J Orthop Sci.* setembro de 2009;14(5):675–85.

92. Oliveira LF, Simpson DM, Nadal J. Calculation of area of stabilometric signals using principal component analysis. *Physiol Meas*. 1º de novembro de 1996;17(4):305–12.
93. Twisk JWR. Commentary: The Problem of Evaluating the Magnitude of Tracking Coefficients. *Eur J Epidemiol*. novembro de 2003;18(11):1025–6.

ANEXOS

ANEXO I: Termo de Consentimento livre e esclarecido para Participação em Pesquisa Clínica-TCLE:

TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido).

Nome do participante: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____ Cidade: _____

CEP: _____ E-mail: _____

1. Título do Trabalho Experimental:

Efeito da terapia oculomotora (exercício para os olhos) em indivíduos com insuficiência de convergência ocular (falta de controle nos movimentos dos olhos): Ensaio Clínico Randomizado (sorteio) cego (os resultados serão avaliados por um pesquisador que não saberá nada sobre o tratamento).

6 Objetivo: O objetivo desse estudo será o de verificar o feito da terapia oculomotora em indivíduos com insuficiência de convergência ocular.

3. Justificativa: A insuficiência de convergência (ICO) é um problema comum, sendo caracterizada pela incapacidade dos olhos de se moverem juntos e se concentrarem em um ponto específico. Essa condição pode levar a sintomas como visão dupla, fadiga ocular e dificuldade em realizar tarefas que exigem foco visual, como leitura e dirigir, assim como na realização de movimentos automatizados como na deambulação. Essas alterações, podem afetar a capacidade do cérebro de processar e interpretar corretamente as informações visuais necessárias para manter o equilíbrio. Além disso, os indivíduos também podem ter dificuldades em adaptar-se a mudanças rápidas no ambiente visual, como deslocar o olhar entre objetos em movimento ou em diferentes distâncias. Essas dificuldades podem levar a instabilidade postural e aumentar o risco de quedas. Portanto, é essencial investigar a possibilidade da influência da ICO no controle postural para que, caso essa relação seja confirmada, essa possa auxiliar no desenvolvimento de estratégias de reabilitação e intervenções em pessoas que apresentem essa disfunção, visando melhorar sua estabilidade e reduzir o risco de quedas.

4. Procedimentos: O senhor(a) está sendo convidado à participar de um projeto de pesquisa onde serão realizadas duas avaliações, sendo uma antes de iniciar o tratamento e outra após o término de 4 sessões de tratamento (1 vez por semana, totalizando 4 semanas) no Núcleo de Apoio à Pesquisa Musculoesquelética (NUPEM) da Universidade Nove de Julho, unidade Vergueiro. O participante da pesquisa terá que comparecer uma vez na semana permanecendo no local do atendimento por aproximadamente 90 minutos para que sejam feitas as seguintes avaliações:

Primeira avaliação: o participante deverá responder ao avaliador o questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) para verificar o nível de atividade física (tempo que se movimentava durante o dia). Esse questionário é composto por 10 questões.

Segunda avaliação: o participante responderá um questionário para verificar a função cognitiva (mental) global denominado de Mine Exame do Estado Mental, composto por 12 questões.

Terceira avaliação: o participante responderá um questionário para verificar sua qualidade de vida no qual caracteriza-se por ser um questionário formado por 36 itens que abrangem oito componentes: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral de saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental.

Quarta avaliação: o participante responderá um questionário para verificar se apresenta medo de cair, no qual é composta por 16 perguntas relacionadas às atividades de vida diária.

Quinta avaliação: para avaliar a mobilidade funcional será aplicado o Timed up and go test (TUG). O teste consiste no paciente levantar-se de uma cadeira com apoio das costas e braços, andar em linha reta por uma distância de 3 metros, dar uma volta de 180°, retornar e se sentar

na cadeira novamente. Este percurso será cronometrado em segundos.

Sexta avaliação: o participante terá seu equilíbrio avaliado pela escala de equilíbrio de Berg sendo essa constituída por 14 testes funcionais (exemplo: sentar e levantar, girar, abaixar).

Sétima avaliação: teste para equilíbrio com apoio unipodal que consiste em pedir para o indivíduo equilibrar-se em apenas um dos pés com olhos abertos e depois com olhos fechados por no máximo 30 segundos.

Oitava avaliação: o participante irá realizar uma avaliação do controle postural (equilíbrio) no qual o mesmo deverá ficar em pé sobre uma plataforma de força (equipamento quadrado de dimensões 60 cm x 60 cm). Esse exame será realizado em quatro diferentes condições: A) olho aberto, B) olho fechado, C) olho aberto com uma espuma entre os pés e a plataforma de força, D) olho fechado com uma espuma entre os pés e a plataforma de força. Para condição, serão realizadas três coletas de dados onde o participante deverá ficar 40 segundos sobre a plataforma (total de 2 minutos de tempo de coleta para cada posição). O tempo total para a realização desse exame será de aproximadamente 20 minutos.

Nona avaliação: Para a avaliação dos sintomas de Insuficiência de Convergência será aplicado o questionário “Questionário de Sintomas da Insuficiência de Convergência (QSI)” que consiste em 15 itens e uma escala do tipo Likert (tabela de classificações de graus de concordância sobre as afirmações).

Décima avaliação: Para a avaliação de convergência, será utilizado o “Teste de Convergência Visual”. Nesse, o avaliador irá aproximar um bastão em linha reta na direção ao nariz do participante da pesquisa pedindo para o mesmo olhar fixamente para esse objeto. A expectativa é que os olhos façam a convergência (olhem para o mesmo objeto) de modo simétrico (igual em ambos os olhos). Se em caso da não convergência total, será utilizada uma régua para medir a distância que a insuficiência de convergência ocorreu para posteriormente ser graduada nos níveis de normalidade de suficiência ou insuficiência.

Após essas avaliações, deverá ocorrer um sorteio para que os participantes sejam distribuídos em dois grupos sendo esses: A) Grupo Intervenção onde o participante receberá treinamento de exercícios oculomotores de acomodação da visão (fixar a visão em um alvo) e exercícios de convergência (direcionar a visão para um ponto de focal central e próximo aos olhos). Os exercícios serão realizados com os elementos cordão de Brock, as cartas de teste de *Barriles*, Cartas Salva-Vidas e Cartas Excêntricas). e B) Grupo Controle (grupo que não realizará nenhuma atividade). O tempo de tratamento será de 30 minutos por sessão, 1 vez por semana, durante 5 semanas no NUPEM com acompanhamento e orientação do pesquisador. Após esse período, ambos os grupos serão reavaliados com todos os 11 testes que fizeram no início da pesquisa. O tempo para realização dos testes será de 90 minutos, assim como na primeira avaliação. Além dessa avaliação no final do tratamento, após 30 e 90 dias, os participantes serão reavaliados novamente. Caso o tratamento do Grupo Intervenção seja benéfico ao participante, há garantia que os participantes do Grupo Controle poderão receber o mesmo tratamento que os participantes do Grupo Intervenção.

5. Desconforto ou Riscos Esperados: A) Questionários: as questões contidas nos questionários a serem respondidas pelo participante são relacionadas à atividade física, ao seu equilíbrio, medo de queda e condições cognitivas (relacionado ao pensamento) e, considera-se que existe risco mínimo de que alguma das questões possa gerar algum tipo de constrangimento

ao participante; B) O tratamento para insuficiência de convergência ICO, pode proporcionar tontura leve e cansaço ocular. C) Os testes com movimentos (avaliação 5ª e 9ª avaliações) podem proporcionar tontura ou risco de queda.

6. Medidas protetivas: Todas as avaliações (por questionário ou física) serão realizadas em salas reservadas e devidamente preparadas para as avaliações. Caso o participante sinta algum constrangimento ao responder as questões dos questionários ou durante a realização do teste físico, o procedimento será imediatamente interrompido e o participante poderá deixar de fazer parte do estudo. Em relação ao tratamento, se algum desconforto for observado nos exercícios, ou outros eventuais sintomas como mal-estar, dor de cabeça e/ou sintomas fora do habitual relatados antes, durante ou após o treinamento serão igualmente avaliados e, caso seja necessário, haverá a interrupção do procedimento. Nesse caso, como medida protetiva, os participantes que apresentarem qualquer desconforto, serão encaminhados ao ambulatório clínico da Universidade Nove de Julho, localizado no mesmo prédio onde a pesquisa deverá ser realizada. Os testes de movimento serão acompanhados por profissionais que estarão próximos ao participante visando à segurança do mesmo e evitar quedas.

7. Benefícios da pesquisa: O participante do grupo intervenção poderá ser beneficiado com sua participação no estudo proposto uma vez que os exercícios oculomotores (para os olhos). E uma vez que os exercícios oculomotores tenham a sua eficácia comprovada o grupo controle também receberá o tratamento.

8. Métodos Alternativos Existentes: não se aplica.

9. Garantia de Sigilo: Garantimos que todos os dados pessoais e todos os resultados obtidos durante o decorrer da pesquisa serão mantidos em total sigilo. Apenas os membros da equipe de pesquisa terão acesso a essas informações, que serão usadas exclusivamente para fins de estudo e publicação de resultados, sem identificar os participantes.

10. Retirada do Consentimento: o participante tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento, e deixar o estudo sem nenhum prejuízo.

11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: Assegurado pela resolução da CNS nº 466/2012, item II.18. define que: o participante da pesquisa, bem como o seu acompanhante, caso haja, têm direito de ressarcimento pelos gastos de transporte e alimentação para participar da pesquisa se assim desejarem.

12. Local da Pesquisa: Núcleo de Apoio à Pesquisa Musculoesquelética (NUPEM) da Universidade Nove de Julho, unidade Vergueiro, situada na Rua Vergueiro, nº 235/249, - Liberdade, CEP: 01504-00, 1º Subsolo, São Paulo – SP – Setor: Pós Graduação em Ciências da Reabilitação – Fone:(11) 3385-9241.

13. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12 e Res. CNS 510/2016). O Comitê de Ética é responsável

pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos. Endereço do Comitê de Ética da Uninove: Rua. Vergueiro nº 235/249 – 12º andar – Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001. Telefone: 3385-9010. E-mail: comitedeetica@uninove.br Horários de atendimento do Comitê de Ética: segunda-feira a sexta-feira – Das 11h30 às 13h00 e Das 15h30 às 19h00.

14. Nome completo e telefones dos Pesquisadores para Contato: Prof. Dr. Fabiano Politti: celular (11) 98941-8885 / Trabalho (11) 3665-9817, Alunos (Fisioterapeutas): Alisson Monteiro de Freitas (11) 98782-3404 e Luís Eduardo Peixoto Rosa Dos Santos (51) 99110-6484. Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa, em qualquer etapa do estudo para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Prof. Dr. Fabiano Politti que também pode ser encontrada no endereço: Rua Vergueiro, nº 235/249, - Liberdade, CEP: 01504-001 Subsolo, São Paulo – SP – (Setor: Pós Graduação em Ciências da Reabilitação) e Telefone (s): (11) 3385-9241.

15. Eventuais intercorrências que vierem a surgir no decorrer da pesquisa poderão ser discutidas pelos meios próprios.

16. Consentimento pós-informação:

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo no meio científico.

* Não assine este termo se ainda tiver alguma dúvida a respeito.

São Paulo, _____ de _____ de 202__.

Nome _____ (por
extenso): _____.

Assinatura: _____
_____.

17. Certificação do pesquisador responsável:

Eu, _____ (Pesquisador responsável
desta
pesquisa), certifico que:

- a) Esta pesquisa só terá início após a aprovação do(s) referido(s) Comitê(s) de Ética em Pesquisa o qual o projeto foi submetido.
- b) Considerando que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos;
- c) Este estudo tem mérito científico e a equipe de profissionais devidamente citados neste termo é treinada, capacitada e competente para executar os procedimentos descritos neste termo:

Assinatura do Pesquisador Responsável

Questionário de Sintomas da Insuficiência de Convergência – Versão Portuguesa

Instruções para o examinador: Leia as seguintes instruções ao sujeito e depois cada item, exatamente como está escrito. Se o sujeito responder “Sim”, qualificar com a escolha da frequência. Não dê exemplos.

Instruções para o sujeito: Por favor responda às seguintes questões acerca de como sente os seus olhos aquando da leitura ou ao executar tarefas em visão próxima.

	Nunca	Com pouca frequência	Às vezes	Com muita Frequência	Sempre
	0	1	2	3	4

		Nunca			Sempre	
		0	1	2	3	4
1.	Sente os olhos cansados quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
2.	Sente desconforto ocular quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
3.	Sente dores de cabeça quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
4.	Sente-se sonolento quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
5.	Perde a concentração quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
6.	Sente dificuldade em lembrar-se do que leu?	0	1	2	3	4
7.	Tem visão dupla (vê as coisas a dobrar) quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
8.	Vê as palavras a moverem-se, saltarem ou a parecer que flutuam na página quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
9.	Sente que lê devagar?	0	1	2	3	4
10.	Os seus olhos doem quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
11.	Sente os olhos inflamados (ou irritados) quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
12.	Tem uma sensação de “tensão” à volta dos olhos quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
13.	Repara se as palavras focam e desfocam quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
14.	Perde-se no texto quando lê ou executa tarefas em visão próxima?	0	1	2	3	4
15.	Sente necessidade de reler a mesma linha de um texto?	0	1	2	3	4

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA -

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar

moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?
_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?
_____ horas _____ minutos

PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? () Sim () Não

6.. Você sabe o objetivo do Programa? () Sim () Não