HELIO PAULO PRIMIANO JÚNIOR

**Tratamento da aniseiconia induzida na
correção óptica de anisometropia em crianças**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Doutor em Ciências

Programa de Oftalmologia

Orientador: Prof. Dr. Milton Ruiz Alves

(Versão corrigida. Resolução CoPGr 6018/11, de 1 de novembro de 2011.
A versão original está disponível na Biblioteca da FMUSP)

São Paulo

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Primiano Júnior, Helio Paulo
Tratamento da aniseiconia induzida na correção
óptica de anisometropia em crianças / Helio Paulo
Primiano Júnior. -- São Paulo, 2019.
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.
Programa de Oftalmologia.
Orientador: Milton Ruiz Alves.

Descritores: 1.Refração ocular 2.Técnicas de
diagnóstico oftalmológico 3.Anisometropia
4.Aniseiconia 5.Estereopsia 6.Criança 7.Ensino
fundamental

USP/FM/DBD-049/19

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

DEDICATÓRIA

À minha esposa, Bianca, e às minhas filhas, Laura e Julia, pessoas com quem amamos partilhar a vida. Obrigado pelo carinho, paciência, incentivo e capacidade de trazer alegria e paz a nosso lar, na correria de cada dia.

Ao meu pai, Hélio (in memoriam), e à minha mãe, Sônia, agradeço por seus cuidados e dedicação, em muitos momentos, o conforto para iniciar e a confiança para seguir.

Às minhas irmãs Flavia e Adriana, pelo amor e carinho devotados à união de nossa família.

À minha amiga, madrinha e avó Nabhia (in memoriam), com quem sempre dividi minhas conquistas e que não está presente neste momento tão especial e particular.

Ao Prof. Dr. Milton Ruiz Alves com quem partilhei ideias daquilo que veio a ser este estudo. Sempre mantivemos uma convivência com muitos amigos em comum. Entretanto, durante esta pesquisa, estreitamos nossa amizade, e espero que considere que não sou apenas mais um aluno que passou, mas, mais um amigo que ganhou. Muito Obrigado!

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores titulares da disciplina de Oftalmologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Remo Susanna Júnior e Newton Kara José, com quem tive e ainda tenho, o prazer de aprender, não só sobre a Oftalmologia, mas sobre a vida, nestes quase 20 anos de atuação nesta instituição de ensino, desde os primeiros passos da residência médica até os dias de hoje.

Ao Prof. Dr. Mario Luiz Ribeiro Monteiro, meus sinceros agradecimentos pelos ensinamentos durante todos estes anos, e pela estimada dedicação ao Setor de Pós-graduação desta instituição.

Ao Prof. Dr. Yoshitaka Nakashima, minha gratidão. Meu tutor, meu padrinho de casamento, meu grande amigo pessoal. Com seu espírito acolhedor, dividimos ensinamentos, dúvidas, alegrias e tristezas. Obrigado também pela confiança no auxílio da organização de cursos, assim como na simples conversa amiga.

Aos colegas, médicos assistentes, residentes e estagiários desta Clínica Oftalmológica, com quem mantenho convivência acolhedora e familiar.

Em especial, às colegas que fazem parte do Setor Administrativo da Clínica Oftalmológica, Janaina Guerra Falabretti e Regina Ferreira Almeida. À primeira, pela dedicação na triagem e coleta de dados desta pesquisa. À segunda, pela orientação e auxílio, desde os primeiros passos até a conclusão dos trabalhos na área de pós-graduação. Muito obrigado amigas! Vocês são especiais!

Meus agradecimentos aos senhores Miguel Giannini, Álvaro Ferrioli, Claudinei Custódio de Souza, Leandro Aparecido de Oliveira e demais membros da Óptica “Miguel Giannini Óculos”, instituição que forneceu os óculos e armações, por meio de doação, trabalhando tanto a parte estrutural da lente como a estética das armações, permitindo precisão na confecção dos detalhes técnicos, minimizando o viés estético das armações e colaborando para a realização deste estudo.

À CAPES, Coordenação de Aprimoramento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de Bolsa do Programa de Demanda Social.

As palavras só têm sentido se nos ajudam a ver o mundo
melhor. Aprendemos palavras para melhorar os olhos.

Rubem Alves

NORMATIZAÇÃO ADOTADA

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação.

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journal Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de Apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha; Maria Júlia de A. L. Freddi; Maria F. Crestana; Marinalva de Souza Aragão; Suely Campos Cardoso; Valéria Vilhena. 3. ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação, 2011.

Abreviatura dos títulos de periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas e Símbolos	
Lista de Figuras	
Lista de Gráficos	
Lista de Tabelas	
Resumo	
Summary	
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	6
3 REVISÃO DA LITERATURA	8
3.1 Emetropização	9
3.2 Anisometropia.....	10
3.2.1 Classificação das anisometropias	12
3.3 Aniseiconia	14
3.3.1 Testes para mensurar a aniseiconia.....	16
3.3.1.1 Eiconômetro espacial	16
3.3.1.2 Teste de Brecher.....	18
3.3.1.3 Teste de Miles	19
3.3.1.4 Teste NAT (<i>Awaya New Aniseikonic Test</i>)	20
3.3.1.5 <i>Aniseikonia Inspector 3</i>	21
3.4 Correção óptica.....	22
3.4.1 Magnificação da imagem retínica por alteração na distância vértice da lente	23
3.4.2 Magnificação da imagem retínica por alteração na curvatura frontal da lente.....	25
3.4.3 Magnificação da imagem retínica por alteração na espessura da lente	28
3.5 Estereopsia.....	32
4 MÉTODOS	34
4.1 Aspectos éticos	35
4.2 Tipo de estudo e amostra	35
4.3 População.....	36

4.3.1 Critérios de inclusão	36
4.3.2 Critérios de exclusão.....	36
4.4 Etapas do estudo	36
4.4.1 Primeira etapa	37
4.4.1.1 Exame oftalmológico	37
4.4.1.2 Avaliação da aniseiconia	38
4.4.2 Segunda etapa	39
4.4.2.1 Avaliação da aniseiconia	39
4.4.2.2 Avaliação da estereopsia	40
4.4.2.3 Avaliação da preferência	40
4.5 Análise estatística	41
5 RESULTADOS	42
6 DISCUSSÃO	54
6.1 Limitações do estudo	59
7 CONCLUSÕES	60
8 ANEXOS	63
8.A Comissão de Análise de Projetos de Pesquisa – <i>CAPPesq</i> do Hospital das Clínicas da FMUSP	64
8 B Distribuição das curvas-base, espessuras e localizações das facetas das lentes iseicônicas sugeridas pelo <i>software</i> Aniseiconia Inspector 3	65
8 C Distribuição das curvas-base, espessuras e localizações das facetas das lentes de estoque	66
9 REFERÊNCIAS.....	67
APÊNDICE	

LISTAS

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

D	Dioptria
DP	Desvio-padrão
et al.	E outros
df	Graus de Liberdade
EE	Equivalente esférico
mm	Milímetros
OD	Olho direito
OE	Olho esquerdo
p	Valor p
%	porcentagem
t	Espessura

FIGURAS

Figura 1 -	Eiconômetro espacial (A), com controles para neutralizar os eixos X, Y (B), e Z (C) da aniseiconia	17
Figura 2 -	Percepção do teste no eiconômetro espacial, conforme o tipo de aniseiconia. a - aparência normal; b - aniseiconia horizontal; c - aniseiconia vertical e d - aniseiconia oblíqua.....	18
Figura 3 -	A. paciente posiciona a vareta de Maddox à frente de um dos olhos enquanto o examinador mantém as lanternas afastadas cerca de 20 cm uma da outra. B - conjunto de lentes iseicônicas	19
Figura 4 -	A paciente posiciona cada vareta de Maddox à frente de um dos olhos enquanto o examinador mantém as lanternas afastadas cerca de 20 cm uma da outra.....	20
Figura 5 -	NAT (<i>Awaya New Aniseikonic Test</i>) - teste de comparação direta	21
Figura 6 -	Teste Aniseikonia Inspector 3	22

GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Nomográfico de magnificação, considerando-se para lente positiva o poder vértice posterior e a distância vértice	26
Gráfico 2 -	Nomográfico de magnificação, considerando-se para lente negativa o poder vértice posterior e a distância vértice	27
Gráfico 3 -	Nomográfico de magnificação, considerando-se a curva-base e a espessura da lente	32
Gráfico 4 -	(Box Plot) – Resultados dos valores das curvas-base (mediana, amplitude interquartílica e valores máximo e mínimo) das lentes de estoque (Óptica) eiseicônicas (<i>Software</i>)	44
Gráfico 5 -	(Box Plot) – Resultados dos valores das espessuras centrais (mediana, amplitude interquartílica e valores máximo e mínimo das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (<i>Software</i>)).	45
Gráfico 6 -	(Box Plot) – Localização das facetas (mediana, amplitude interquartílica e valores máximo e mínimo) nas lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (<i>Software</i>).....	46
Gráfico 7 -	Representação gráfica das variações dos parâmetros das lentes iseicônicas e de estoque por meio de análise multivariada em escala multifatorial não métrica, N-MDS, com distância Euclidiana (stress = 0,053).....	48
Gráfico 8 -	Representação gráfica das variações dos parâmetros das lentes de estoque e iseicônicas obtida por meio de análise multivariada em escala multifatorial não métrica, N-MDS, mostrando que, no espaço reduzido da ordenação N-MDS, não houve influência estatisticamente significativa do fator olho direito ou esquerdo (stress=0,055)	49

Gráfico 9 -	Distribuição dos valores de aniseiconia horizontal e vertical obtidos no uso das lentes de estoque (cores preta e vermelho) e iseicônicas (cores azul e verde)	51
Gráfico 10 -	Representação gráfica da proporção de escolares com menos de 100 segundos de arco de estereopsia/total no uso de lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (<i>Software</i>)	52

TABELAS

Tabela 1 -	Porcentagem aproximada de magnificação por alterações na distância vértice (h) de lentes de vários poderes dióptricos (Vo)	24
Tabela 2 -	Porcentagem aproximada de magnificação associada a lentes de vários poderes dióptricos (D) e alterações na curva-base das lentes (ΔD_1) mm)	25
Tabela 3 -	Alterações de magnificação que resultam de alteração na curva-base(D_1) e na espessura (Δ mm) da lente	28
Tabela 4 -	Alterações de magnificação que resultam de alteração na espessura (Δt) para uma lente de determinado poder vértice-posterior (D)	29
Tabela 5 -	Alterações aproximadas na porcentagem de magnificação por alteração da posição do bisel do centro para 33% a 66% ou 66% a 33% em relação à alteração da espessura da lente(Δt), considerando-se o valor de 2,1 mm de espessura (baseada no tamanho das lentes negativas de 46 mm).	31
Tabela 6 -	Distribuição dos erros de refração, dos comprimentos axiais e das diferenças interoculares dos comprimentos axiais.....	43
Tabela 7 -	Valores das médias, desvios-padrão e dos intervalos de confiança IC 95% dos parâmetros curva-base (D_1), espessura (t) e faceta das lentes isecônicas e lentes de estoque	47
Tabela 8 -	Resultados dos valores das médias, desvios-padrão e intervalos de confiança (IC 95%) das aniseiconias vertical e horizontal mensuradas no uso das lentes de estoque (Óptica) e isecônicas (<i>Software</i>)	50

Tabela 9 -	Resultados dos valores (média e desvio-padrão) das aniseiconias vertical e horizontal mensurados no uso das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (<i>Software</i>)	51
Tabela 10 -	Resultados da avaliação de estereopsia pelo teste Titmus no uso das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (<i>Software</i>) - proporção de escolares < 100 segundos de arco de estereopsia/total	52

RESUMO

Primiano Jr. HP. *Tratamento da aniseiconia induzida na correção óptica de anisometropia em crianças* [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2019.

OBJETIVOS: Comparar a aniseiconia e a estereopsia em escolares anisometropes do primeiro ano do ensino fundamental corrigidos com lentes oftálmicas de estoque com curvas-base selecionadas para minimizar a diferença de tamanho interocular das imagens retínicas e com lentes iseicônicas sugeridas pelo *software* Aniseikonia Inspector 3 e verificar a preferência dos escolares por uma destas formas de correção.

MÉTODOS: Dezenove escolares com anisometropia $\geq 1,5$ D em meridianos correspondentes no uso de óculos com lentes oftálmicas de estoque e com lentes iseicônicas foram avaliados para aniseiconia (*software* Aniseikonia Inspector 3) e estereopsia (teste *Stereo Fly test* com símbolos LEA. A preferência por uma das formas de correção foi verificada após 40-50 dias de uso dos óculos.

RESULTADOS: As médias e os desvios-padrão das aniseiconias vertical e horizontal no uso de óculos com lentes oftálmicas de estoque e com lentes iseicônicas foram, respectivamente, $-1,05\% \pm 2,20\%$ e $-1,37\% \pm 2,36\%$ ($p=0,82739$) e $-0,895\% \pm 2,23\%$ e $-1,16\% \pm 2,03\%$ ($p=0,77018$). Os optotipos que sugerem estereopsia < 100 segundos de arco foram identificados por 31,6% dos escolares corrigidos com lentes iseicônicas e por 21,1% dos escolares corrigidos com lentes oftálmicas de estoque ($p=0,475$). Em relação à preferência, 4/15 (26,7%) escolheram os óculos com lentes iseicônicas, 2/15 (13,3%) escolheram os óculos com lentes oftálmicas de estoque e para 9/15 (60%) a escolha foi indiferente. **CONCLUSÃO:** A aniseiconia induzida nos escolares anisometropes corrigidos com lentes iseicônicas sugeridas pelo *software* Aniseikonia Inspector 3 foi similar à obtida na correção com lentes oftálmicas de estoque com curvas-base selecionadas para minimizar a diferença de tamanho interocular das imagens retínicas.

Descritores: Refração ocular; Técnicas de diagnóstico oftalmológico; Anisometropia; Aniseiconia; Estereopsia; Criança; Ensino Fundamental.

SUMMARY

Primiano Jr. HP. *Treatment of aniseikonia induced by optical correction of anisometropia in children* [Thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2019.

OBJECTIVES: To compare the aniseikonia and the stereopsis in children of the first-year of elementary school with anisometropia corrected with stock ophthalmic lenses with base curve selected to minimize the interocular size difference of retinal images and with size lenses suggested by the software Aniseikonia Inspector 3, and to check the preference of them for one of these forms of correction. **METHODS:** Nineteen school children with anisometropia ≥ 1.5 D in corresponding meridians, in the use of glasses with stock ophthalmic lenses and with size lenses were evaluated for aniseikonia (software Aniseikonia Inspector 3) and stereopsis (Stereo Fly test with LEA symbols). The preference for one of the forms of correction was verified after 40-50 days of wearing glasses. **RESULTS:** The mean and standard deviations of the vertical and horizontal aniseikonia in the use of glasses with stock ophthalmic lenses and with size lenses were, respectively, $-1.05\% \pm 2.20\%$ and $-1.37\% \pm 2.36\%$ ($p = 0.82739$) and $-0.895\% \pm 2.23\%$ and $-1.16\% \pm 2.03\%$ ($p = 0.77018$). 31.6% of the school children corrected with size lenses and 21.1% of the students corrected with stock ophthalmic lenses identified the optotypes that suggest stereopsis less than 100 seconds of arc ($p = 0.475$). Regarding the preference, 4/15 (26.7%) of the students chose the glasses with size lenses, 2/15 (13.3%) chose the glasses with stock ophthalmic lenses, and for 9/15 (60%) the choice was indifferent. **CONCLUSION:** The induced aniseikonia in school children with anisometropia corrected with size lenses suggested by the software Aniseikonia Inspector 3 was similar to that obtained in the correction with stock ophthalmic lenses with base curves selected to minimize the difference of interocular size of retinal images.

Descriptors: Ocular refraction; Ophthalmologic diagnostic techniques; Anisometropia; Aniseikonia; Stereopsis; Child; Elementary School.

1 INTRODUÇÃO

Anisometropia é o nome que se dá à condição em que o erro refrativo é diferente entre os olhos ⁽¹⁾. Pode resultar de diferenças interoculares no poder refrativo (anisometropia refrativa), ou no comprimento axial (anisometropia axial) ⁽¹⁾. Seria interessante se houvesse, na definição, um valor limítrofe que identificasse os casos clinicamente significantes. Infelizmente, isso não acontece uma vez que as diferenças refrativas sozinhas não são as únicas determinantes de tolerância à condição. Outros fatores, como o tipo de anisometropia, idade, capacidade fusional, uso prévio de óculos e perfil psicológico também contam ⁽¹⁾.

Em estudos populacionais, a prevalência da anisometropia varia de 1%-20%, dependendo dos critérios adotados, da idade e das características de distribuição da amostra ⁽²⁻⁶⁾. Em uma população clínica geral, a prevalência da anisometropia em equivalente esférico (EE) $\geq 1D$ é, aproximadamente, 10% ⁽⁷⁾.

A anisometropia é uma das principais causas de ambliopia e estrabismo em crianças ^(4,8-10). Muitos anisometropes manifestam alterações da visão binocular, sendo mais significativas as provocadas pelas anisometropias mais altas ⁽¹¹⁾.

Dependendo de suas características, a anisometropia não corrigida pode resultar em experiências visuais diferentes entre os olhos ⁽¹¹⁾. Em pacientes com anisometropia hipermetrópica simples ou composta, a acomodação é controlada pelo olho com a menor ametropia, resultando em visão continuamente borrada no olho portador da maior ametropia ⁽¹²⁾. Quando não corrigidos, os pacientes portadores de anisometropia miópica simples de baixa magnitude ou antimetropia podem recorrer a

uma espécie de monovisão, com o uso de um olho para a visão de perto e o outro para a visão de longe ⁽¹²⁾. Nos casos dos portadores não corrigidos de anisometropia miópica simples ou composta de maior magnitude, o olho portador da miopia mais alta pode estar constantemente privado de imagem retínica clara ⁽¹²⁾. A anisometropia astigmática simples ou composta pode, também, privar de imagem retínica clara o olho portador do maior astigmatismo ⁽¹²⁾. Durante o período de plasticidade e formação do sistema visual, a exposição contínua de um ou dos dois olhos a imagens retínicas borradas pode resultar em desenvolvimento anômalo da função visual binocular ⁽¹³⁻¹⁵⁾.

Na correção óptica das anisometropias, troca-se a disparidade de refração por disparidade de poder, gerando a aniseiconia que é definida como a diferença de tamanho ou forma das representações corticais das imagens provenientes de ambos os olhos ⁽¹⁾. Embora a maioria dos usuários de óculos tenha uma pequena quantidade de aniseiconia ($< 1\%$), quantidades $\geq 2\%$ são consideradas clinicamente significantes e podem desencadear sintomas que podem impactar negativamente a qualidade de vida ⁽¹²⁾. Os sintomas decorrentes da aniseiconia são altamente variáveis, estão relacionados não só com o tipo e magnitude da anisometropia, mas também com a correção óptica utilizada e com a capacidade de o paciente em se adaptar a essa correção ⁽¹⁵⁾.

Quando a correção óptica da anisometropia tem a intenção de tratar a aniseiconia, então, modificações nas curvaturas frontais, espessuras, facetas e índices de refração das lentes oftálmicas podem alterar os tamanhos das imagens retínicas ⁽³⁾. Em geral, a lente com curvas-base mais plana minifica a imagem retínica, lente com curvas-base mais elevada a magnifica ⁽¹²⁾. Seguindo esta regra, para a correção óptica

de um anisometrope, a escolha de lentes de estoque (blocos semiacabados) com curvaturas frontais (curvas-base para os ópticos) selecionadas para minimizar a diferença de tamanho interocular das imagens retínicas pode reduzir a aniseiconia em 2%-3% ⁽¹⁶⁾.

Ressalta-se também que, paralelamente, vem ocorrendo um aumento significativo no número de anisometropes ^(17, 18). Atualmente, aos anisometropes com diferenças anatômicas entre os comprimentos axiais dos dois olhos (aniseiconia axial) somam-se aqueles submetidos a cirurgias refrativas e à cirurgias para extração de catarata, procedimentos que comumente levam a diferenças refracionais residuais interoculares (aniseiconia refrativa) ⁽¹⁹⁻²¹⁾.

O interesse por esta área de investigação deve-se ao atual avanço tecnológico na surfacagem das lentes oftálmicas, que tem permitido a confecção de lentes com diferentes materiais, curvaturas, espessuras e facetas, tornando-se imperativo que se faça uma revisão crítica das informações que possam auxiliar no tratamento da aniseiconia induzida na correção óptica das anisometropias. Neste sentido, recentemente, foi disponibilizado para o diagnóstico e tratamento da aniseiconia, o *software* Aniseikonia Inspector 3[®] (*Optical Diagnostics*), que mensura a aniseiconia e sugere modificações nas curvas-base, espessuras, facetas e distância vértice de lentes oftálmicas, ou seja, propõe a confecção de lentes iseicônicas para seu tratamento ^(22, 23). Sendo a curvatura frontal o fator modificável mais importante nas lentes, então, a escolha de lentes de estoque com curvas-base selecionadas para minimizar diferenças de tamanho interocular das imagens retínicas parece ser uma solução acessível e de baixo custo ⁽²⁴⁾.

Portanto, para fazer frente ao desafio de tratar a aniseiconia induzida na correção óptica de crianças anisometropes com o melhor custo-benefício, impõe-se responder às seguintes questões:

- Lentes oftálmicas de estoque com curvas-base selecionadas para minimizar a diferença de tamanho interocular das imagens retínicas para o tratamento óptico da aniseiconia induzida na correção da anisometropia podem ser usadas?
- Lentes iseicônicas sugeridas pelo *software* Aniseikonia 3 para o tratamento óptico da aniseiconia induzida na correção da anisometropia devem ser utilizadas ?

2 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Tratar a aniseiconia induzida na correção óptica de anisometropia com lentes oftálmicas de estoque com curvas-base selecionadas para minimizar a diferença de tamanho interocular das imagens retínicas se com lentes iseicônicas sugeridas pelo *software* Aniseikonia Inspector 3[®], em escolares do primeiro ano do ensino fundamental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a estereopsia em escolares anisometropes corrigidos com lentes oftálmicas de estoque com curvas-base selecionadas para minimizar a diferença de tamanho interocular das imagens retínicas e com lentes iseicônicas sugeridas pelo *software* Aniseikonia Inspector 3[®]; e
- Verificar a preferência dos escolares anisometropes por uma destas duas formas de correção óptica.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 EMETROPIZAÇÃO

A distribuição dos erros refrativos ao nascimento lembra uma distribuição normal, com pequeno desvio para hipermetropia. O processo envolvido no desenvolvimento refracional ocular (emetropização) produz uma distribuição leptocúrtica, ou seja, uma distribuição onde existe excesso de erros refrativos ao redor da emetropia ^(25, 26). O processo de emetropização alcança a estabilidade entre 6 e 8 anos de idade ⁽²⁷⁻³⁰⁾.

A emetropização pode ser um processo geneticamente predeterminado que ocorre naturalmente durante o crescimento ocular. Contudo, há evidências em estudos sobre o desenvolvimento dos erros refrativos em animais e em humanos, que a experiência visual regula o crescimento ocular ⁽³¹⁾.

Vários estudos vêm reportando a distribuição normal dos componentes oculares, distribuição leptocúrtica dos erros refrativos e correlação significativa do erro refrativo com o comprimento axial ⁽³²⁻³⁴⁾. Ou seja, para manter a emetropia durante o crescimento ocular as alterações no comprimento axial são acompanhadas de aplanamento da córnea e do cristalino ⁽²⁹⁾. A quebra no crescimento coordenado dos componentes oculares da refração resulta em erro refrativo ⁽²⁾. O comprimento axial do olho é o principal determinante do erro de refração em olhos míopes e hipermetropes ⁽²⁾.

Durante o período de emetropização, estabelece-se conexão neural entre a retina e o córtex cerebral. Imagens retínicas degradadas durante esse período resultam em desenvolvimento anormal da via neural e ambliopia ⁽³⁵⁾. A ambliopia é definida como uma redução da melhor acuidade visual corrigida na ausência de doença ocular e resulta, tipicamente de experiências visuais alteradas durante o período de desenvolvimento visual (deprivação visual), ametropia não corrigida ou estrabismo ⁽³⁵⁾.

3.2 ANISOMETROPIA

As anisometropias podem resultar de predisposição genética que sinaliza para um crescimento desigual dos olhos, no entanto, o real papel da genética no desenvolvimento de diferenças refrativas interoculares pequenas, médias ou grandes não está ainda claro ⁽²⁷⁾.

Vários estudos vêm comparando a contribuição dos componentes oculares para as diferenças interoculares refrativas. Weiss ⁽³⁶⁾ não encontrou diferença interocular no poder da córnea de 24 crianças com anisometropia axial unilateral alta (diferença média de 9D) associada com uma gama de doenças oculares e sistêmicas. Da mesma forma, Kwan et al. ⁽³⁷⁾ e Logan et al. ⁽³⁸⁾ também não encontraram diferenças significativas interoculares no poder corneal médio em anisometropes miópicos adultos.

Sorby et al. ⁽²⁾ examinaram os componentes oculares de 68 anisometropes (variação no meridiano vertical entre 2D e 15D) e observaram que o poder e a

espessura do cristalino eram similares em ambos os olhos. Em indivíduos com anisometropias moderadas (3-5D), diferenças interoculares no poder do cristalino contribuíram para a magnitude da anisometropia em uma pequena proporção de casos, contudo, as diferenças interoculares nos comprimentos axiais foram a causa principal da diferença refracional. Em outro estudo, Loganet al.⁽³⁸⁾ não encontraram diferença significativa na espessura do cristalino em 28 anisometropes miópicos (2-4D), medidas realizadas com o emprego de biômetro ultrassônico. Ou seja, anisometropias não-ambliópicas manifestam-se primariamente por diferenças interoculares no comprimento axial⁽³⁸⁾.

Abrahamssom et al.⁽³⁹⁾ seguiram 310 crianças astigmáticas com 1 ano de idade por 3 anos. Cinquenta e seis por cento das crianças com anisometropia astigmática >1D tornaram-se isométricas. A anisometropia persistiu em 46% dos anisométricos e, aproximadamente, 25% destas crianças desenvolveram ambliopia.

Atila et al.⁽⁴⁰⁾ examinaram a alteração na refração em 132 jovens anisometropes amblíopes não estrábicos (≥ 1 D esfera ou cilindro) com idades entre 5 e 8 anos por um período de 3 anos. Compararam as alterações refrativas nas crianças que receberam prescrição de óculos com aquelas que receberam óculos e oclusão do olho com a melhor visão corrigida. Os olhos ametropes tiveram redução da hipermetropia, e o astigmatismo permaneceu estável. Alterações similares foram observadas, tanto nos olhos amblíopes como nos olhos não amblíopes nos grupos tratados. Esse estudo sugeriu que a terapia oclusiva para melhorar a acuidade visual do olho amblíope não influenciou a alteração de sua refração durante a emetropização.

3.2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ANISOMETROPIAS

As anisometropias são classificadas pelo erro refrativo em ⁽¹⁵⁾:

- hipermetrópica simples: quando um olho é hipermetrope e o outro emetrope;
- hipermetrópica composta: quando ambos os olhos são hipermetropes;
- miópica simples: quando um olho é míope e o outro emetrope;
- miópica composta: quando ambos os olhos são míopes;
- astigmática simples: quando um olho é astigmata e o outro não;
- astigmática composta: quando ambos os olhos são astigmatas; e
- antimetrópica: quando um olho é míope e o outro hipermetrope.

A anisometropia hipermetrópica, com ou sem astigmatismo, vem sendo reportada como sendo o tipo mais comum de anisometropia ⁽³⁾.

As anisometropias são classificadas pela magnitude da diferença refrativa em ⁽¹⁵⁾:

- 0 a 2,00 D (diferença baixa). O paciente usualmente tolera bem a correção total dos erros refrativos;
- 2,01 a 6,00 D (diferença alta). É provável que o paciente tenha problemas binoculares; e
- maior que 6,00 D (diferença muito alta). O paciente é assintomático pela presença de supressão cortical.

As anisometropias são classificadas pela etiologia em ⁽¹⁵⁾:

- anisometropias congênitas ou secundárias a eventos do período perinatal: incluem as anisometropias por causa de glaucoma congênito, a catarata congênita e condições que causam fechamento palpebral, como paralisia do III par, blefaroptose, edema dos tecidos periorbitários após trauma obstétrico; e
- anisometropias adquiridas que incluem as anisometropias pós-trauma, lesões ocupando espaço dentro e ao redor do bulbo ocular, iatrogênicas, como extração do cristalino unilateral (afacia unilateral), pós-cirurgia refrativa, pós-transplante de córnea, entre outras condições.

As anisometropias são classificadas conforme a contribuição dos componentes oculares em ⁽¹⁵⁾:

- anisometropia axial – resultado da diferença entre os comprimentos dos eixos anteroposteriores dos bulbos oculares; e
- anisometropia refrativa – consequência da diferença no índice de refração dos meios ópticos entre os olhos ou nas curvaturas das superfícies oculares.

Na anisometropia, as dificuldades ópticas podem resultar de três fatores: aniseiconia ou diferença no tamanho das imagens produzidas sobretudo pelas lentes corretoras; anisoforia ou diferença no desvio prismático induzido pela descentração que ocorre quando a direção do olhar passa fora dos centros ópticos das lentes

oftálmicas e diferença acomodativa que se verifica quando a correção óptica dos olhos não é realizada de forma binocular balanceada ⁽¹⁷⁾.

3.3 ANISEICONIA

A aniseiconia é uma anomalia da visão binocular definida como a diferença de tamanho ou de forma das representações corticais das imagens provenientes de ambos os olhos ⁽¹⁴⁾. Embora a anisometropia represente a principal causa da aniseiconia, outros fatores também podem ser implicados com seu desenvolvimento, como determinadas características retínicas e processos envolvidos na neurofisiologia da visão ⁽¹⁷⁾.

A incidência da aniseiconia varia conforme a população estudada ⁽⁴⁻⁷⁾. Algum grau de aniseiconia pode ser observado em 20%-33% dos usuários de óculos ^(15,17). Considerando-se apenas os casos clinicamente significativos, a incidência varia de 3%-9% ^(15,17). Deve-se suspeitar de aniseiconia se os sintomas de astenopia persistirem depois da correção da anisometropia ou na presença de queixa de distorção espacial da imagem, na preferência subjetiva pela visão monocular e na ocorrência de melhora da astenopia com a oclusão do olho não dominante por 24 horas ⁽¹⁷⁾.

Como estimativa, pode-se considerar que, nas anisometropias axiais, cada 1,00 D corrigida com óculos resulta em uma diferença de 1% no tamanho da imagem ^(15,17). Quando a origem da anisometropia está na discordância entre os

índices de refração dos meios ópticos dos olhos ou nas curvaturas das superfícies oculares, essa diferença é entre 1,5% e 2% para cada 1 D corrigida com óculos ^(15, 17).

Em relação à tolerância do sistema visual à aniseiconia, em geral, os usuários de óculos aceitam de forma assintomática diferenças de até 1% no tamanho das imagens. Com diferenças entre 1% e 5%, a sintomatologia depende da tolerância individual. Acima de 3%, observa-se um comprometimento importante da binocularidade e, quando a diferença excede 5%, a binocularidade está praticamente ausente ^(15, 17).

Historicamente, recomenda-se que a conduta clínica para a aniseiconia associada à anisometropia seja guiada pela lei de Knapp, que determina que a diferença de tamanho da imagem retínica resultante da anisometropia axial é reduzida, quando a lente corretora é colocada no plano focal anterior do olho ^(17, 18, 41-45). Conforme a lei de Knapp, devem-se prescrever óculos para a correção de anisometropia axial e lentes de contato para correção de anisometropia refrativa ^(16, 17, 41-45). A experiência, porém, contradiz essa teoria, e uma das explicações utilizadas para justificar essa discordância é a discrepância na densidade de fotorreceptores retínicos por área da retina estimulada nos portadores de anisometropia axial. Por conta disto, a utilização de lentes de contato com frequência representa a primeira escolha no tratamento da anisometropia, tanto por razões cosméticas como para reduzir ou eliminar os sintomas de anisoforia e deaniseiconia ⁽⁴⁴⁾.

Pode-se estimar a aniseiconia construindo cruzes ópticas, uma para cada olho, e nelas colocar o poder dióptrico da refração em cada meridiano. As diferenças entre meridianos correspondentes são anotadas e multiplicadas por 1% por dioptria. Deve-

se subtrair do total 1% que representa a aniseiconia tolerada pelo paciente, obtendo-se, assim, a diferença que terá de ser compensada ⁽⁴⁴⁾.

3.3.1 TESTES PARA MENSURAR A ANISEICONIA

Nos anos 1940 e 1950 os pesquisadores interessados no estudo da aniseiconia precisavam realizar cursos de capacitação em aniseiconia no Instituto de Olhos de Dartmouth (EUA) para adquirir um eiconômetro ⁽¹⁶⁾. Os cursos de capacitação da Dartmouth desapareceram paralelamente ao desenvolvimento e disponibilização de vários testes clínicos para diagnosticar e mensurar a aniseiconia ⁽⁴⁵⁾.

Os métodos para determinar a aniseiconia estão baseados em técnicas estereoscópicas ou na comparação direta de objetos. Métodos como o do eiconômetro espacial que envolvem técnicas estereoscópicas são influenciados por ambliopia, supressão ou binocularidade reduzida ⁽⁴⁵⁾. Métodos de comparação direta como os testes de Brecher[®], Miles[®], NAT[®] (*Aiwa New Aniseikonic Test*) e Aniseikonia Inspector 3[®] são mais fáceis de realizar ⁽⁴⁵⁾.

3.3.1.1 EICONÔMETRO ESPACIAL[®]

O eiconômetro espacial[®] foi desenvolvido em 1940 pela American Optical (EUA), comercializado em 1951 e é considerado o padrão ouro ⁽⁴⁵⁾. Tem a capacidade de detectar diferenças no tamanho das imagens interoculares de até 0,1%; no entanto, para a realização, o examinado deve ter visão binocular, correspondência retínica normal e acuidade visual corrigida de, no mínimo, 0,3 em cada olho ⁽⁴⁵⁾.

Fonte: Kundart J. Diagnosis and Treatment of Aniseikonia: A Case Report and Review. Optometry Visual Performance. 2018;6: 112-118⁽²³⁾

Figura 1 - Eiconômetro espacial[®] (A), com controles para neutralizar os eixos X, Y (B), e Z (C) da aniseiconia

Após a compensação da refração e do ajuste da distância pupilar, o examinado deve observar um cartão polarizado através de lâminas polarizadas. O cartão consiste de duas linhas verdes pálidas à frente de uma cruz vermelha e duas linhas amarelas brilhantes atrás desta cruz. A medida da aniseiconia é feita a partir da informação da posição espacial destas linhas. O eiconômetro espacial[®] é capaz de mensurar aniseiconia de até 5%⁽⁴⁵⁾.

Fonte: Disponível em: http://www.umsl.edu/garziar/bva_aniseikonia.htm Acessado em: 08/11/2018.

Figura 2 - Percepção do teste no eiconômetro espacial[®], conforme o tipo de aniseiconia. **a**- aparência normal; **b**- aniseiconia horizontal; **c**- aniseiconia vertical e **d**- aniseiconia oblíqua

3.3.1.2 TESTE DE BRECHER[®]

Para a realização do teste de Brecher[®] utilizam-se uma vareta de Maddox (Maddox rod), duas lanternas de bolso (penlight) e um conjunto de lentes iseicônicas⁽⁴⁶⁾. O examinador segura as duas lanternas de bolso separadas 20 cm uma da outra e aponta suas luzes para os olhos da examinada (Figura 3). A paciente posiciona a vareta de Maddox com as estrias alinhadas horizontalmente à frente de um dos olhos e deve informar se a distância entre as duas linhas vermelhas verticais coincide com a distância de separação das luzes das lanternas. A diferença de tamanho entre as imagens é mensurada com a interpolação de lentes iseicônicas à frente do olho que percebe a menor separação das imagens. É possível igualar diferenças interoculares entre 1% e 2%^(47, 48).

Fonte: Reed B. Aniseikonia: A Case Series and Literature Review. Thesis.Pacific University Common Knowledge.2011. Disponível em: copyright@pacificu.edu. Acessado em: 08/11/2018

Figura 3 – Teste de Brecher[®] **A.** paciente posiciona a vareta de Maddox à frente de um dos olhos enquanto o examinador mantém as lanternas afastadas cerca de 20 cm uma da outra. **B**-conjunto de lentes iseicônicas

3.3.1.3 TESTE DE MILES[®]

Para realização do teste de Miles[®], utilizam-se duas varetas de Maddox (Maddox rod), duas lanternas de bolso (*penlight*) e um conjunto de lentes iseicônicas ⁽⁴⁵⁾. O examinador segura as duas lanternas de bolso, separadas 20 cm uma da outra e aponta suas luzes para os olhos do paciente examinado, que as observa por meio das varetas de Maddox (uma para cada olho) com as estrias alinhadas horizontalmente (Figura 4). A examinada vê duas linhas verticais como resultado da fusão dos pares de linhas verticais e deve observar se percebe alguma linha vertical mais próxima dela. O olho que percebe a imagem mais próxima necessitará magnificar a imagem deste olho com lentes iseicônicas até conseguir que as imagens estejam no mesmo plano ⁽⁴⁵⁾.

Fonte: Reed B. Aniseikonia: A Case Series and Literature Review. Thesis.Pacific University Common Knowledge. 2011. Disponível em: copyright@pacificu.edu. Acessado em: 08/11/2018.

Figura 4 - Teste de Miles[®]. A paciente posiciona cada vareta de Maddox à frente de um dos olhos enquanto o examinador mantém as lanternas afastadas cerca de 20 cm uma da outra

3.3.1.4 TESTE NAT[®] (*AWAYA NEW ANISEIKONIC TEST*)

O teste NAT[®] consiste na identificação de uma série de imagens (meios círculos) com tamanhos diferindo entre 1% e 24%, de coloração verde ou vermelha, com o emprego de óculos com filtros verde e vermelho para a dissociação das imagens. O examinado começa por ver dois meios círculos idênticos em tamanho e deve responder que eles parecem iguais. Se não, o examinador lança mão de uma série de meios círculos que atendem aos seguintes critérios: (1) o meio círculo vermelho é ligeiramente maior que o meio círculo verde; (2) o meio círculo vermelho e o meio círculo verde são do mesmo tamanho e (3) o meio círculo vermelho é menor que o meio círculo verde ⁽⁴⁹⁾.

Fonte: Disponível em: <http://www.slideshare.net/maclester/measurement-of-aniseikonia>. Acessado em: 08/11/2018

Figura 5 – Teste NAT[®] (*Awaya New Aniseikonic Test*) - teste de comparação direta

A reprodutibilidade deste teste não é muito alta, por isso, recomenda-se cautela ao interpretar seus resultados ⁽⁴⁹⁻⁵¹⁾.

3.3.1.5 ANISEIKONIA INSPECTOR 3[®]

É um teste de comparação direta em que o examinado com óculos com filtros vermelho e verde é solicitado a determinar se duas caixas são iguais em tamanho ⁽²²⁾ (Figura 6).

As vantagens deste teste incluem a facilidade e a rapidez de execução ⁽⁵²⁾. O examinado pode realizar o teste com seus óculos, suas lentes de contato ou sem nenhuma correção. Os resultados de mensuração da aniseiconia interocular são fornecidos em porcentagem de magnificação/minificação da imagem.

O *software* do teste inclui um nomograma com a sugestão de lentes com as curvaturas frontais e espessuras modificadas para redução da aniseiconia induzida pela correção óptica. Estas informações podem ser enviadas ao laboratório óptico para confeccionar as lentes iseicônicas indicadas ^(45, 52).

Fonte: Disponível em: <http://greatvision.osu.edu/images/aniseikonia01.jpg>. Acessado em: 08/11/2018.

Figura 6 - Teste Aniseikonia Inspector 3[®]

3.4 CORREÇÃO ÓPTICA

O tratamento da aniseiconia induzida na correção óptica da anisometropia axial é feita quando os óculos são colocados no plano focal anterior do olho ^(1, 15, 17).

Devem-se prescrever óculos para a correção de anisometropia axial e lentes de contato para correção de anisometropia refrativa ^(1, 15, 17).

Na prescrição de lentes oftálmicas, é preciso levar em conta os seguintes fatores que influenciam no tamanho da imagem retínica: curva-base (curvatura

frontal), distância vértice, espessura central da lente e, nas lentes negativas, também, o posicionamento da faceta da lente no bisel ⁽¹⁷⁾. O bisel corresponde à cavidade do aro onde se encaixa a faceta da lente. A prescrição de correção óptica deve levar em conta a idade do paciente, a natureza da correção prévia, a relação com a aparência, custos da correção, sobretudo, a natureza dos sintomas e a probabilidade de eliminação ou redução da aniseiconia ⁽¹²⁾.

3.4.1 MAGNIFICAÇÃO DA IMAGEM RETÍNICA POR ALTERAÇÃO NA DISTÂNCIA VÉRTICE DA LENTE

Os dados da Tabela 1 mostram as porcentagens aproximadas de magnificação da imagem retínica por alterações na distância vértice de lentes de vários poderes dióptricos ⁽¹⁷⁾. Considerando-se as lentes negativas, a diminuição da distância vértice aumenta a magnificação, e o aumento da distância vértice diminui a magnificação. Em relação às lentes positivas, a diminuição da distância vértice diminui a magnificação, ao passo que o aumento da distância vértice aumenta a magnificação ⁽¹⁷⁾.

Tabela 1 - Porcentagem aproximada de magnificação por alterações na distância vértice (h) de lentes de vários poderes dióptricos (V_0)

V_0 H	1 D	2 D	4 D	6 D	8 D	10 D
1 mm	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1.0
2 mm	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2.0
3 mm	0,3	0,6	1,2	1,8	2,4	3.0
4 mm	0,4	0,8	1,6	2,4	3,2	4.0
5 mm	0,5	1,0	2,0	3,0o	4,0	5.0

Fonte: Scheiman M, Wick B. Aniseikonia. In: Scheiman M, Wick D (Eds): Clinical Management of Binocular Vision. Philadelphia: Lippincott, 2002:519-49 ⁽¹⁷⁾

Dados baseados em $\% m = V_0(h)/10$; sendo $\% m$ = alteração de magnificação; h = alteração na distância vértice (mm) e 10 = índice resultante da alteração de metros para milímetros e para expressar a magnificação em porcentagem.

O emprego dos dados da Tabela 1 é exemplificado com o caso de um paciente com anisometropia miópica, usando no OD -6,00 D e no OE -2,00 D, ambas as lentes montadas com distância vértice de 15,5 mm. A aniseiconia estimada (4 D de anisometropia $\times$ 1% por dioptria) corresponde a 4%. Com a redução da distância vértice de 3 mm (para 11,5 mm), a alteração na magnificação é de +1,8% na lente direita e de +0,6% na esquerda. A diferença na magnificação, que era 4% entre os olhos, diminuiu em 1,2%.

3.4.2 MAGNIFICAÇÃO DA IMAGEM RETÍNICA POR ALTERAÇÃO NA CURVA-BASE DA LENTE

A alteração na magnificação da imagem retínica quando a curva-base de uma lente é alterada, é mostrada nos dados da Tabela 2.

Tabela 2- Porcentagem aproximada de magnificação associada a lentes de vários poderes dióptricos (D) e alterações na curva-base das lentes (ΔD_1)

D	-10	-8	-6	-4	-2	-1	0	+1	+2	+4	+6	+8	+10
ΔD_1	t=2,1	t=2,1	t=2,1	t=2,1	t=2,1	t=2,1	t=2,1	t=2,6	t=3,1	t=4,1	t=5,1	T=6,1	t=7,1
-4	+1,46	+1,04	+0,64	+0,24	-0,16	-0,36	-0,56	-0,90	-1,23	-1,90	-2,56	-3,24	-3,88
-2	+0,72	+0,52	-0,32	+0,12	-0,08	-0,18	-0,28	-0,45	-0,61	-0,95	-1,28	-1,62	-1,94
+2	-0,72	-0,52	-0,32	-0,12	+0,08	+0,18	+0,28	+0,45	+0,61	+0,95	+1,28	+1,62	+1,94
+4	-1,46	-1,04	-0,64	-0,24	+0,16	+0,36	+0,56	+0,90	+1,23	+1,90	+2,56	+3,24	+3,88
+6	-2,18	-1,56	-0,96	-0,36	+0,24	+0,54	+0,84	+1,35	+1,84	+2,85	+3,84	+4,86	+5,82
+8	-2,92	-2,08	-1,28	-0,48	+0,32	+0,72	+1,12	+1,80	+2,46	+3,80	+5,12	+6,48	+7,76

Fonte: Scheiman M, Wick B. Aniseikonia. In: Scheiman M, Wick D (Eds): Clinical Management of Binocular Vision. Philadelphia: Lippincott, 2002:519-49 ⁽¹⁷⁾

Dados baseados em $\Delta\% \Delta D_1 [t/15 + 0,05V_0]$, onde $\Delta\%m$ = alteração na porcentagem de magnificação. ΔD_1 = alteração na curva-base da lente (D); t = espessura central da lente (mm); D = diopia; 15 = uma constante corrigida; considerando-se o índice de refração corrigido do cristal para o fato da magnificação ser expressa em % e a espessura da lente em mm. 0,05 = alteração aproximada da distância vértice na curva-base de ΔD_1 . V_0 = poder do vértice da lente (D).

Estes dados baseiam-se em uma lente de espessura mínima de 2,1 mm. Para uma lente positiva, a magnificação aumenta com a elevação da curva-base (curvatura frontal). Vejamos como a alteração da curva-base aumenta a magnificação. Um paciente usa, no OD, +3,00 D com curva-base +7,50 D e, no OE, +5,00 D com

curva-base +9,50 D. A imagem produzida pela lente direita é menor; portanto, o objetivo é aumentar a magnificação desta imagem. Com o aumento de +4,00 D na curva-base da lente direita (para +11,50 D), obtém-se 1,5% de magnificação (Tabela 2).

Foram criados nomográficos de magnificação que auxiliam na correlação da magnificação de uma imagem com a espessura central, curva-base e distância vértice ⁽⁵³⁾. Os dados do Gráfico 1 mostram no nomograma de magnificação da imagem a correlação entre o poder vértice posterior de lente positiva e a distância vértice.

Fonte: Stoner E, Perkins P. Optical Formulas Tutorial, Butterworth-Heinemann, 1997; 130 ⁽⁵³⁾.

Gráfico 1 - Nomográfico de magnificação, considerando-se para lente positiva o poder vértice posterior e a distância vértice

Uma lente de óculos positiva de +4,00 D na distância vértice de 12 mm gera uma magnificação na imagem retínica de 5% (Gráfico 1).

Os dados do Gráfico 2 mostram um nomograma de magnificação da imagem correlacionando o poder vértice posterior de lente negativa com a distância vértice ⁽⁵³⁾.

Fonte: Stoner E, Perkins P. Optical Formulas Tutorial, Butterworth-Heineman, 1997; 130 ⁽⁵³⁾.

Gráfico 2 - Nomográfico de magnificação, considerando-se para lente negativa o poder vértice posterior e a distância vértice

Uma lente de óculos negativa de -4,00 D na distância vértice de 12 mm gera uma minimização da imagem retínica de 5% (Gráfico 2).

3.4.3 MAGNIFICAÇÃO DA IMAGEM RETÍNICA POR ALTERAÇÃO NA ESPESSURA DA LENTE

Os dados das Tabelas 3 e 4 mostram as mudanças na magnificação que resultam de alterações na espessura (Δt) e na curva-base (D_1) de uma lente.

Tabela 3 - Alterações de magnificação que resultam de alteração na curva-base (D_1) e na espessura (Δ mm) da lente

Δ mm \ D_1	0,50	1,50	2,50	3,50	4,50	5,50	6,50	7,50	8,50	9,50	10,50	12,50	13,50
-1,5	-0,05	-0,15	-0,25	-0,35	-0,45	-0,55	-0,65	-0,75	-0,85	-0,95	-1,05	-1,25	-1,35
-1,0	-0,03	-0,10	-0,17	-0,23	-0,30	-0,37	-0,43	-0,50	-0,57	-0,63	-0,70	-0,83	-0,90
-0,5	-0,02	-0,05	-0,08	-0,17	-0,15	-0,18	-0,22	-0,25	-0,28	-0,32	-0,35	-0,42	-0,45
+0,5	+0,02	+0,05	+0,08	+0,17	+0,15	+0,18	+0,22	+0,25	+0,28	+0,32	+0,35	+0,42	+0,45
+1,0	+0,03	+0,10	+0,17	+0,23	+0,30	+0,37	+0,43	+0,50	+0,57	+0,63	+0,70	+0,83	+0,90
+1,5	+0,05	+0,15	+0,25	+0,35	+0,45	+0,55	+0,65	+0,75	+0,85	+0,95	+1,05	+1,25	+1,35
+2,0	+0,06	+0,20	+0,33	+0,47	+0,60	+0,72	+0,87	+1,00	+1,13	+1,26	+1,40	+1,66	+1,80
+2,5	+0,08	+0,25	+0,42	+0,58	+0,75	+0,92	+1,08	+1,25	+1,41	+1,58	+1,75	+2,08	+2,25
+3,0	+0,10	+0,30	+0,50	+0,70	+0,90	+1,10	+1,30	+1,50	+1,70	+1,90	+2,10	+2,50	+2,69
+3,5	+0,11	+0,35	+0,58	+0,82	+1,05	+1,28	+1,52	+1,75	+1,98	+2,21	+2,45	+2,91	+3,14
+4,0	+0,13	+0,40	+0,67	+0,92	+1,20	+1,46	+1,73	+2,00	+2,26	+2,52	+2,80	+3,33	+3,59
+4,5	+0,14	+0,45	+0,84	+1,03	+1,35	+1,65	+1,95	+2,25	+2,54	+2,84	+3,15	+3,74	+4,03

Fonte: Scheiman M, Wick B. Aniseikonia. In: Scheiman M, Wick D (Eds): Clinical Management of Binocular Vision. Philadelphia: Lippincott, 2002:519-49⁽¹⁷⁾

Tabela 4 - Alterações de magnificação que resultam de alteração na espessura (Δt) para uma lente de determinado vértice posterior (D)

Δt mm \ D	-10	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8	+10
-1,5	+0,75	+0,60	+0,45	+0,30	+0,15	0,00	-0,15	-0,30	-0,45	-0,60	-0,75
-1,0	+0,50	+0,40	+0,30	+0,20	+0,10	0,00	-0,10	-0,20	-0,30	-0,40	-0,50
-0,5	-0,25	+0,20	+0,15	+0,10	+0,05	0,00	-0,05	-0,10	-0,15	-0,20	-0,25
+0,5	-0,25	-0,20	-0,15	-0,10	-0,05	0,00	+0,05	+0,10	+0,15	+0,20	+0,25
+1,0	-0,50	-0,40	-0,30	-0,20	-0,10	0,00	+0,10	+0,20	+0,30	+0,40	+0,50
+1,5	-0,75	-0,60	-0,45	-0,30	-0,15	0,00	+0,15	+0,30	+0,45	+0,60	+0,75
+2,0	-1,00	-0,80	-0,60	-0,40	-0,20	0,00	+0,20	+0,40	+0,60	+0,80	+1,00
+2,5	-1,25	-1,00	-0,75	-0,50	-0,25	0,00	+0,25	+0,50	+0,75	+1,00	+1,25
+3,0	-1,50	-1,20	-0,90	-0,60	-0,30	0,00	+0,30	+0,60	+0,90	+1,20	+1,50
+3,5	-1,75	-1,40	-1,05	-0,70	-0,35	0,00	+0,35	+0,70	+1,05	+1,40	+1,75
+4,0	-2,00	-1,60	-1,20	-0,80	-0,40	0,00	+0,40	+0,80	+1,20	+1,60	+2,00
+4,5	-2,25	-1,80	-1,35	-0,90	-0,45	0,00	+0,45	+0,90	+1,35	+1,80	+2,25

Fonte: Scheiman M, Wick B. Aniseikonia. In: Scheiman M, Wick D (Eds): Clinical Management of Binocular Vision. Philadelphia: Lippincott, 2002:519-49⁽¹⁷⁾.

A e B = $\Delta\%$ m para uma dada curva-base, alteração de espessura e poder dióptrico da lente. Baseado em $\Delta\%$ m = $\Delta t D_1 / 15 + 2 V_0 / 10$; onde $\Delta\%$ m = alteração na porcentagem de magnificação; D_1 = alteração na curva-base da lente (D); Δt = alteração na espessura da lente (mm); D_1 = curva-base da lente (D); 15 = uma constante corrigida: considerando-se o índice de refração corrigido do cristal para o fato de a magnificação ser expressa em % e a espessura da lente em mm; V_0 = poder vértice da lente (D); 10 = resulta de alteração de metros para milímetros e para expressar a magnificação em porcentagem.

Estas tabelas mostram também que a alteração na distância vértice (Δh) resulta da alteração na espessura (Δt). Para consultar tais tabelas, considere o paciente usando, no OD, lente plana com curva-base +6,25 D e 2,1 mm de espessura e, no OE, lente -2,00 D com curva-base +4,50 D e 2,1 mm de espessura. Suponhamos que o objetivo seja obter 0,75% de magnificação na lente esquerda aumentando a espessura da lente.

Nos dados da Tabela 3, encontra-se que o aumento de espessura de 2 mm para uma lente com curva-base de +4,50 gera 0,60% de magnificação. Nos dados da Tabela 4, para uma lente -2,00 D com sua espessura aumentada de 2 mm, encontra-se o valor -0,20. Os efeitos de ambos os parâmetros [A (+0,60) – B (-0,20)] representam cerca de 0,80% na magnificação.

Os dados da Tabela 5 mostram alterações na magnificação da imagem que resulta da alteração na posição da faceta da lente no bisel, após a espessura da lente ser aumentada. Aumentando-se a espessura central da lente, obtém-se aumento correspondente na espessura da borda.

Tabela 5 - Alterações aproximadas na porcentagem de magnificação por alteração da posição da faceta do centro para 33% a 66% ou 66% a 33% em relação à alteração da espessura da lente (Δt), considerando-se o valor de 2,1 mm de espessura (baseada no tamanho das lentes negativas de 46 mm)

Δt mm \ D	-10	-8	-6	-4	-2	-1	0	+1	+2	+4	+6	+8	+10
-1,5	0,94	0,62	0,36	0,18	0,05	0,02	0,00	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
-1,0	1,02	0,68	0,41	0,21	0,07	0,03	0,00	0,02	0,04	0,07	0,11	0,14	0,18
-0,5	1,11	0,75	0,46	0,24	0,09	0,04	0,00	0,03	0,05	0,11	0,16	0,22	0,27
+0,5	1,28	0,89	0,56	0,31	0,12	0,05	0,00	0,04	0,09	0,18	0,26	0,35	0,44
+1,0	1,36	0,95	0,61	0,34	0,14	0,06	0,00	0,05	0,10	0,21	0,31	0,42	0,52
+1,5	1,45	1,02	0,67	0,38	0,15	0,07	0,00	0,06	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60
+2,0	1,52	1,09	0,71	0,41	0,17	0,08	0,00	0,07	0,14	0,28	0,41	0,55	0,69
+2,5	1,61	1,16	0,77	0,44	0,19	0,09	0,00	0,08	0,16	0,31	0,46	0,62	0,77
+3,0	1,68	1,22	0,82	0,48	0,20	0,09	0,00	0,09	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85
+3,5	1,78	1,29	0,87	0,51	0,22	0,10	0,00	0,09	0,19	0,38	0,56	0,75	0,94
+4,0	1,85	1,35	0,91	0,54	0,24	0,11	0,00	0,10	0,20	0,41	0,61	0,82	1,02
+4,5	1,94	1,42	0,96	0,57	0,26	0,11	0,00	0,10	0,21	0,44	0,66	0,89	1,10

Scheiman M, Wick B. Aniseikonia. In: Scheiman M, Wick B (eds). Clinical Management of Binocular Vision. Philadelphia: Lippincott, 2002: 519-49 ⁽¹⁷⁾ *Lentes negativas – a diminuição da distância vértice aumenta a magnificação; o aumento da distância vértice diminui a magnificação. *Lentes positivas – a diminuição da distância vértice diminui a magnificação; o aumento da distância vértice aumenta a magnificação. Baseado no cálculo da espessura da borda da lente: Espessura borda lente negativa = $[2,1 - V_0 h^2 / 2(\Delta n) + \Delta t]$. Espessura borda lente positiva = $2,1 + \Delta t$. Onde: 2,1 = espessura mínima da lente (mm). V_0 = poder vértice da lente (D). h = raio da lente (mm). Δn = índice de refração do material da lente (cristal = 1,523) menos o índice de refração do ar (1,000). Δt é a alteração na espessura da lente (mm). A quantidade de mudança da faceta da lente no bisel altera a posição da lente (Dh).

Os dados do Gráfico 3 mostram um nomográfico de magnificação da imagem correlacionando a curvatura frontal de lente positiva com a espessura central ⁽⁵³⁾.

Fonte: Stoner E, Perkins P. Optical Formulas Tutorial, Butterworth-Heinemann, 1997; 130 ⁽⁵³⁾.

Gráfico 3 - Nomográfico de magnificação, considerando-se a curva-base e a espessura da lente

Uma lente de óculos construída com curva-base +8,0 e espessura central de 3 mm gera magnificação na imagem de 1,5% (Gráfico 3).

3.5 ESTEREOPSIA

Os dados disponíveis na literatura sobre estereopsia em crianças anisometropes são empíricos e insuficientes ⁽¹¹⁾. A retenção de estereopsia foi obtida

em adultos com afacia monocular e boa acuidade visual corrigida com óculos para anisometropia ^(11, 54). Para Lee et al. ⁽¹¹⁾ e Lubkin et al. ⁽⁵⁴⁾, o limite de 5% de aniseiconia considerado como possível barreira para a binocularidade pode ser mais alto do que os investigadores vinham suspeitando. Há consenso de que ocorre redução na função binocular em pacientes com anisometropia ⁽¹¹⁾. Estudos experimentais vêm relatando uma redução significativa na esteropsia após a indução de anisometropia ou aniseiconia em adultos com visão binocular normal ⁽⁵⁵⁻⁵⁹⁾.

Nesses estudos, a estereopsia em crianças anisometropes não ambíopes corrigidas com óculos foi 77,52 segundos de arco no teste do Titmus[®] e de 52,86 segundos de arco no Randot[®] estereoteste ⁽⁵⁵⁻⁵⁹⁾. A maioria dos examinados mostrou também boa estereopsia <100 segundos de arco e nenhum manifestou estereopsia pior que 200 segundos de arco ⁽⁵⁵⁻⁵⁹⁾. Com respeito ao conceito vigente de que 40-60 segundos de arco é a estereopsia normal, muitos investigadores advogam que a estereopsia entre 60 e 100 segundos de arco pode ser considerada normal ^(60, 61).

Se o nível de estereopsia com a correção óptica de anisometropes pode ser clinicamente próxima do normal, é certamente pior em anisometropes hipermetrópicos que em anisometropes miópicos ⁽⁵⁵⁾. A influência das correções ópticas com lentes de estoque e com lentes iseicônicas sugeridas pelo *software* Aniseikonia Inspector 3[®] na visão estereoscópica de crianças anisometropes foi uma das preocupações levadas em conta na elaboração desta investigação.

4 MÉTODOS

4.1 ASPECTOS ÉTICOS

A pesquisa foi aprovada Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – CAAE nº1246/09 (Anexo 8A). A assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi obtida dos pais ou representante legal dos participantes.

4.2 TIPO DE ESTUDO

Realizou-se um estudo clínico observacional analítico prospectivo no ambulatório geral da Clínica Oftalmológica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP), no período entre maio de 2017 e junho de 2018.

4.3 POPULAÇÃO

A população do estudo foi composta por 19 escolares do primeiro ano do ensino fundamental matriculados em escolas públicas estaduais da cidade de São Paulo com idades entre 7 e 9 anos. Os escolares haviam sido submetidos à triagem visual por professores e encaminhados ao HCFMUSP para consulta oftalmológica como parte do Programa Visão do Futuro.

4.3.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Escolares usuários de óculos por, pelo menos, um ano, portadores de anisometropia $\geq 1,5D$ em meridianos correspondentes e com acuidade visual corrigida $\geq 0,8$ em ambos os olhos foram incluídos no estudo.

4.3.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Escolares estrábicos, amblíopes (diferença de acuidade visual corrigida interocular de duas ou mais linhas na escala optométrica de Snellen), portadores de opacidade dos meios ópticos oculares, com distúrbios neurológicos e/ou com retardo mental foram excluídos.

4.4 ETAPAS DO ESTUDO

O estudo foi conduzido em duas etapas.

4.4.1 PRIMEIRA ETAPA

Na primeira etapa, o exame refratométrico para a prescrição da correção óptica foi feito sob cicloplegia. A mensuração da aniseiconia com o teste Aniseikonia Inspector 3[®] foi feita com o erro refrativo do escolar corrigido com lentes de prova montadas em armação de prova. Os parâmetros sugeridos pelo *software* Aniseikonia Inspector 3[®] (Anexo 8B) mais a prescrição do erro refrativo foram encaminhados ao laboratório óptico para a confecção de dois óculos. Um para ser aviado com lentes iseicônicas (Anexo 8B) e o outro com lentes de estoque (Anexo 8C). Ambas as lentes foram de CR-39[®]. No caso das lentes de estoque (blocos semiacabados), as curvas-base foram escolhidas, buscando-se os valores em tabelas de surfacagem ⁽⁶²⁾. Nas lentes de estoque, apenas a superfície posterior foi surfacada. Nas lentes iseicônicas, ambas as superfícies foram surfacadas. Os dois óculos foram aviados em armações idênticas de acetato. Para facilitar a identificação, nos óculos com lentes iseicônicas foi feita uma marcação discreta na porção interna da haste direita.

4.4.1.1 EXAME OFTALMOLÓGICO

A medida da acuidade visual monocular foi obtida com o emprego da tabela optométrica de Snellen a 5 metros de distância do examinado, em local bem iluminado, estando as linhas 0,8 e 1,0 da tabela no nível dos olhos do escolar. O exame iniciou-se com a oclusão do olho esquerdo, seguido do olho direito. A acuidade visual foi registrada como a última linha na qual três mais optotipos foram identificados corretamente.

A motilidade ocular extrínseca foi avaliada, empregando-se os testes *cover* e *uncover*. A avaliação da superfície ocular, anexos e segmento anterior foram feitos com o emprego de lâmpada de fenda Topcon SL[®] – 280S, Japão.

Os escolares foram submetidos a exame refratométrico sob cicloplegia, obtida com a instilação de duas gotas de ciclopentolato a 1% no fundo de saco conjuntival inferior com intervalo de 5 minutos. Cerca de 30 minutos após a instilação da segunda gota, foram realizadas esquiасopia manual em faixa e computadorizada com o emprego do refrator automático Topcon KR[®] 8000, Japão. A refratometria clínica subjetiva foi realizada com o emprego de refrator manual Topcon VT[®]10, Japão. No final, anotou-se a melhor acuidade visual corrigida com os valores da prescrição do erro refrativo.

O exame da retina foi realizado com o oftalmoscópio indireto Welch Allyn[®], EUA, e lente convergente de 20 D (Volk[®] Optical Inc, EUA).

A avaliação do comprimento axial foi feita por biometria óptica por interferometria de coerência parcial com o emprego do biômetro IOLMaster[®] 500 (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, EUA).

4.4.1.2 AVALIAÇÃO DA ANISEICONIA

Os escolares tiveram a aniseiconia mensurada com o emprego do *software* Aniseikonia Inspector 3[®]. Para mensuração da aniseiconia, o escolar com a correção óptica montada em armação de provas mais filtros verde e vermelho para dissociar as imagens dos dois olhos foi posicionado à frente do monitor do computador com o *software* do Aniseikonia Inspector 3[®]. Padronizou-se o uso de filtro verde no olho

direito. O teste começou com o escolar apontando na tela do computador qual das duas caixas retangulares apresentadas era maior na altura; depois prosseguiu apontando qual das caixas retangulares apresentadas era maior em largura. Se as imagens parecessem iguais para o escolar, o examinador selecionaria o botão "E" para igual.

Completada a avaliação, o *software* do Aniseikonia Inspector 3[®] sugeriu lentes iseicônicas com modificações nas curvaturas frontais, espessuras e na localização das facetas para reduzir a aniseiconia induzida na correção óptica. Os resultados da avaliação da aniseiconia foram obtidos em porcentagem de magnificação, com um valor de consistência que permitiu considerar os resultados confiáveis ou inconsistentes. Por definição, a aniseiconia foi expressa como uma diferença relativa de tamanho e forma da imagem em relação ao olho direito. Por exemplo, se a aniseiconia mensurada foi -3% isto significa que seria necessário magnificar a imagem do olho direito em 3% para anular a aniseiconia induzida por aquela correção óptica. O *software* Aniseikonia Inspector 3[®] mensura a aniseiconia por porcentagem de magnificação/minificação interocular nos meridianos vertical e horizontal. Nesta investigação, foram utilizados os resultados no campo angular de 4°, conforme sugerido no manual do Aniseikonia Inspector 3[®] (22, 62).

4.4.2 SEGUNDA ETAPA

Na segunda etapa da investigação, cada foi submetido às seguintes avaliações:

4.4.2.1 AVALIAÇÃO DA ANISEICONIA

A avaliação foi feita pelo teste Aniseikonia Inspector 3[®] com o escolar usando os óculos com lentes de estoque e com lentes iseicônicas interpolando-se o filtro verde no olho direito e o vermelho no olho esquerdo para dissociar as imagens e permitir a mensuração da aniseiconia induzida com cada tipo de correção óptica.

4.4.2.2 AVALIAÇÃO DA ESTEREOPSIA

A estereopsia foi mensurada com cada uma das correções ópticas com o emprego do teste *Stereo Fly*[®] com os símbolos LEA[®] (Stereo Optical Co. Inc., EUA). Foram considerados com estereopsia normal os escolares que identificaram os optotipos que sugerem a presença de estereopsia < 100 segundos de arco e subnormais os demais escolares.

4.4.2.3 AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA

Durante a entrega dos óculos, foi comunicado aos pais e/ou responsáveis que os escolares deveriam usar cada óculos por 20 dias e depois seguir utilizando os óculos de suas preferências. A ordem de escolha para o uso dos óculos foi determinada previamente de forma aleatória, por sorteio. O responsável foi informado que seria contatado após 40-50 dias da entrega dos óculos para informar sobre a preferência do escolar por um dos óculos recebidos.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados demográficos e os resultados dos exames foram registrados em fichas individuais e criado um banco de dados tabulado em planilhas do Microsoft Excel[®].

Os cálculos e as análises estatísticas foram realizados com auxílio dos *softwares* R (*R Core Team*, 2018)⁽⁶³⁾ e *Past* - versão 3.20⁽⁶⁴⁾.

Para explorar graficamente a variação dos parâmetros das lentes (curva-base, espessura e posição da faceta da lente no bisel), em relação aos fatores tratamento (lente de estoque e lente iseicônica indicada pelo *software*) e olho (direito e esquerdo), foram realizadas análises multivariadas multidimensionais não métricas com distância Euclidiana (N-MDS -*Non-metric Multidimensional Scaling*)⁽⁶⁵⁾.

Para a análise da aniseiconia e da esteropsia no uso das lentes de estoque e iseicônicas (*software*) foram calculados os intervalos de confiança (IC 95%) e as comparações feitas com o teste *t* pareado de Student ($\alpha = 0,05$). A normalidade das variáveis foi testada com o teste de normalidade Shapiro-Wilk ($\alpha = 0,05$).

5 RESULTADOS

Para o estudo, foram elegíveis 19 escolares, com idades entre 7 e 9 anos, sendo 15 (79%) do sexo feminino.

Os dados da Tabela 6 mostram a distribuição dos erros de refração, comprimentos axiais e diferenças interoculares dos comprimentos axiais.

Tabela 6 - Distribuição dos erros de refração, dos comprimentos axiais e das diferenças interoculares dos comprimentos axiais

N	Esf OD	Cil OD	Eixo Cil OD	Esf OE	Cil OE	Eixo cil OE	Cax OD	Cax OE	Dif Biom
1	7,00	-4,00	180	4,00	-2,00	180	20,14	20,68	0,54
2	0,25	-1,00	95	-1,50	-1,75	53	22,61	23,22	0,61
3	-1,75	-3,50	180	2,00	-2,25	180	23,98	22,36	1,62
4	-2,25	-2,75	20	-0,25	-2,75	175	24,97	24,04	0,93
5	-5,25	-1,00	160	-1,75	-2,75	180	25,43	24,74	0,69
6	-4,00	-3,50	180	-0,25	-2,50	165	25,23	23,32	1,91
7	-1,50	-2,00	15	0,00	-0,50	165	22,42	22,15	0,27
8	-7,50	-4,00	15	-1,75	-3,25	170	25,27	23,31	1,96
9	-4,25	-1,50	180	-1,75	-0,75	15	26,02	24,83	1,19
10	-6,75	-2,00	90	-1,00	0,50	60	26,41	23,93	2,48
11	0,50	-0,25	130	-2,50	-0,75	150	22,94	24,56	1,62
12	-4,25	-1,75	165	-2,00	-1,50	15	25,25	24,16	1,09
13	-3,00	-1,00	155	-6,00	-0,75	50	23,48	24,16	0,68
14	-5,25	-2,50	165	-1,50	-2,75	15	23,85	23,14	0,71
15	2,00	-2,00	180	4,00	-3,50	180	22,29	22,12	0,17
16	-0,50	-2,75	175	-2,25	-1,50	10	22,58	22,97	0,39
17	-4,00	-2,50	30	1,50	-1,25	170	25,18	22,75	2,43
18	3,25	-1,50	170	5,25	-3,00	180	21,12	20,63	0,49
19	4,75	-4,50	180	2,50	-1,00	105	20,67	20,87	0,20

Erros de refração em dioptrias; Esf: componente esférico; Cil: componente cilíndrico e eixo do Cil; OD olho direito; OE olho esquerdo; Cax: comprimento axial em mm e Dif: diferença interocular do comprimento axial

Os dados do Gráfico 4 mostram a distribuição dos valores das curvas-base das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (*Software*). A diferença entre as médias dos valores das curvas-base das lentes foi estatisticamente significativa ($p = 0,0008$).

Gráfico 4 - (Box Plot) – Resultados dos valores das curvas-base (mediana, amplitude interquartílica e valores máximo e mínimo) das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (*Software*)

Os dados do Gráfico 5 mostram a distribuição dos valores das espessuras centrais das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (*Software*). A diferença entre as médias dos valores das espessuras das lentes foi estatisticamente significativa ($p=0,0024$).

Gráfico 5 - (Box Plot) – Resultados dos valores das espessuras centrais (mediana, amplitude interquartílica e valores máximo e mínimo) das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (*Software*)

Os dados do Gráfico 6 mostram a localização das facetas nas lentes de estoque (Óptica) e nas lentes iseicônicas (*Software*).

Gráfico 6 - (Box Plot) – localização facetas (mediana, amplitude interquartílica e valores máximo e mínimo) nas lentes de estoque (Óptica) e lentes iseicônicas (*Software*)

Para explorar graficamente a variação dos parâmetros das lentes de estoque e iseicônicas foi realizada uma análise multivariada em escala multifatorial não métrica, N-MDS, com distância Euclidiana. A análise descritiva e cálculos estão nos dados da Tabela 7 e dos Gráficos 7 e 8.

Tabela 7 - Valores das médias, desvios-padrão e dos intervalos de confiança IC 95% dos parâmetros curva-base (D_1), espessura (t) e faceta das lentes iseicônicas e lentes de estoque

Parâmetros	Lentes iseicônicas – <i>Software</i>				Lentes de estoque – <i>Óptica</i>			
	Média	DP	IC 95%		Média	DP	IC 95%	
D_1	5,93	2,17	5,23	6,60	3,29	1,86	2,69	3,87
t	2,87	1,50	2,35	3,28	2,42	0,75	2,16	2,64
Faceta	39,26	8,31	36,58	41,95	29,47	2,26	28,95	30,26

D_1 curva-base em dioptrias, t espessura central em mm, faceta em porcentagem

Os dados do Gráfico 7 comparam graficamente o conjunto dos parâmetros das lentes iseicônicas (*Software*) e de estoque (*Óptica*) por meio de análise multivariada em escala multifatorial não métrica, N-MDS, com distância Euclidiana (stress = 0,053).

Gráfico 7 - Representação gráfica das variações dos parâmetros das lentes iseicônicas e de estoque obtida por meio de análise multivariada em escala multifatorial não métrica, N-MDS, com distância Euclidiana (stress = 0,053)

Os dados do Gráfico 8 mostram que a variação dos parâmetros das lentes de estoque e iseicônicas no espaço reduzido da ordenação N-MDS não sofreu influência do fator olho (direito ou esquerdo).

Gráfico 8 - Representação gráfica das variações dos parâmetros das lentes iseicônicas e de estoque obtida por meio de análise multivariada em escala multifatorial não métrica, N-MDS, mostrando que, no espaço reduzido da ordenação N-MDS, não existe influência estatisticamente significativa do fator olho direito ou esquerdo (stress=0,055)

Os dados da Tabela 8 mostram os resultados das médias, desvios-padrão e intervalos de confiança (IC 95%) das aniseiconias verticais e horizontais mensuradas no uso das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (*Software*).

Tabela 8 - Resultados dos valores das médias, desvios-padrão e intervalos de confiança (IC 95%) das aniseiconias vertical e horizontal mensuradas no uso das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (*Software*)

Correção	Aniseiconia	N	Média (DP)	IC 95%	
Óptica	Vertical	19	-1,05% (2,20%)	-2,00%	-0,05%
	Horizontal	19	-1,37% (2,36%)	-2,37%	-0,32%
<i>Software</i>	Vertical	19	-0,89% (2,23%)	-1,84%	0,11%
	Horizontal	19	-1,16% (2,03%)	-2,05%	-0,21%

Os dados da Tabela 9 e do Gráfico 9 mostram que não houve diferenças de aniseiconia vertical e horizontal no uso das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (Software).

Tabela 9 - Resultados dos valores (média e desvio-padrão) das aniseiconias vertical e horizontal mensurados no uso das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (Software)

Aniseiconia	Óptica	Software	df	p valor
Vertical	-1,05% (2,20%)	-1,37% (2,36%)	18	0,82739
Horizontal	-0,89% (2,23%)	-1,16% (2,03%)	18	0,77018

Teste *t* pareado de Student

Gráfico 9 - Distribuição dos valores de aniseiconia horizontal e vertical obtidos no uso das lentes de estoque (cores preta e vermelha) e iseicônicas (cores azul e verde)

Os dados da Tabela 10 e do Gráfico 10 mostram os resultados das avaliações de estereopsia, considerando-se os valores <100 segundos de arco como normais. A diferença entre as médias de estereopsia entre as lentes não foi estatisticamente significativa ($p=0,475$).

Tabela 10 - Resultados da avaliação de estereopsia pelo teste Titmus® no uso das lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (Software) - proporção de escolares < 100 segundos de arco de estereopsia/total

Correção	N	<100	Média (DP)	<i>t</i>	<i>Df</i>	<i>p value</i>
Óptica	19	21,1%	0,21 (0,42)	0,722	18	0,475
Software	19	31,6%	0,32 (0,48)			

Teste *t* de Student pareado

Gráfico 10 - Representação gráfica da proporção de escolares com menos de 100 segundos de arco de estereopsia/total no uso de lentes de estoque (Óptica) e iseicônicas (Software)

Os responsáveis pelos escolares contatados 40-50 dias após a entrega dos óculos informaram que 13,3% (2/15) dos escolares preferiram os óculos com lentes de estoque, 26,7% (4/15) escolheram os óculos com lentes iseicônicas e 60% (9/15) referiram indiferença na escolha dos óculos.

6 DISCUSSÃO

Para identificar o tratamento de melhor custo-benefício da aniseiconia induzida na correção óptica dos escolares anisometropes incluídos neste estudo, propusemos responder às seguintes questões: (1) Podemos utilizar lentes de estoque com curvas-base selecionadas para minimizar a diferença de tamanho interocular das imagens retínicas para o tratamento óptico da aniseiconia induzida na correção da anisometropia? e (2) Devemos utilizar lentes iseicônicas sugeridas pelo *software* Aniseikonia 3 para o tratamento óptico da aniseiconia induzida na correção da anisometropia?

A ambliopia anisométrica, diferentemente da estrabísmica, melhora com o uso da correção óptica que também aperfeiçoa a visão estereoscópica ⁽⁶⁶⁻⁶⁸⁾. Assim, os critérios de seleção dos escolares (anisometropes não-amblíopes, não estrábicos e usuários de óculos por, pelo menos, 1 ano) contribuíram para tornar a amostra mais homogênea e, portanto, aumentar a validade interna do estudo.

As anisometropias axiais e as refrativas geram diferenças nos tamanhos das imagens retínicas, porque seus tamanhos dependem das distâncias entre as retinas e os pontos nodais; quanto maiores as distâncias maiores as imagens ⁽¹⁾. Nas anisometropias axiais, os pontos nodais de ambos os olhos se superpõem, mas as retinas não; nas refrativas, as retinas se superpõem, mas, os pontos nodais não. Em ambos os casos, as distâncias retina-ponto nodal diferem entre os olhos ⁽¹⁾. Nas anisometropias corrigidas, quando as imagens são focadas na retina, a diferença de nitidez desaparece, deixando apenas a disparidade de tamanho (aniseiconia). Como é

difícil, para o cérebro, fundir imagens de tamanhos distintos, a aniseiconia tende a sobrecarregar o esforço fusional, gerando sintomas de astenopia ⁽¹⁾.

Então, quando é que se esperam sintomas? A resposta é: quando se corrigem as anisometropias. Isto porque, a diminuição da turvação visual entre olhos, promovida pela correção, favorece o exercício da visão bifoveal. Com isso, imagens de diferentes tamanhos, que antes não podiam ser juntadas, em razão da diferença de nitidez, passam a ser fundidas às custas de grandes esforços e sintomas variados ^(1,69).

Os estudantes incluídos no estudo não verbalizaram suas queixas, foram encaminhados pelos professores do ensino fundamental para exame oftalmológico completo porque, essencialmente, apresentavam redução da acuidade visual corrigida com os óculos em uso.

Dois terços de todos os anisometropes corrigidos com óculos queixam-se de cefaleia, queimação, ardor, lacrimejamento, fadiga visual e/ou tolerância limitada nas atividades de leitura ⁽⁶⁶⁾. Outros manifestam como sintomas: náusea, tontura ou enjoo associado com a leitura em movimento ⁽⁶⁶⁾.

Na anisometropia axial, a colocação dos óculos no plano focal anterior do olho (15,7 mm anterior à córnea) gera imagens retínicas do mesmo tamanho da imagem formada por um olho emétrope com as mesmas configurações decórnea e cristalino ^(15,17). Este princípio, denominado regra de Knapp ⁽³⁶⁻³⁹⁾, sugere que se a anisometropia for essencialmente por diferenças nos comprimentos axiais dos olhos, então, não devemos nos preocupar em corrigi-la com óculos.

No entanto, a regra de Knapp tem pouco valor clínico por uma série de razões ⁽⁴⁴⁾: (1) Diferenças de comprimento axial são, geralmente, acompanhadas por

alterações corneais compensatórias (princípio da emetropização) ⁽²⁾, e diferenças astigmáticas são sempre refrativas ^(15,17); (2) As lentes oftálmicas empregadas para a correção da anisometropia por terem diferentes poderes e formas, elas induzem efeitos de magnificação/minificação a despeito da regra de Knapp⁽⁴⁴⁾ e (3) As lentes oftálmicas mesmo na correção de anisometropias totalmente axiais não são usadas na posição do plano focal anterior do olho⁽⁴⁴⁾.

Como regra geral, quando se corrige uma anisometropia axial troca-se a disparidade de refração por disparidade de poder, gerando aniseiconia. Portanto, o segredo do tratamento dessas anisometropias está na escolha da correção que interfira, o mínimo possível, na similaridade de poder entre os olhos, minimizando a aniseiconia induzida ⁽¹⁾. Por outro lado, na correção óptica das anisometropias refrativas busca-se diminuir simultaneamente as desigualdades dos vícios de refração e dos poderes interoculares ⁽¹⁾.

No presente estudo, a avaliação comparativa do conjunto de parâmetros das lentes de estoque e iseicônicas (curva-base, espessura e faceta) foi feita com análise multivariada em escala multidimensional não-métrica (N-MDS), com distância Euclidiana (Tabela 7 e Gráfico 7). Os resultados da ordenação N-MDS mostraram diferenças estatisticamente significativas entre esses conjuntos (stress=0,053, Gráfico 7). Os resultados de outra análise multivariada em escala multidimensional não-métrica (N-MDS), com distância Euclidiana, mostrou que o conjunto dos parâmetros das lentes de estoque e iseicônicas não sofreu influência do fator olho (direito ou esquerdo) (stress=0,055, Gráfico 8).

No estudo, a aniseiconia foi derivada em meridianos pelo *software* Aniseikonia Inspector 3. As diferenças entre as aniseiconias vertical (p= 0,82739) e

horizontal ($p= 0,77018$) induzidas pelas lentes de estoque e iseicônicas nos escolares anisometropes do estudo não foram estatisticamente significantes (Tabela 8 e Gráfico 9).

Estes resultados sugerem que a correção óptica dos escolares anisometropes visando a tratar a aniseiconia induzida pode ser feita, tanto com lentes oftálmicas de estoque com curvas-base selecionadas para minimizar a diferença de tamanho interocular das imagens retínicas como com lentes iseicônicas sugeridas pelo *software* Aniseikonia Inspector 3. A escolha apropriada das lentes de estoque constituiu-se na solução mais acessível e de menor custo. No estudo houve cuidado, inclusive, na escolha de armações idênticas para ambas as correções. No entanto, a escolha do material CR-39 para as lentes dos dois óculos limitou o uso da espessura da lente para influenciar na magnificação/minificação da imagem retínica.

Os escolares anisometropes tiveram a estereopsia avaliada com o emprego do teste *Stereo Fly*[®] com símbolos LEA. Os alunos que identificaram os optotipos que sugerem a presença de estereopsia < 100 segundos de arco foram considerados normais ^(60,61); e aqueles alunos que indicaram apenas os optotipos que sugerem estereopsia, maior ou igual a 100 segundos de arco, foram considerados portadores de estereopsia subnormal ou anormal ^(60,61). No estudo, verificou-se que a maioria dos escolares no uso de ambas as correções ópticas apresentava estereopsia anormal ou subnormal, com leve tendência para melhor retenção de estereopsia no uso de lentes iseicônicas. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa de retenção de estereopsia no uso das duas correções ópticas (Tabela 10 e Gráfico 10).

Em relação à preferência, os responsáveis pelos escolares contatados 40-50 dias após a entrega dos óculos informaram que 13,3% (2/15) dos escolares

preferiram os óculos com lentes de estoque, 26,7% (4/15) escolheram os óculos com lentes iseicônicas e 60% (9/15) referiram indiferença na escolha dos óculos.

6.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

As limitações do estudo foram: (1) a pequena casuística; (2) a natureza da seleção dos escolares que incluiu apenas anisometropes não amblíopes, não estrábicos e usuários de óculos há, pelo menos, 1 ano, prejudicou a generalização dos dados; (3) o uso apenas do material CR-39 para a confecção das lentes dos óculos e (4) a informação sobre a preferência pelo uso de um dos óculos ter sido obtida por contato com o responsável pelo escolar.

7 CONCLUSÕES

Foram avaliados escolares anisometropes, não estrábicos e não amblíopes, corrigidos com lentes oftálmicas de estoque e com lentes iseicônicas sugeridas pelo *software* Aniseikonia Inspector 3[®]. Nas condições deste estudo, foram obtidos os seguintes resultados:

- As médias e os desvios-padrão da aniseiconia vertical obtidos no uso de correção com lentes de estoque e com lentes iseicônicas foram: $-1,05\% \pm 2,20\%$ e $-1,37\% \pm 2,36\%$, respectivamente. Esta diferença não foi significativa ($p=0,82739$).
- As médias e os desvios-padrão da aniseiconia horizontal obtidos no uso de correção com lentes de estoque e com lentes iseicônicas foram: $-0,895\% \pm 2,23\%$ e $-1,16\% \pm 2,03\%$, respectivamente. Esta diferença não foi significativa ($p=0,77018$).
- No uso da correção com com lentes iseicônicas, 31,6% dos escolares identificaram os optotipos que sugerem estereopsia menor que 100 segundos de arco. No uso da correção com lentes de estoque, este número foi 21,1%. Esta diferença não foi significativa ($p= 0,475$).
- Os óculos com lentes iseicônicas foram preferidos por 26,7% (4/15) dos escolares. Os óculos com lentes de estoque foram preferidos por 13,3% (2/15) dos alunos. Para 60% (9/15) dos escolares a escolha dos óculos foi indiferente.

A análise destes resultados permitiu concluir:

- A diferença de aniseiconia induzida nos escolares anisometropes corrigidos com lentes iseicônicas sugeridas pelo *software* Aniseikonia Inspector 3[®] e com lentes de estoque com curvas-base selecionadas para minimizar a diferença de tamanho interocular das imagens retínicas não foi estatisticamente significativa. O tratamento de melhor custo-benefício da aniseiconia induzida na correção óptica de escolares anisometropes foi obtido com os óculos aviados com lentes de estoque.

8 ANEXOS

8A- Comissão de Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq do Hospital das Clínicas da FMUSP

Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CAPPesq

Nº Protocolo: 1246/09

Título: Avaliação da Aniselmia em Pacientes Anisométricos.

Pesquisador Responsável: PROF. DR. MILTON RUIZ ALVES

Pesquisador Executante: Helio Paulo Primiano Junior

Disciplina: Oftalmologia

Departamento: OFTALMOLOGIA E OTORRINOLARINGOLOGIA

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, **APROVOU / TOMOU CIÊNCIA** na sessão datada de 17/02/2016, do(s) documento(s) abaixo mencionado(s):

•Carta datada de 17.11.15 - Alteração de pesquisador executante para Helio Paulo Primiano Junior e cronograma atualizado do estudo

Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: **a)** desenvolver o projeto conforme delineado; **b)** elaborar e apresentar relatórios parciais e final; **c)** apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; **d)** manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; **e)** encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; **f)** justificar perante ao CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

CAPPesq, 17 de Fevereiro de 2016

Prof. Dr. Alfredo José Mansur
Coordenador
Comissão de Ética para Análise de
Projetos de Pesquisa - CAPPesq

8B- Distribuição das curvas-base, espessuras e localizações das facetas das lentes iseicônicas sugeridas pelo software Aniseikonia 3

N	D ₁ OD*	D ₁ OE*	t OD	t OE	faceta OD	Faceta OE
1	11,75	9,35	9	5,3	33	33
2	6,63	7,26	2,2	2,4	50	50
3	4,75	7,45	2,2	2,7	33	50
4	4,68	5,76	2,2	2,2	33	50
5	3,68	4,94	2,2	2,2	33	33
6	3,68	5,84	2,2	2,2	33	50
7	5,27	6,63	2,2	2,2	33	50
8	2,13	4,81	2,2	2,2	33	33
9	4,02	5,48	2,2	2,2	33	33
10	2,83	6,06	2,2	2,2	33	50
11	7,07	5,07	2,2	2,2	50	33
12	3,97	5,13	2,2	2,2	33	33
13	4,75	3,41	2,2	2,2	33	33
14	3,35	5,07	2,2	2,2	33	33
15	7,54	8,62	2,7	4,7	50	50
16	5,62	5,00	2,2	2,2	50	33
17	3,91	7,45	2,2	2,5	33	50
18	8,85	10,17	4,7	6,6	33	33
19	8,85	8,39	5,3	3,9	50	50

*D₁ curva-basereal em dioptrias; t espessura em mm; faceta em %.

8C- Distribuição das curvas-base, espessuras e localizações das facetas das lentes de estoque

N	D₁ AO*	t OD	t OE	faceta AO
1	7.28	4.3	3.2	30%
2	3.75	2.1	2.1	30%
3	3.75	2.0	3.0	30%
4	3.75	1.8	2.2	30%
5	2.18	2.5	2.0	30%
6	2.18	1.8	2.4	30%
7	4.32	1.8	2.5	30%
8	0.06	1.8	2.5	30%
9	2.18	1.9	2.4	30%
10	0.06	1.9	2.4	30%
11	3.75	2.8	2.2	30%
12	2.18	1.2	1.8	30%
13	2.18	2.4	1.8	30%
14	2.18	2.2	2.2	30%
15	4.80	2.2	5.2	20%
16	3.75	2.4	2.0	30%
17	2.18	2.0	2.2	30%
18	5.96	2.5	3.8	30%
19	5.96	3.6	2.8	30%

D₁ curva-base real em dioptrias; t espessura em mm; faceta em %.

9 REFERÊNCIAS

1. Sousa SJF. Revisando as anisometropias. *Arq Bras Oftalmol.* 2002; 65:114-7.
2. Sorsby A, Leary G, Richards M. The optical components in anisometropia. *Vision Res.* 1962; 2:43-51.
3. Kulp MAT, Raasch TW, Polasky M. Patients with anisometropia and aniseikonia. In: Benjamin WJ (ed): *Borish's Clinical Refraction*. Houston: Elsevier; 2006. p. 1479-522.
4. De Vries. Anisometropia in children: analysis of a population hospital. *Br J Ophthalmol.* 1985;69:504-7.
5. Phelps WL, Munir J. Anisometropia and strabismus. *Am Orthopt.* 1977;27:131-3.
6. Woodruff ME, Samek MJ. A study of the prevalence of spherical equivalent refractive states and anisometropia in Amerind population in Ontario. *Can J Public Health.* 1977;68:414-24.
7. Laird K. Anisometropia. In: Grosvenor T, Flom T, Flom MC (eds). *Refractive anomalies: research and clinical applications*. Oxford, Reino Unido: Butterworth-Heinemann; 1991.
8. Hu Y, Wu JF, Lu TL et al. Prevalence and associations of anisometropia in children. *IOVS.* 2016;57:979-88.
9. Ingram RM, Traybar MJ, Walter C, Wilson JM. Screening for refractive errors at age 1 year: a pilot study. *Br J Ophthalmol.* 1979;63:243-50.

10. Abrahamsson M, Sjöstrand J. Natural history of infantile anisometropias. *Br J Ophthalmol*. 1996;80:860-3.
11. Lee JY, Seo JY, Baek SU. The effects of glasses for anisometropia on stereopsis. *Am J Ophthalmol*. 2013;156:1261-6.
12. Alves MR, Sousa MB, Medeiros FW. Anisometropia. In: Alves MR, Polati M, Sousa SJF (eds). *Refratometria ocular e a arte da prescrição médica*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2017. p.91-119.
13. Wiessel TN, Hubel DH. Single-cell responses in striate cortex of kittens deprived of vision in one eye. *J Neurophysiol*. 1963;26:1003-7.
14. Prado D. Aniseiconia. In: Prado D (ed). *Noções de óptica. Refração ocular e adaptação de óculos*. vol II. São Paulo: Rev. Técnicas; 1983. p.78-79.
15. Benjamin W T. Anisometropia and Aniseikonia. In: Borish, Borish *Clinical Refraction*. Oxford: Butterworth Heinemann; 2006. p. 1479.
16. Rustein RP, Fullard RJ, Wilson JA, Gordon A. Aniseikonia induced by cataract surgery and its effect on binocular vision. *Optom Vis Sci*. 2015;92(2):201-7.
17. Scheiman M, Wick B. Refractive Amblyopia. In: Scheiman M, Wick (eds). *Clinical management of binocular vision*. Philadelphia: Lippincott; 2002. p.471-88.
18. Achiron LR, Witkin N, Primo S, Broocker G. Contemporary management of aniseikonia. *Suv Ophthalmol*. 1997;41:321-30.
19. Bradley A, Rabin J, Freeman RD. Nonoptical determinants of aniseikonia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1983;24:507-12.

-
20. Benegas NW, Egdbert J, Engel WK, Kushner BJ. Diplopia secondary to aniseikonia associated with macular disease. *Arch Ophthalmol*. 1999;117:896-9.
 21. Enoch JM. Management of aniseikonia after intraocular lens implantation or refractive surgery. *J Refract Surg*. 1997;13:79-82.
 22. User's Manual Aniseikonia Inspector TM version 3 - Optical Diagnostics. Disponível em: http://www.opticaldiagnostics.com/products/ai_manual.pdf. Acessado em: 07/10/2018.
 23. Kehler LA, Fraine L, Lu P. Evaluation of the aniseikonia inspector version 3 in school-aged children. *Optom Vis Sci*. 2014;91(5):582-32.
 24. Kundart J. Diagnosis and treatment of aniseikonia: a case report and review. *Optometry Visual Performance*. 2018;6:112-8.
 25. Penisten DK. Anisometropia. In: Brookman KE (ed). *Refractive management of ametropia*. Boston: Butterworth-Heinemann; 1996. p. 99-121.
 26. Hu Y, Wu JF, Lu TL et al. Prevalence and associations of anisometropia in children. *IOVS*. 2016;57:979-88.
 27. Troilo D. Neonatal eye growth and emmetropization - A literature review. *Eye*. 1992;6:154-60.
 28. Saunders KJ, Woodhouse JM, Westall CA. Emmetropization in human infancy: Rate of change is related to initial refractive error. *Vision Res*. 1995;35:1325-8.
 29. Brown NP, Koretz JF, Bron AJ. The development and maintenance of emmetropia. *Eye (Lond)*. 1999;13:83-92.

-
30. Mutti DO, Mitchell GL, Jones LA, et al. Axial growth and changes in lenticular and corneal power during emmetropization in infants. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46:3074-80.
 31. Rabin J, Van Sluyters RC, Malach R. Emmetropization: A vision-dependent phenomenon. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1981;20:561-4.
 32. Ingran RM, Barr A. Changes in refraction between the ages of 1 and 3 ½ years. *Br J Ophthalmol*. 1979;63:339-42.
 33. Wood IC, Hodi S, Morgan L. Longitudinal change of refractive error in infants during the first year of life. *Eye (Lond)*. 1995;9:551-7.
 34. Saunders KJ. Early refractive development in humans. *Surv Ophthalmol*. 1995;40:207-17.
 35. Beachamp R. Normal development of the neural pathways. In: Rosenbloom AA, Morgan MW (eds). *Principles and practice of pediatric optometry*. New York: Lippincott; 1990. p.46-65.
 36. Weiss AH. Unilateral high myopia: optical components, associated factors, and visual outcomes. *Br J Ophthalmol*. 2003;87:1025-31.
 37. Kwan CCK, Yip SP, Yap MK. Monochromatic aberrations of the human eye and myopia. *Clin Exp Optom*. 2009;92:304-12.
 38. Logan NS, Gilmartin B, Wildsoet CF, Dunne MC. Posterior retinal contour in adult human anisomyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004;45:2152-62.
 39. Abrahamsson M, Fabian G, Anderson AK, Sjostrand J. A longitudinal study of a population based sample of astigmatic children. I. Refraction and amblyopia. *Acta Ophthalmologica (Copenh)*. 1990;68:428-34.

-
40. Atilla H, Kaya E, Erkam N. Emmetropization in anisometropic amblyopia. *Strabismus*. 2009;17:16-9.
 41. Guetes BC. The management of anisometropia. *Surv Ophthalmol*. 1970;14:433-5.
 42. Remole A. Anisophoria and aniseikonia. II. The management of optical aniseikonia. *Optom Vis Sci*. 1989; 66:736-46.
 43. Bannon RE, Triller W. Aniseikonia – a clinical report covering a ten-year period. *Am Acad Optom*. 1944;21:173-5.
 44. Milder B, Rubin ML. The fine art of prescribing glasses. Gainesville, Fla: Triad; 1991, p.179-218.
 45. Reed B. Aniseikonia: a case series and literature review. Thesis. Pacific University Common Knowledge; 2011. Disponível em: copyright@pacificu.edu. Acessado em: 08/11/2018.
 46. Brecher G. A new method for measuring aniseikonia. *Am J Ophthalmol*. 1951;34(7):1016-21.
 47. McCormack G, Peli E, Stone P. Differences in tests of aniseikonia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1992;33:2063-7.
 48. Rodríguez R. Aniseiconía: detección e medida. *Gaceta Óptica*. 2005;396:10-4.
 49. Awaya S. New Aniseikonia Tests. Handaya Co. Ltd; 1957.
 50. Amos JF. Anisometropia and aniseikonia. In: Amos JF. *Diagnosis and management in vision care*. Boston: Butterworths; 1987. p. 191.
 51. Antona B, Barra F, Barrio A, Gonzalez E, Sanchez I. The validity and repeatability of the New Aniseikonia Test. *Optom Vis Sci*. 2006;83(12):903-9.

-
52. Weise KK, Marsh-Tootle W, Corliss D. Evaluation of computer-based testing for aniseikonia in children. *Optom Vis Sci.* 2010;87(11):883-9.
 53. Stoner E, Perkins P. Optical formulas tutorial. Oxford: Butterworth-Heineman; 1997. p. 130.
 54. Lubkin V, Stollerman H, Linksz A. Stereopsis in monocular aphakia with glasses correction. *Am J Ophthalmol.* 1966;61(2):273-6.
 55. Oguz H, Oguz V. The effects of experimentally induced anisometropia on stereopsis. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2000;37;214-8.
 56. Jimenez JR Ponce A, del Barco LJ et al. Impact of induced aniseiconia on stereopsis with random-dot stereogram. *Optom Vis Sci.* 2002;79:121-5.
 57. Katsumi O, Tanino T, Hirose T. Effect of aniseikonia on binocular function. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1986;27:601-4.
 58. Goodwin RT, Romano PE. Stereoacuity degradation by experimental and real monocular and binocular amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1985;26:917-23.
 59. Lovasik JV, Szymkiw M. Effects of aniseikonia, accommodation, retinal illuminance, and pupil size on stereopsis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1985;26:741-50.
 60. Holmes JM, Lesle DA, Hatt BG, et al. Stability of near stereoacuity in childhood intermittent exotropia. *J AAPOS.* 2011;15:462-7.
 61. Birch E, Williams C, Drover J, et al. Randot preschool stereoacuity test: normative data and validity. *J AAPOS.* 2008;12:23-6.
 62. Jallie M. Ophthalmic lenses & Dispensing. 1ª ed. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1999.

63. Core Team R. R: A Language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2018.
64. Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. Past: software package for education and data analysis. *Pal Eletronica*. 2001;4(1):1-9.
65. Borg I, Groenen PJ. *Modern Mutidimensional Scaling: Theory and Applications*. New York: Springer; 2005.
66. Katsumi O, Tanino T, Hirose T. Effect of aniseikonia on binocular function. *Invest Ophthalmol Vis Sci*.1986;27(4):601-4.
67. Von Noorden G. *Binocular vision and ocular motility*, 4th ed. St Louis: CV Mosby; 1990. p. 208-221.
68. Kramper P, Shippman S, Meininger D, Lubkin V. A study of aniseikonia and Knapp's law using a projection space eikonometer. *Binocul Vis Strabismus Q*. 1999;14(3):197-201.
69. Gobin L, Rozema JJ, Tassignon MJ. Predicting refractive aniseikonia after cataract surgery in anisometropia. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(8):1353-61.

APÊNDICE

APENDICE

Treatment of aniseikonia induced by the optical correction of anisometropia in school children

Hélio Paulo Primiano Junior¹, Luiz Fernando Orlandin¹, Marcus Vinicius Takatsu¹, Milton Ruiz Rodrigues Alves² and Milton Ruiz Alves³

1 Clinics Hospital of the University of São Paulo Faculty of Medicine, São Paulo, Brazil

2. Pontifical Catholic University of São Paulo, São Paulo, Brazil

3. University of São Paulo Faculty of Medicine, São Paulo, Brazil

Corresponding author: Hélio Paulo Primiano Júnior

Rua Voluntários da Pátria, 1723

14801-320 Araraquara – SP, Brazil

E-mail: helioprimiano@yahoo.com.br

Telephone: +55 16 99962 2064

Institution where the work was conducted: Clinics Hospital of the University of São Paulo Faculty of Medicine, São Paulo, Brazil.

The authors declare no conflict of interest.

Abstract

OBJECTIVES: To compare aniseikonia and stereopsis in anisometropia in schoolchildren of the first year of elementary school corrected with stock ophthalmic lenses with base curve selected to minimize the interocular size difference of retinal images and with size lenses suggested by the software Aniseikonia Inspector 3 and to check the preference of them for one of these forms of correction. **METHODS:** Nineteen school children with anisometropia ≥ 1.5 D in corresponding meridians in the use of glasses with stock ophthalmic lenses and with size lenses were evaluated for aniseikonia (software Aniseikonia Inspector 3) and stereopsis (Stereo Fly test with LEA symbols). The preference for one of the forms of correction was verified after 40–50 days of wearing glasses. **RESULTS:** The mean and standard deviations of vertical and horizontal aniseikonia in the use of glasses with stock ophthalmic lenses and with size lenses were $-1.05\% \pm 2.20\%$ and $-1.37\% \pm 2.36\%$ ($p = 0.82739$) and $-0.895\% \pm 2.23\%$ and $-1.16\% \pm 2.03\%$ ($p = 0.77018$), respectively; 31.6% of the school children corrected with size lenses and 21.1% of the students corrected with stock ophthalmic lenses identified the optotypes that suggest stereopsis less than 100 seconds of arc ($p = 0.475$). Regarding the preference, 4/15 (26.7%) of the students chose the glasses with size lenses, 2/15 (13.3%) chose the glasses with stock ophthalmic lenses, and for 9/15 (60%) the choice was indifferent. **CONCLUSION:** The induced aniseikonia in school children with anisometropia corrected with size lenses suggested by the software Aniseikonia Inspector 3 was similar to that obtained in the correction with stock ophthalmic lenses with base curves selected to minimize the difference of interocular size of retinal images.

Descriptors: Anisometropia; Aniseikonia; Stereopsis; Eye health; Vision disorders; School health; Child.

Introduction

The condition in which a person's eyes have different refractive errors is called anisometropia ^(1,2). It may result from differences in the eyes' refractive power (refractive anisometropia) or in their axial length (axial anisometropia) ^(1,2). Populational studies have shown that anisometropia has a prevalence ranging from 1% to 20%, depending on the criteria adopted, the age, and the distribution characteristics of the sample ^(3–6). In children aged 6–8 years, the prevalence of anisometropia in spherical equivalent ≥ 1 D has been estimated as 8.5%, and 9.4% in children aged 12–13 years ^(7–9). Anisometropia is one of the leading causes of amblyopia and strabismus in children ^(10–12).

The optical correction of anisometropia trades a disparity in refraction for a disparity in power, causing aniseikonia, which is defined as a difference in size or shape between the cortical representations of the images originating from both eyes ⁽¹⁾. Although most spectacle users have a small amount of aniseikonia ($< 1\%$), values $\geq 2\%$ are considered clinically significant and may cause symptoms that can negatively impact the quality of life ⁽¹³⁾. The symptoms resulting from aniseikonia are highly variable; they are related not only to the

type and magnitude of anisometropia, but also to the optical correction used and to the user's ability to adapt to the correction ⁽¹³⁾.

When the optical correction of anisometropia also aims to treat aniseikonia, changes in the frontal curvature (base curve), thickness, facets, and refractive indexes of ophthalmic lenses may change the size of images on the retina ^(3,14,15). Lenses with smaller frontal curvatures (that is, flatter lenses) reduce the size of images on the retina, while lenses with greater frontal curvatures (more curved) increase it ^(3,13). In accordance with this rule, in the optical correction of anisometropia, aniseikonia may be reduced by 2%–3% by choosing a stock lens with a smaller frontal curvature for the eye that forms the larger retinal image and, conversely, a stock lens with a greater frontal curvature for the eye that forms the smaller retinal image ⁽¹⁵⁾.

Aniseikonia Inspector 3 (Optical Diagnostics) is a computer program that measures aniseikonia and suggests changes in the frontal curvature, thickness, facets, and vertex distance of ophthalmic lenses. In other words, it proposes iseikonic lenses for aniseikonia treatment ^(17,18). On the contrary, a more readily accessible and less costly solution may be to choose stock lenses with frontal curvatures (base curves) selected in such a way as to minimize the size difference of the retinal images generated by both eyes, since the base curve is the most important modifiable factor of the lenses in regard to aniseikonia ⁽¹⁸⁾.

The general objective of the present study was to compare the aniseikonia induced in the optical correction of anisometropia by the use of stock ophthalmic lenses selected for suitable base curves with that induced by the use of iseikonic lenses suggested by the Aniseikonia Inspector program in schoolchildren of the first year of elementary school. The specific objectives were to compare stereopsis between these groups and to assess the anisometropic schoolchildren's preference for one of these two forms of optical correction.

Methods

An observational, analytic, prospective clinical study was conducted at the general outpatient facilities of the Ophthalmology Clinic of the Clinics Hospital of the University of São Paulo Faculty of Medicine (HCFMUSP) in the period from May 2017 to June 2018. The study was approved by the HCFMUSP Ethics Committee for the Analysis of Research Projects. The participants' parents or legal guardians signed a free and informed consent form.

The population of the study comprised 19 schoolchildren of the first year from state elementary schools of the city of São Paulo, Brazil, aged 7–9 years. The schoolchildren first underwent visual screening by their teachers and were referred to HCFMUSP for ophthalmological evaluation, as a part of the “Vision of the Future” program. Schoolchildren with anisometropia ≥ 1.5 D in corresponding meridians and with a corrected visual acuity ≥ 0.8 in both eyes were included in the study. Schoolchildren were excluded if they exhibited strabismus, amblyopia (difference in interocular corrected visual acuity of two or more lines in Snellen’s optometric chart), opacity of the eyes’ optical media, neurological disturbances or mental retardation.

The study was conducted in two stages. In the first stage, a complete ophthalmological evaluation was performed (visual acuity measurement, extrinsic ocular motility, biomicroscopy, and ophthalmoscopy); the refraction test was performed under cycloplegia induced by two drops of 1% cyclopentolate instilled into the bottom of the lower conjunctival sac with a five-minute interval. Approximately 30 minutes after instilling the second drop, both computerized and manual band retinoscopy examinations were conducted using Topcon KR8000 autorefractor (Topcon Corporation, Tokyo, Japan). Subjective clinical refractometry was performed using a Topcon VT10 manual refractor (Topcon Corporation, Tokyo, Japan). At the end, the best corrected visual acuity was registered along with the values of the prescription for the refractive error.

Next, the schoolchildren had their aniseikonia measured using the Aniseikonia Inspector 3 program. The optical correction of the anisometropia was mounted onto a test frame with green and red filters to dissociate the images from both eyes, adopting the green filter on the right eye as a standard. The child was positioned in front of the computer monitor showing the Aniseikonia Inspector 3 screen. The test started with the child pointing on the monitor screen which of two rectangular boxes presented was higher, then which box was wider. If the images appeared to be equal to the child, the examiner selected the “E” button for “equal.” Once the test was completed, Aniseikonia Inspector suggested iseikonic lenses com modifications in the frontal curvature, thickness, and facets, to reduce aniseikonia induced by the optical correction. The results of the aniseikonia evaluation were expressed in percentage of magnification, along with a consistency value that allowed results to be considered either reliable or inconsistent. By definition, aniseikonia is expressed as a difference in size and shape of the image relative to the right eye. For example, if aniseikonia is measured as -3% , this means that it would be necessary to magnify the image from the right eye by 3% to compensate the aniseikonia induced by that optical correction.

Aniseikonia was measured in the vertical and horizontal meridians, in a 4° angular field of view, as suggested in the Aniseikonia Inspector 3 manual ^(16,17).

The prescription for the correction of refractive errors was used to make the following two pairs of glasses: one would be made with iseikonic lenses suggested by Aniseikonia Inspector 3 and the other with stock lenses. All lenses were made of CR-39 polymer. In the case of stock lenses (semi-finished blocks), the base curves were chosen by looking up the values in surfacing tables ⁽¹⁹⁾, and only the posterior face was surfaced. The iseikonic lenses had both faces surfaced. The prescriptions for the two pairs of glasses were filled using identical acetate frames. The glasses with iseikonic lenses had a discreet marking on the inner side of the right temple to allow their easy identification.

The second stage of the investigation evaluated aniseikonia, stereopsis, and the schoolchildren's preference for either form of correction. The Aniseikonia Inspector 3 test was performed with the child using the glasses with stock lenses and then those with iseikonic lenses, interpolated with a green filter on the right eye and a red filter on the left eye, to dissociate the images and allow aniseikonia to be measured. Stereopsis was measured for each of the optical corrections using Stereo Fly test (Stereo Optical Co. Inc., USA) with LEA symbols. The schoolchildren were considered to have normal stereopsis when they were able to identify the optotypes that suggest the presence of stereopsis at less than 100 arc seconds, and subnormal otherwise.

When the glasses were delivered, the responsible accompanying adult was informed that the child should use each of the pairs for 20 days. They were also told to use the glasses in a predetermined order, as previously and randomly assigned by a draw. The accompanying adult was informed that he or she would be contacted 40–50 days later to inform about the child's preference for either of the optical corrections received.

The demographic data and the test results were recorded on individual charts and a database was created, which was then tabulated on Microsoft Excel[®] spreadsheets. Calculations and statistical analyses were performed using the programs R (R Core Team, 2018) ⁽²⁰⁾ and Past — version 3.20 ⁽²¹⁾. In order to graphically examine the variation of the lens parameters (frontal curvature, thickness, and position of the lens facet in the bezel) relative to the factors “treatment” (digitally surfacing and software-indicated iseikonic lenses) and “eye” (right and left), a multivariate non-metric multidimensional scaling (NMDS) analysis with Euclidean distances ⁽²⁰⁾ was performed.

For analyzing aniseikonia and stereopsis in the use of digitally surfaced and iseikonic (software) lenses, confidence intervals (95% CI) were calculated. The normality of the variables was tested using the Shapiro–Wilk normality test ($\alpha = 0.05$). For evaluating aniseikonia and stereopsis, comparisons between variables were performed using Student's paired t test ($\alpha = 0.05$).

Results

The population of the study comprised 19 schoolchildren aged 7–9 years, of whom 15 (79%) were female.

Table 1 shows the distribution of refractive errors, axial lengths, and interocular differences in axial length.

In order to graphically examine the variation of the parameters of the stock and iseikonic lenses, a multivariate NMDS analysis with Euclidean distances was performed (Table 2 and Figures 1 and 2).

Figure 1 compares the parameter set of stock (optical) and iseikonic (software) lenses graphically through a multivariate NMDS analysis with Euclidean distances (stress = 0.053).

Figure 2 shows that the variation of the parameters of stock (optical) and iseikonic (software) lenses within the reduced NMDS ordination space was not influenced by the factor “eye” (right or left).

Table 3 presents the results of the vertical and horizontal aniseikonias measured in the use of stock (optical) and iseikonic (software) lenses.

Table 4 and Figure 3 show the results of the evaluation of stereopsis when using stock (optical) and iseikonic (software) lenses. Stereopsis values < 100 arc seconds were considered normal.

As for the preference for either type of glass, 13.3% (2/15) of the schoolchildren informed that they preferred the glasses with conventional lenses, 26.7% (4/15) chose the glasses with iseikonic lenses, and 60% (9/15) reported to be indifferent regarding the choice of glasses.

Discussion

Two questions need to be answered to identify the treatment with the best cost–benefit ratio for the aniseikonia induced by optical correction in the anisometropic schoolchildren included in this study: (1) can we treat aniseikonia using stock lenses with base curves selected to minimize the interocular difference in size of retinal images, or (2) should we treat the aniseikonia using iseikonic lenses suggested by the Aniseikonia Inspector 3 program?

When the optical correction of anisometropia also aims to treat aniseikonia, the parameters (base curve, thickness, vertex distance, and refractive index) can be manipulated to alter the size of the image on the retina ⁽²⁾. Complex nomograms and calculations are not always necessary, considering that the frontal curvature appears to be the most important modifiable factor ⁽³⁾. Al Habdan, in a 2016 study, observed that all other parameters being equal, lenses with smaller base curves minimized the image on the retina, whereas lenses with greater base curves magnified it ⁽²¹⁾.

In the present study, the results of NMDS ordination showed statistically significant differences between the lenses' parameter sets (stress = 0.053, Figure 1), but they were not influenced by the factor “eye” (left or right; stress = 0.055, Figure 2).

The differences between the values of vertical ($p = 0.82739$) and horizontal ($p = 0.77018$) aniseikonia induced in the optical correction by stock and iseikonic lenses in the anisometropic schoolchildren were not statistically significant (Table 3). These results suggest that stock lenses selected for suitable frontal curvatures (base curves) can be used in the treatment of the aniseikonia induced in the optical correction of anisometropic schoolchildren. The choice of the stock lenses resulted in a better cost–benefit ratio because it does not require iseikonic lenses, which are less readily accessible and certainly costlier.

In this study, it was observed that most schoolchildren presented subnormal stereopsis when using both types of optical correction, with a slight trend for better stereopsis retention when using iseikonic lenses (Table 4 and Figure 3). However, no statistically significant difference was noted between the two types of optical correction ($p = 0.475$).

As for preference, two schoolchildren (13.3%) chose the glasses with stock lenses, 4 (26.7%) preferred the glasses with iseikonic lenses, and to 9 (60%) the choice was indifferent.

This study had the following limitations: (1) the small number of cases; (2) the way the schoolchildren were selected, including only those who were anisometropic, without amblyopia or strabismus, and spectacle users for at least one year, which prevents the data from being generalized (3) the exclusive use of CR-39 material to produce the lenses, and (4) the fact that the information regarding the preference for either type of glasses was obtained from the adult responsible for the schoolchild.

It can be concluded from this study that the optical correction of anisometropic schoolchildren using stock lenses with base curves selected so as to minimize the interocular difference in size of retinal images exhibited similar results to those found with the use of iseikonic lenses suggested by the Aniseikonia Inspector 3 program.

References

1. Sousa SJF. Revisando as anisometropias. [A review of anisometropias.] *Arq Bras Oftalmol* 2002; 65:114–17.
2. Sorsby A, Leary G, Richards M. The optical components in anisometropia. *Vision Res* 1962; 2:43–51.
3. Kulp MAT, Raasch TW, Polasky M. Patients with anisometropia and aniseikonia. In Benjamin WJ (ed): *Borish's Clinical Refraction* Elsevier Houston 2006:1479–1522.
4. De Vries. Anisometropia in children: analysis of a population hospital. *Br J Ophthalmol* 1985; 69: 504–507.
5. Phelps WL, Munir J. Anisometropia and strabismus. *Am Orthopt* 1977; 27:131–133.
6. Woodruff ME, Samek MJ. A study of the prevalence of spherical equivalent refractive states and anisometropia in Amerind population in Ontario. *Can J Public Health* 1977; 68:414–424.
7. Hu Y, Wu JF; Lu TL et al. Prevalence and Associations of Anisometropia in Children. *IOVS* 2016; 57: 979–988.
8. O'Donoghue L, McClelland JF, Logan NS, Rudnicka AR, Owen CG, Saunders KJ. Profile of anisometropia and aniso-astigmatism in children: prevalence and association with age, ocular biometric measures, and refractive status. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54: 602–608.
9. Afsari S, Rose KA, Gole GA, et al. Prevalence of anisometropia and its association with refractive error and amblyopia in preschool children. *Br J Ophthalmol.* 2013; 97: 1095–1099.
10. Laird K. Anisometropia. In: Grosvenor T, Flom T, Flom MC (eds). *Refractive anomalies: research and clinical applications*. Butterworth-Heinemann, 1991.

11. Maths A, Johan S. Natural history of infantile anisometropia. *B J Ophthalmol* 1996; 80:860–863.
12. Abrahamsson M, Sjöstrand J. Natural history of infantile anisometropias. *Br J Ophthalmol* 1996; 80:860–863.
13. Scheiman M, Wick B. Refractive Amblyopia. In Scheiman M, Wick (eds). *Clinical Management of Binocular Vision*. Philadelphia, Lippincott. 2002:471–488.
14. Alves MR, Sousa MB, Medeiros FW. Anisometropia. In: Alves MR, Polati M, Sousa SJF (eds). *Refratometria ocular e a arte da prescrição médica*. [Eye refractometry and the art of medical prescription.] *Cultura Médica*, 5th ed, 2017:91–119.
15. Rutstein RP, Fullard RJ, Wilson JA, Gordon A. Aniseikonia induced by cataract surgery and its effect on binocular vision. *Optom Vis Sci* 2015;92(2):201–7.
16. User's Manual Aniseikonia Inspector™ version 3 - Optical Diagnostics. Available from: http://www.opticaldiagnostics.com/products/ai_manual.pdf. Accessed on October 7, 2018.
17. Kehler LA, Fraine L, Lu P. Evaluation of the Aniseikonia Inspector version 3 in school-aged children. *Optom Vis Sci* 2014; 91(5):582–32.
18. Kundart J. Diagnosis and Treatment of Aniseikonia: A Case Report and Review. *Optometry Visual Performance*. 2018;6: 112–118.
19. Jallie M. *Ophthalmic lenses & Dispensing*. Butterworth-Heinemann, 1st ed., 1999.
20. CORE TEAM R. 2018. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
21. Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. *Past: Software Package for Education and Data Analysis*. Pal Eletrônica 2014;1:1–9.
22. Al Habdan, N. Treating aniseikonia with stock base curve manipulation in asymptomatic adults. *Pacific University Common Knowledge*, 2016. Available from: <http://bit.ly/2Mnp29L>. Accessed on January 24, 2019.

Table 1 – Distribution of refraction errors, axial lengths, and interocular differences between axial lengths

N	Spher RE	Cyl RE	Cyl axis RE	Spher LE	Cyl LE	Cyl axis LE	AxLen RE	AxLen LE	Biom Diff
1	7.00	-4.00	180	4.00	-2.00	180	20.14	20.68	0.54
2	0.25	-1.00	95	-1.50	-1.75	53	22.61	23.22	0.61
3	-1.75	-3.50	180	2.00	-2.25	180	23.98	22.36	1.62
4	-2.25	-2.75	20	-0.25	-2.75	175	24.97	24.04	0.93
5	-5.25	-1.00	160	-1.75	-2.75	180	25.43	24.74	0.69
6	-4.00	-3.50	180	-0.25	-2.50	165	25.23	23.32	1.91
7	-1.50	-2.00	15	0.00	-0.50	165	22.42	22.15	0.27
8	-7.50	-4.00	15	-1.75	-3.25	170	25.27	23.31	1.96
9	-4.25	-1.50	180	-1.75	-0.75	15	26.02	24.83	1.19
10	-6.75	-2.00	90	-1.00	0.50	60	26.41	23.93	2.48
11	0.50	-0.25	130	-2.50	-0.75	150	22.94	24.56	1.62
12	-4.25	-1.75	165	-2.00	-1.50	15	25.25	24.16	1.09
13	-3.00	-1.00	155	-6.00	-0.75	50	23.48	24.16	0.68
14	-5.25	-2.50	165	-1.50	-2.75	15	23.85	23.14	0.71
15	2.00	-2.00	180	4.00	-3.50	180	22.29	22.12	0.17
16	-0.50	-2.75	175	-2.25	-1.50	10	22.58	22.97	0.39
17	-4.00	-2.50	30	1.50	-1.25	170	25.18	22.75	2.43
18	3.25	-1.50	170	5.25	-3.00	180	21.12	20.63	0.49
19	4.75	-4.50	180	2.50	-1.00	105	20.67	20.87	0.20

Refractive error figures in diopters; Spher: spherical component; Cyl: cylindrical component; Cyl axis: cylindrical axis; RE: right eye; LE: left eye; AxLen: Axial length in mm; Diff: interocular difference of the axial lengths

Table 2 — Means, standard deviations, and confidence intervals (95% CI) of the parameters frontal curvature (D_1), thickness (t) and facet of iseikonic and conventional lenses

Parameters	Iseikonic lenses – software				Conventional lenses – Optical			
	Mean	SD	95% CI		Mean	SD	95% CI	
D_1	5.93	2.17	5.23	6.60	3.29	1.86	2.69	3.87
t	2.87	1.50	2.35	3.28	2.42	0.75	2.16	2.64
Facet	39.26	8.31	36.58	41.95	29.47	2.26	28.95	30.26

D_1 — frontal curvature in diopters; t — central thickness in mm, facet as a percentage

Figure 1 — Graphical representation of the variation of the parameters of digitally surfaced lenses and iseikonic lenses, obtained through a through a multivariate non-metric multidimensional multifactor scaling (NMDS) analysis with Euclidean distances (stress = 0.053)

Figure 2 — Graphical representation of the variation of the parameters of digitally surfaced lenses and iseikonic lenses, obtained through a through a multivariate non-metric multidimensional multifactor scaling (NMDS) analysis, showing that within the reduced NMDS ordination space there was no statistically significant influence from the factor “eye” (right or left; stress = 0.055)

Table 3 – Results of vertical and horizontal aniseikonia (mean and standard deviation values) measured for the use of digitally surfaced (optical) lenses and iseikonic (software) lenses

Aniseikonia	Optical	Software	df	p value
Vertical	−1.05% (2.20%)	−1.37% (2.36%)	18	0.82739
Horizontal	−0.89% (2.23%)	−1.16% (2.03%)	18	0.77018

Student’s paired *t* test

Table 4 — Results of stereopsis evaluation using the Titmus test for the use of digitally surfaced lenses (optical) and iseikonic lenses (software): proportion of schoolchildren with < 100 arc seconds of stereopsis/total

Correction	N	< 100	Mean (SD)		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i> value
Optical	19	21.1%	0.21	(0.42)	0.722	18	0.475
Software	19	31.6%	0.32	(0.48)			

Student's paired *t* test

Figure 3 — Graphical representation of the proportion of schoolchildren with less than 100 arc seconds of stereopsis/total, using digitally surfaced (optical) lenses and iseikonic (software) lenses