MARCELO TANNOUS

Estudo comparativo de estereopsia, aniseiconia e sintomas associados, em pacientes pseudofácicos bilaterais, com e sem anisometropia

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

São Paulo

2022

MARCELO TANNOUS

Estudo comparativo de estereopsia, aniseiconia e sintomas associados, em pacientes pseudofácicos bilaterais, com e sem anisometropia

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

São Paulo

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Tannous, Marcelo
Estudo comparativo de estereopsia, aniseiconia e sintomas associados, em pacientes pseudofácicos bilaterais, com e sem anisometropia / Marcelo Tannous. -- São Paulo, 2022.
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Oftalmologia.
Orientador: Milton Ruiz Alves.

Descritores: 1.Catarata 2.Facoemulsificação 3.Pseudofacia 4.Aniseiconia 5.Percepção de profundidade 6.Anisometropia

USP/FM/DBD-010/22

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

“Jamais o sol vê a sombra”.

Leonardo da Vinci

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, **Wasfi Mussa Tannous Hanna** pelo
exemplo profissional e a minha mãe,
Suad Chedid Tannous pelo apoio incondicional
em todos os projetos da nossa vida.

À minha esposa **Fernanda Roberta Correa Tannous**,
fonte de amor e dedicação constantes.

As minha filhas **Carolina Correa Tannous** e
Luísa Correa Tannous que nos ensinaram o
verdadeiro sentido da vida e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Milton Ruiz Alves pela orientação, apoio, confiança e oportunidade de realizar este trabalho.

Ao **Prof. Dr. Remo Susanna Junior**, titular da Disciplina de Oftalmologia e Chefe da Clínica Oftalmológica do HCFMUSP, pelo exemplo de liderança.

Ao **Prof. Dr. Mario Luiz Ribeiro Monteiro**, chefe da pós-graduação, pela dedicação às atividades de pesquisa.

Ao **Dr. Daniel Dantas** pela atenção e competência na realização dos cálculos estatísticos desta tese.

Aos **colegas**, **médicos** e **funcionários** do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da Universidade de São Paulo, os quais nos receberam com enorme boa vontade e dividiram conosco seus conhecimentos.

À **Regina Ferreira de Almeida** pela dedicação e compromisso com a pós-graduação.

Aos **pacientes** e **voluntários** que fizeram parte deste estudo, toda a nossa gratidão por sua colaboração para a realização desta tese.

NORMATIZAÇÃO ADOTADA

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

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 Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

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

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

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos ix
Lista de Tabelas xi
Lista de Quadros xii
Lista de Figuras xiii
RESUMO xv
ABSTRACT xvi
1 INTRODUÇÃO 1
2 OBJETIVOS 4
2.1 Objetivo geral 5
2.2 Objetivos específicos 5
3 REVISÃO DA LITERATURA 6
3.1 Evolução da cirurgia de catarata 7
3.2 Facoemulsificação e lentes intraoculares 12
3.3 Biometria ocular 14
3.3.1 Biometria ocular ultrassônica 14
3.3.2 Biometria óptica por interferometria de coerência parcial 15
3.3.3 Fórmulas biométricas 16
3.4 Anisometropia 19
3.4.1 Correção óptica 21
3.5 Aniseiconia 22
3.6 Estereopsia 24
4 MÉTODOS 27
4.1 Aspectos éticos 28
4.2 Tipo de estudo 28
4.3 População 28
4.3.1 Critérios de inclusão 29
4.3.2 Critérios de exclusão 29
4.3.3. Facoemulsificação com implante de lente intraocular 29
4.4 Avaliação oftalmológica pós-cirúrgica 30
4.4.1 Mensuração da aniseiconia 31

4.4.2 Mensuração da estereopsia 32
4.4.3 Avaliação dos sintomas de aniseiconia.....33
4.5 Cálculo do tamanho amostral 33
4.6 Análise estatística 35
5 RESULTADOS 36
6 DISCUSSÃO 48
7 CONCLUSÕES 58
8 ANEXOS 61
9 REFERÊNCIAS.....63
10 APÊNDICE.....78

LISTAS

ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

a.C. -	Antes de Cristo
ACD -	Profundidade da Câmara Anterior
ACH -	Anisometropia cilíndrica hipermetrópica
ACM -	Anisometropia cilíndrica miópica
AEH -	Anisometropia esférica hipermetrópica
AEM -	Anisometropia esférica miópica
AL -	Comprimento Axial Ocular
AM -	Anisometropia mista
AV -	Acuidade Visual
AV cc -	Acuidade Visual corrigida
CCT -	Espessura Central da Córnea
D -	Dioptria
d.C.-	Depois de Cristo
DC -	Dioptria Cilíndrica
DE -	Dioptria Esférica
DP -	Desvio-padrão
Dv -	Distância Vértice
EE -	Equivalente Esférico
ELP -	Posição Efetiva da Lente Intraocular
ERNC-	Erro de refração não corrigido
et al. -	E colaboradores
H -	Altura Corneana
K -	Ceratometria Média
LIO -	Lente Intraocular
LIOs -	Lentes Intraoculares
LT -	Espessura do Cristalino
MHz -	Mega-hertz

N -	Índice de Refração
nm -	Nanômetro
p -	valor-p: nível descritivo ou probabilidade de significância estatística
P -	Poder Dióptrico da Lente Intraocular
PCI -	Interferometria de Coerência Parcial
r -	Raio de Curvatura
TCLE -	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

% - Porcentagem

≥ - Maior ou Igual

≤ - Menor ou Igual

> - Maior

< - Menor

TABELAS

Tabela 1 - Dados demográficos dos 111 pseudofácicos bilaterais. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021.....37

Tabela 2 - Parâmetros biométricos dos 111 pseudofácicos bilaterais. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021 38

Tabela 3 - Valores de aniseiconia e estereopsia dos 111 pseudofácicos bilaterais. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021.....39

Tabela 4 - Sintomas associados com aniseiconia referidos pelos 111 pseudofácicos bilaterais. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021.....40

Tabela 5 - Contribuição das variáveis independentes em um modelo de regressão linear com os dados do grupo anisometropia, para explicar a variável depende – estereopsia (unidades log10 segundos de arco).....46

QUADROS

Quadro 1 - Escala de 0 a 4 para a avaliação dos sintomas de aniseiconia pós-cirúrgicos 33

Quadro 2 - Poder estatístico versus tamanho da amostra para identificar diferença de 0,3 unidades de $\log_{10}$ de estereopsia, com nível de significância de 0,05 34

FIGURAS

Figura 1 - Ilustração egípcia antiga de uma cirurgia de catarata 8

Figura 2 - Instrumento usado no Antigo Egito para realizar o *couching* do cristalino 8

Figura 3 - Técnica de extração de catarata de Daviel usando os instrumentos que ele projetou 10

Figura 4 - A primeira máquina de facoemulsificação desenvolvida pelo Dr. Kelman 11

Figura 5 - Harold Ridley e a invenção da Lente Intraocular.....12

Figura 6 - Aniseikonia Inspector e óculos com filtros verde e vermelho 23

Figura 7 - Randot estereoteste e óculos com lentes polarizadas.....25

Figura 8 - Tamanho da amostra versus poder para identificar diferença de estereopsia de 0,3 unidades em $\log_{10}$ de segundos de arco com um nível de significância de 0,05 com teste single-sided 34

Figura 9 - Diagrama de dispersão entre aniseiconia e diferença interocular de EE. Grupo controle – coeficiente de correlação R=-0,23; p=0,061. Grupo anisometropia – coeficiente de correlação de Pearson R=0,055; p=0,73. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP– 2018-2021 41

Figura 10 - Diagrama de dispersão entre estereopsia e diferença interocular de EE. Grupo controle – coeficiente de correlação de Pearson R=0,17; p=0,17. Grupo anisometropia – coeficiente de correlação de Pearson R=0,27; p=0,087. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021 42

Figura 11 - Diagrama de dispersão entre aniseiconia e média dos sintomas relacionados à aniseiconia. Grupo controle – coeficiente de correlação R=0,039; p=0,75. Grupo anisometropia – coeficiente de correlação de Pearson R=-0,21; p=0,19. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021 43

Figura 12 - Diagrama de dispersão entre estereopsia e média dos sintomas relacionados à aniseiconia Grupo controle – coeficiente de correlação R=-0,15; p=022. Grupo anisometropia – coeficiente de correlação de Pearson R=0,09; p=0,57. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021 44

Figura 13 - Diagrama de dispersão entre estereopsia e aniseiconia. Grupo controle – coeficiente de correlação de Pearson R=-0,098; p=0,42. Grupo anisometropia – coeficiente de correlação R=-0,12; p=0,44. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021 45

Figura 14 - Diagrama de dispersão de valores reais (eixo y – estereopsia em unidades log10 de segundos de arco) versus valores previstos (eixo x – variáveis independentes). Modelo obtido com a utilização do conjunto de dados do grupo anisometropia. Coeficiente de correlação de Pearson R=0,35; p =0,022 47

RESUMO

Tannous M. *Estudo comparativo de estereopsia, aniseiconia e sintomas associados, em pacientes pseudofácicos bilaterais, com e sem anisometropia.* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2022.

Objetivos: Comparar estereopsia, aniseiconia, e sintomas associados, em pacientes pseudofácicos bilaterais, com e sem anisometropia. **Métodos**: Foi realizado estudo clínico transversal em população de portadores de catarata senil, submetidos previamente à facoemulsificação com implante de LIO monofocal em ambos os olhos. Os pseudofácicos foram divididos em dois grupos: Grupo Controle (n=69) - diferença na refração pós-cirúrgica interocular pelo EE <1,00D e Grupo Anisometropia (n=42) - diferença na refração pós-cirúrgica interocular pelo EE ≥ 1,00D. A aniseiconia foi mensurada com o emprego do *software* Aniseikonia Inspector 3 e a estereopsia com o emprego do Randot estereoteste. A avaliação de dez sintomas associados com aniseiconia foi feita com a aplicação de um questionário. A análise dos dados foi feita por meios dos seguintes modelos estatísticos: análise univariada, multivariada e regressão múltipla. **Resultados**: A aniseiconia induzida pelas cirurgias de catarata foi de 0,64±1,41 % (Grupo Controle) e 0,62 ±1,76 % (Grupo anisometropia), diferença não significante (p=0,766). A estereopsia mensurada foi de 1,95±0,17 $\log_{10}$ segundos de arco (Grupo Controle) e de 2,12±0,22 $\log_{10}$ segundos de arco (Grupo Anisometropia), diferença significante (p<0,0001). A média dos sintomas associados com aniseiconia foi de 1,39±0,46 (Grupo Controle) e de 1,44±0,44 (Grupo Anisometropia), diferença não significante (p=0,461). A contribuição das variáveis independentes na predição da estereopsia no Grupo Anisometropia foi a seguinte: comprimento axial (18,06%); anisometropia (EE) (44,53%), aniseiconia (25,71%) e poder da LIO (11,71%). **Conclusões:** O estudo mostrou que estereopsia, aniseiconia e sintomas associados não representaram um problema substancial para o conforto visual de pacientes pseudofácicos bilaterais com anisometropia < 3D.

Descritores: Catarata; Facoemulsificação; Pseudofacia; Aniseiconia; Percepção de profundidade; Anisometropia.

ABSTRACT

Tannous M. *A comparative study of stereopsis, aniseikonia, and symptoms associated, in patients with bilateral pseudophakia, with and without anisometropia* [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2022.

Objectives: To compare stereopsis, aniseikonia, and symptoms associated, in bilateral pseudophakia, with and without anisometropia. **Methods**: A cross-sectional clinical study was conducted with a population of patients with senile cataracts, previously scheduled for phacoemulsification with unifocal IOL implant in both eyes. The pseudophakics were divided into two groups: Control Group (n=69) - difference interocular post-surgical refraction in spherical equivalent (SE) <1.00D and Anisometropia Group (n=42) - difference interocular post-surgical refraction in SE ≥ 1.00D. The aniseikonia was evaluated in the Aniseikonia Inspector 3 and stereopsis in the Randot stereotest. The evaluation of ten symptoms related to aniseikonia was done by applying a questionnaire. Statistical evaluation of data included models of univariate, multivariate, and regression analysis. **Results**: The aniseikonia induced by cataract surgery was 0.64±1.41% (Control Group) and 0.62 ±1.76% (Anisometropia Group), a non-significant difference (p=0.766). The stereoacuity measured was 1.95±0.17 units $\log_{10}$ arc seconds (Control Group) and 2.12±0.22 units $\log_{10}$ arc seconds (Anisometropia Group), a significant difference (p<0.0001). The mean of symptoms associated with aniseikonia were 1.39±0.46 (Control Group) and 1.44±0.44 (Anisometropia Group), a non-significant difference (p=0.461). The contribution of independent variables in predicting the stereopsis in the Anisometropia Group was the following: axial length difference (18.06%); SE difference (44.53%), aniseikonia (25.71%), and IOL power difference (11.71%). **Conclusions**: The study showed that stereopsis, aniseikonia, and associated symptoms did not stand for a substantial problem for visual comfort of bilateral pseudophakic patients with anisometropia < 3D.

Descriptors: Cataract; Phacoemulsification; Pseudophakia; Aniseikonia; Depth perception; Anisometropia.

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O termo catarata refere-se a qualquer tipo de perda de transparência do cristalino, independentemente de causar ou não prejuízos à visão [1]. Em 2015, globalmente, os erros de refração não corrigidos (ERNC) acometeram 116,3 milhões de pessoas (número estimado entre 49,4 milhões e 202,1 milhões) e a catarata outros 52,6 milhões de pessoas (número estimado entre 18,2 milhões e 109,6 milhões), ou seja, ambos contribuíram para 55% da cegueira e 77% do comprometimento da visão em adultos com 50 anos ou mais [2].

O número de pessoas cegas por catarata no mundo está aumentando em aproximadamente 1 milhão por ano e o número de olhos "operáveis" com acuidade visual (AV) inferior a 6/60 está aumentando em 4 a 5 milhões por ano [3]. Anualmente, são realizadas cerca de 10 milhões de cirurgias de catarata, com taxas variando de 100 a 6000 cirurgias por milhão de população por ano [3]. Atualmente, a cirurgia de catarata com implante de lente intraocular (LIO) é o procedimento cirúrgico mais realizado no mundo e são marcantes os benefícios conferidos aos pacientes operados [4].

Os pacientes, hoje, estão sendo operados em idades mais jovens e com melhor AV [5-7]. O número anual de cirurgias de catarata está aumentando e deverá dobrar nas próximas duas décadas [8-10]. Esse aumento da demanda de cirurgia de catarata focado em recuperar o mais precocemente possível a função visual ideal reflete hoje a obtenção de resultados melhores por meio de procedimentos mais seguros [11-15]. Nesse sentido, um estudo mostrou, surpreendentemente, que uma grande proporção de pacientes suecos com AV pré-operatória de 0,8 ou melhor que

poderia ser melhorada por óculos optou pela cirurgia de catarata [11]. De fato, o aprimoramento da técnica cirúrgica, aliado aos avanços em materiais e equipamentos, nos últimos anos, melhorou os resultados e a segurança do procedimento [16-19]. Mais recentemente, novas tecnologias em lentes intraoculares (LIOs) ampliaram os benefícios aos pacientes tornando-os menos dependentes de correção óptica para grande parte de suas atividades de vida diária [20, 21]. Essa realidade mudou consideravelmente o resultado da cirurgia e, consequentemente, a expectativa dos pacientes [12].

Como vemos, os avanços da cirurgia do cristalino fizeram-na ser considerada um procedimento curativo e refrativo, com elevado índice de reprodutibilidade, previsibilidade e segurança [13]. A formação de imagens interoculares claras é necessária para se ter adequadas amplitude fusional e estereopsia [22]. No entanto, a provisão de imagens claras pela correção óptica com óculos dos pseudofácicos unilaterais e bilaterais pode criar efeitos visuais que distorcem o horóptero e a percepção estereoscópica, provocando desbalanço de motilidade ocular e desconforto visual [23, 24]. A correção óptica da anisometropia induzida pela cirurgia de catarata uni ou binocular pode causar aniseiconia e anisoforia. Esses efeitos ópticos podem comprometer o desempenho motor e sensorial da visão binocular [22].

A aniseiconia ocorre em 40% dos pacientes após a cirurgia de catarata [23, 24] e pode reduzir a estereopsia, comprometendo a visão binocular [23-25]. A importância e a atualidade do tema motivaram a realização desta pesquisa que pretende comparar estereopsia, aniseiconia e sintomas associados, em pacientes pseudofácicos bilaterais, com e sem anisometropia.

2 OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Mensurar estereopsia, aniseiconia e sintomas associados em pacientes pseudofácicos bilaterais, com e sem anisometropia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Correlacionar aniseiconia com o erro refracional pós-cirúrgico e com sintomas associados;
- Correlacionar estereopsia com o erro refracional pós-cirúrgico e com sintomas associados;
- Correlacionar estereopsia com aniseiconia;
- Estimar as contribuições da aniseiconia e das diferenças interoculares de EE, poder de LIO e comprimento axial na predição da estereopsia; e
- Verificar se estes pacientes pseudofácicos bilaterais toleram bem a aniseiconia e sintomas associados, assim como, suas repercussões na estereopsia decorrentes das diferenças refracionais interoculares.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 EVOLUÇÃO DA CIRURGIA DE CATARATA

A catarata é uma afecção conhecida desde tempos imemoriais; fala-se em 4 mil anos ou mais [26]. A catarata é citada em um tratado sobre Cirurgia escrito a milhares de anos antes de Cristo (a.C.), pelo grande cirurgião da antiga Índia, Susruta, que a descreveu como uma opacidade do cristalino devida a uma desordem dos fluidos do olho [26].

A cirurgia de catarata tem seu primeiro marco histórico, em Roma, na descrição de um ato cirúrgico feita por Aurélio Cornelius Celsus, 25 a 50 anos depois de Cristo (d.C.), médico praticante em Roma no início da era Cristã [27]. Segundo Braga [26] para se compreender o ato cirúrgico para a cura da catarata então praticado, se faz mister acompanhar a descrição que Celsus fazia da anatomia ocular: o olho possuía duas túnicas: (1) externa - a "ceratoides córnea" (córnea e esclera) e a "choroides vascular" (úvea), a qual era perfurada por um "buraco no lugar da pupila"; e (2) uma túnica interna - "arachnoides", semelhante a teia de aranha de função desconhecida (retina). O cálice formado por esta túnica continha uma "hyaloides" gelatinosa (vítreo). Apoiado na frente da "hyaloides" estava o "crystalino" (crystalloides) que consistia em "uma gota de humor semelhante a clara do ovo, sítio da faculdade da visão". Na frente da "crystalloides" e atrás da pupila, havia um espaço vazio, o "locus vacuus". Sob certas condições de moléstias, um humor espesso "fluía" nesse espaço, onde se solidificava, formando um "sufusio" ou "catarata". O propósito do tratamento cirúrgico para essa condição era a "depressão"

do humor endurecido, para fora da "via do crystalloides", que era o produtor da visão. Segundo Braga [26] a denominação inglesa de "couching" para essa operação deve ser entendida como "deitar" o material opaco "para o fundo do olho", processo que era também conhecido como "reclinação" ou "depressão" e este método já era empregado vários séculos antes, na Índia, Grécia e Egito (Figuras 1 e 2).

FONTE: Disponível em: https://www.google.com/search?Uma+ilustração+antiga+de+uma+cirurgia+de+catarata.&tbm/ Acessado em 05/02/2020.

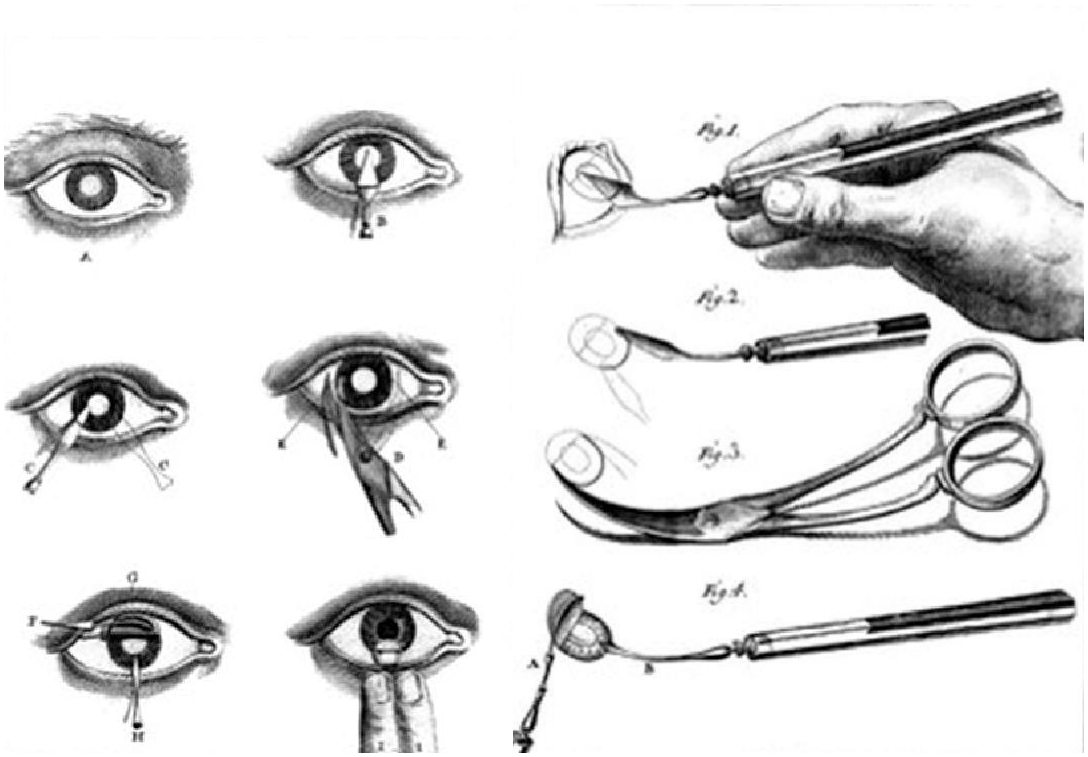
Figura 1 - Ilustração egípcia antiga de uma cirurgia de catarata

FONTE: Disponível: https://amh2091475090.wordpress.com/taking-the-mystery-out-of-the-cradle-of-life/ Acessado em 05/02/2020.

Figura 2 - Instrumento usado no Antigo Egito para realizar o *couching* do cristalino

Segundo Braga [26] , na Arábia, Rhazes [28] (850 a.C.), pela primeira vez fez a extração da catarata mole aspirando com um tubo de vidro e Ammar [29] (996 a 1020 a.C.), abriu a conjuntiva junto ao limbo e puncionou a esclera com uma faca pequena e introduziu através da abertura uma agulha forte e oca exatamente como se fosse fazer a reclinação da catarata; empurrou a catarata para baixo, deixando metade da pupila livre, por onde se via uma porção da agulha; mergulhou dois terços dessa porção que permanecia dentro do olho e solicitou do assistente que sugasse fortemente, afirmando que "a catarata tem um corpo espesso e em torno dele uma membrana que lembra clara de ovo".

Ainda, segundo Braga [26], Jacques Daviel [30] publicou em 1753 nas "Memoirés de L'Academie Royale de Chirurgie de Paris", que “embora os antigos acreditassem que a catarata fosse uma espécie de membrana formada pelo espessamento do humor aquoso, no entanto, a catarata resultava da turvação do cristalino”. Jacques Daviel [30] realizou a primeira extração planejada de catarata extracapsular em um olho humano vivo em 1750. Para realizá-la foram utilizados vários instrumentos incluindo faca, espátula, tesoura, agulha e colher. A incisão foi feita próxima do limbo inferior, devido à tendência do paciente de movimentar o olho para cima” (Figura 3).



FONTE: Retirado de Albert DM e Edwards DD [31]

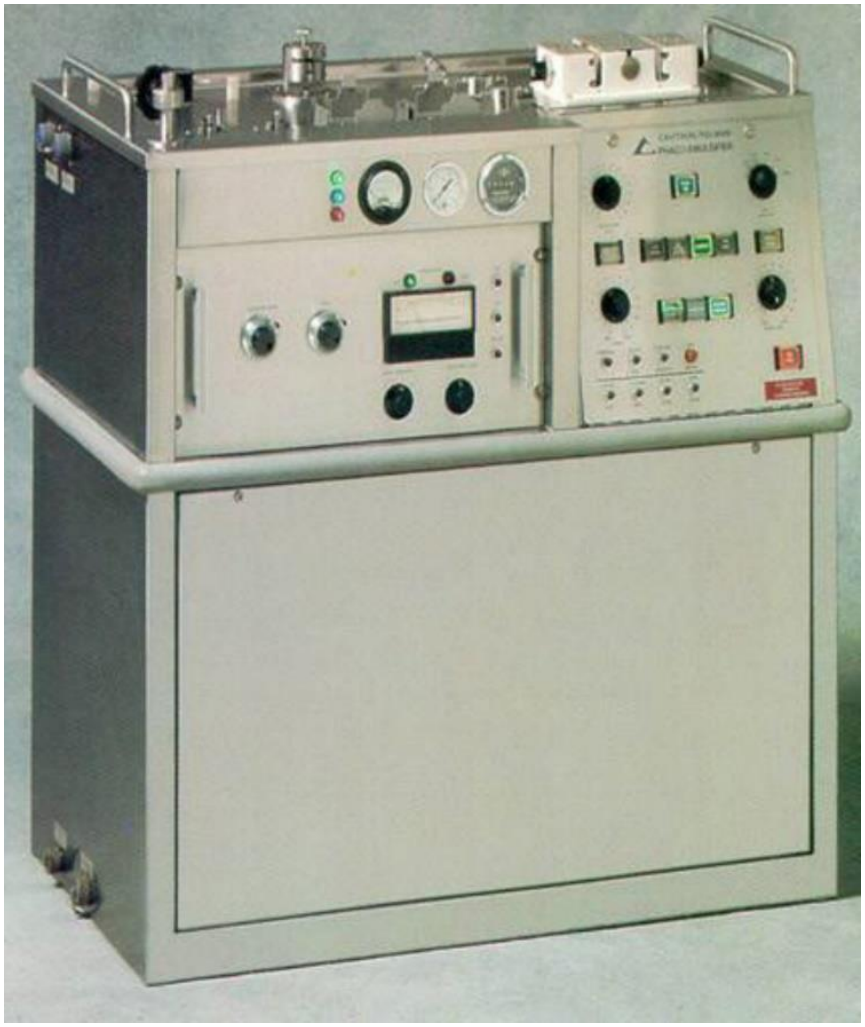
Figura 3 - Técnica de extração de catarata de Daviel usando os instrumentos que ele projetou

A evolução da cirurgia de catarata contou com La Faye [32] que em 1752, divulgou técnica em que usava um "bisturi" para fazer a incisão corneana e um "cistítomo", para incisar a cápsula anterior do cristalino; Himly [33] que introduziu midríase prévia à operação e, em 1862, com Moore [34] que realizou iridectomia prévia ao ato cirúrgico. Contribuições relevantes foram dadas por Carl Koeller [35] que em 1884 descobriu o efeito anestésico da cocaína e a introduziu na forma de colírio para analgesia na cirurgia de catarata; Van Lint [36] em 1914 introduziu a acinesia e Elshing [37] em 1928 a anestesia regional pela injeção retrobulbar.

A extração do cristalino opacificado *in totum* em sua cápsula, ou extração intracapsular do cristalino contou com o desenvolvimento do método de sucção com ventosa, aperfeiçoado por lnacio Barraquer [38] na década de 1920, e pela crioextração

do cristalino por Krwawicz [39] em 1961. Para facilitar a extração intracapsular, Joaquin Barraquer [40] (1958) empregou alfaquimotripsina para dissolver a zônula.

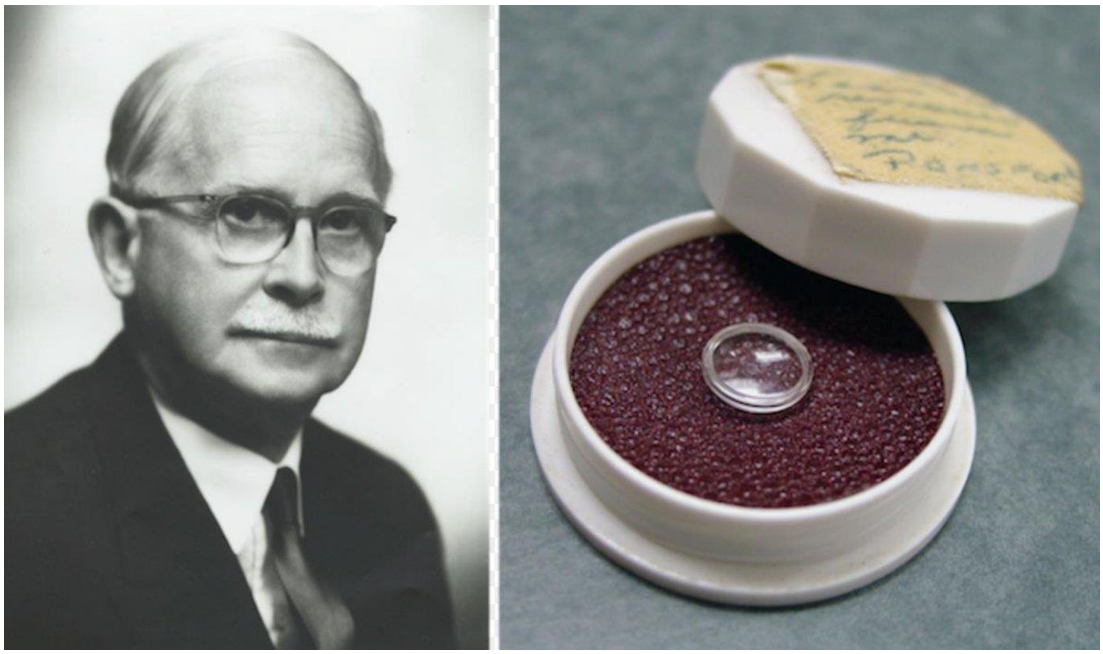
Mais recentemente Kelman [41] em 1968 desenvolveu o método de facoemulsificação por meio do qual se faz a fragmentação e liquefação do conteúdo cristaliniano e a aspiração das massas deixando-se a cápsula posterior intacta (Figura 4).



FONTE: Disponível: https://www.google.com/search?q=first+phacoemulsification+os+lens+by+kelman&tbm/ Acessado em 05/02/2020.

Figura 4 - A primeira máquina de facoemulsificação desenvolvida pelo Dr. Kelman

A ideia de substituir o cristalino opacificado por um cristalino artificial, partiu de Tadini [42], que viveu de 1725 a 1795, oculista italiano, residente em Varsóvia. Sua ideia se tornou realidade com Harold Ridley [43] em 1952 (Figura 5).



FONTE: Disponível: https://twitter.com/rayneriol/status/1130843285541609472 . Acessado em 05/02/2020.

Figura 5 - Harold Ridley e a Invenção da Lente Intraocular

3.2 FACOEMULSIFICAÇÃO E LENTES INTRAOCULARES

Atualmente, a técnica mais usada para tratar a catarata é a facoemulsificação que utiliza ultrassom para desfazer a catarata e permitir que seja retirada por uma incisão muito pequena. Quando a facoemulsificação surgiu, a ponteira do aparelho vibrava em modo contínuo sem intervalos de descanso. Depois, a energia passou a ser liberada de forma sequencial, para a modulação do ultrassom ser feita com períodos ativos intercalados com períodos inativos regulados pelo pedal [44]. Os

aparelhos mais novos possibilitam o controle total tanto dos intervalos sem vibração quanto dos intervalos com vibração. Novos *softwares* foram criados com o objetivo de melhorar o efeito cavitação, com a modificação dos pulsos tradicionais para pulsos em forma de onda ou com uma rajada inicial a cada pulso [44]. Inovações recentes trouxeram novas direções de vibração, presentes em ponteiras de formatos diferentes, vibrando em sentidos torcionais e transversais [45].

Novos aparelhos e tecnologias continuam sendo desenvolvidas para a realização da facoemulsificação, por meio de novos parâmetros e modulações de poder de ultrassom [44, 45].

As inovações englobam todos os passos do processo cirúrgico como drogas antimicrobianas, anestesia tópica, microincisões, tecnologias em facoemulsificação, ponteira ou 'tips' variados, técnicas de fratura do núcleo do cristalino, tecnologias torcional e elíptica dos facoemulsificadores, *laser* de femtossegundo, LIOs esféricas, asféricas, multifocais-tóricas e acomodativas [45]. São vários os aperfeiçoamentos que por fim otimizam progressivamente a cirurgia de catarata [45].

A segurança oferecida pela evolução dos aparelhos e técnicas de faoemulsificação permitiu mudança de paradigmas na indicação cirúrgica da cirurgia do cristalino. Se antes, a AV era suficiente para a indicação, hoje ela representa apenas mais um dos diversos fatores que vão orientar a opção cirúrgica do cirurgião e do paciente. O paciente candidato deve passar por avaliação de comportamento frente às suas alterações refracionais, necessidades de trabalho e mobilidade. Com isso as indicações tendem a ser mais precoces. Indicações mais precoces atingem um volume maior de pacientes [46].

A propedêutica cirúrgica ocular atual envolve, além de biometria precisa, avaliação minuciosa de todo o segmento anterior, análises quantitativas das camadas da córnea, volume de câmara anterior, aberrometria ocular, além de densidades e opacidades do cristalino. A função visual deve ser observada junto com a integridade física do segmento posterior por meio da AV e sensibilidade ao contraste. Estas avaliações são alguns exemplos do que é necessário para a escolha da LIO e dimensionam um pouco da complexidade que a facoemulsificação trouxe para o oftalmologista [46]. Um registro internacional listou mais de 1.500 modelos de LIOs produzidas por mais de 30 fabricantes [47]. O cirurgião pode hoje escolher LIOs com aprimoramentos ópticos: LIOs esféricas, asféricas, tóricas, difrativas, refrativas, acomodativas, trifocais, multifocais e de foco estendido [47].

3.3 BIOMETRIA OCULAR

A previsibilidade biométrica e refracional da cirurgia de catarata, considerada hoje procedimento curativo e refrativo, apesar dos avanços tecno-tecnológicos ainda não alcançou a tão almejada perfeição. Para a obtenção da “tal almejada” emetropia pós-cirúrgica deve-se enfatizar a importância da biometria, como exame complementar obrigatório no pré-operatório da cirurgia do cristalino e as fórmulas biométricas que se encontram em franca fase de refinamento [48].

3.3.1 Biometria ocular ultrassônica

A biometria ocular ultrassônica teve grande utilização na cirurgia de catarata, pois pela medida do comprimento axial do olho, desde a superfície anterior da córnea

até a retina, calculava-se o poder dióptrico da LIO a ser implantada no olho do paciente [48]. Foram disponibilizados muitos modelos de biômetros no mercado com sondas que operavam em uma frequência de 10 a 12 MHz [49]. A biometria ultrassônica pode ser realizada por técnicas de contato ou de imersão. No entanto, a cada milímetro de erro na medida do comprimento axial tinha-se em média, aproximadamente 2,35D de erro no cálculo do poder dióptrico da LIO. Em olhos pequenos esse erro poderia chegar a 3,75D [49].

A biometria óptica por interferometria de coerência parcial (PCI) tornou-se o método atual de escolha [50].

3.3.2 Biometria óptica por interferometria de coerência parcial

A biometria óptica por PCI consiste no emprego de um feixe de *laser* infravermelho de 780 nanômetros (nm) que é emitido para um divisor de feixes, constituído por dois espelhos, um móvel e um fixo. Este divisor gera dois feixes coaxiais que são dirigidos para dentro do olho e são refletidos na superfície anterior da córnea e no epitélio pigmentado da retina, sendo registrados por um fotodetector [51].

A biometria óptica baseada na tecnologia A-scan foi disponibilizada comercialmente pela primeira vez em 1999 pela Carl Zeiss [52]. O IOLMaster® 500 (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, EUA) usa PCI, inclui as fórmulas SRK®II, SRK/T®, Holladay 1 e 2, Hoffer Q, Haigis e Haigis-L (*myopic/hyperopic*) para olhos já operados de LASIK/LASEK; permite o cálculo da LIO de câmara anterior e posterior em olhos fácicos e mede o K , AL, ACD, LT e espessura central da córnea (CCT), raio corneano (r) e a distância branco-a-branco requerida para o cálculo do

poder refrativo da LIO [52]. No mercado esta tecnologia está disponível, também, nos equipamentos Lenstar® LS 900 (*Haag-Streit*), Alladin® (Topcon), OA®-2000 (*Tomey*®), Al-Scan® (*Nidek*®) e Galilei® G6 (*Ziemer*®) que são usados em todo o mundo [52, 53].

3.3.3 Fórmulas biométricas

A paciente que Ridley [54] implantou a primeira LIO obteve o erro refracional pós-cirúrgico de -24,00D com -6,00 de cilindro a 30^0, evidenciando a necessidade de se calcular previamente o poder dióptrico da LIO a ser implantada.

Fyodorov e Kolonko [55] publicaram em 1967 a primeira fórmula biométrica. Colenbrander (1972) [56] e Binkhorst (1975) [57], entre outros, desenvolveram fórmulas semelhantes que podem ser representadas algebricamente pela equação:

$$\mathbf{P= [N/(AL-ACD)]-[NK/(N-KACD)]}$$

sendo: P (poder dióptrico da LIO), N (índice de refração do aquoso e vítreo); ACD (profundidade da câmara anterior no pós-operatório); L (comprimento axial em mm, medida na ecobiometria), K (ceratometria média, medida em dioptrias).

Nos anos 1970, as LIOs implantadas eram de fixação iriana, a distância vértice córnea-plano da íris coincidia com a posição efetiva da LIO (ELP) que tinha um valor médio de 4 mm, modificado para 4,5 mm quando as LIOs passaram a ser fixadas no sulco e, posteriormente, de 5,25 mm, quando eram implantadas no saco capsular [58]. A capacidade preditiva da fórmula contemplava olhos com AL de 23,5±1,5 mm e K de 43-44D [58].

Em 1980, Sanders, Retzlaff e Kraff [59] criaram uma fórmula de regressão por meio da análise multivariada dando o nome de SRKI. Devido à sua reprodutibilidade foi muito utilizada e é descrita a seguir:

$$\mathbf{P=A-2,5L-0,9K}$$

sendo: P (poder dióptrico da LIO para emetropia pelo equivalente esférico), ; L (comprimento axial em mm, medida na ecobiometria); K (ceratometria média, medida em dioptrias); A (constante específica para cada tipo de lente, relacionada com a ACD).

Em 1982, Hoffer [60] criou nova fórmula, encontrando uma relação direta entre AL e ACD e, consequentemente, à ELP, conseguindo um valor preditivo mais acurado da ACD, apresentada a seguir:

$$\mathbf{ACD=2,92L-2,93}$$

sendo **ACD** (profundidade da câmara anterior no pós-operatório); **L** (comprimento axial em milímetros – medida na ecobiometria).

Sanders *et al*. [61] em 1988, propuseram a fórmula SR SRK II que corrigia a fórmula SRK I para olhos menores que 22 mm e maiores que 24,5 mm.

Holladay *et al*. [62], em 1988, desenvolveram fórmula em que a melhora da predição foi baseada na modificação da ELP em função do AL e do K.

Hoffer [63], em 1993, desenvolveu a fórmula Hoffer-Q ou fórmula de predição da ACD. Nela o autor introduziu uma série de fatores corretivos de aumento e diminuição da ELP em função da interrelação entre AL e K, partindo da base de que a ELP deveria estar delimitada entre 2,5 e 6,5 mm, como valores limítrofes.

Olsen *et al*. [64], em 1990, decidiram incluir além do AL, K e ACD, também, a espessura do cristalino (LT).

Holladay [65], em 1997, com a finalidade de melhorar a predição em olhos curtos desenvolveu a fórmula Holladay II, nela aumentando o número de fatores que poderiam interferir no cálculo, especialmente aqueles relacionados com o segmento anterior ocular, ou seja, AL, K, ACD (distância epitélio da córnea-superfície anterior do cristalino), distância branco a branco, LT, refração pré-operatória e idade). Assim, a maior importância foi dada ao AL, seguida em ordem decrescente pelo K (76%), diâmetro corneano horizontal (24%), refração pré-operatória (18%), ACD (8%), LT (7%) e idade (1%). Fenzi *et al*. [66], obtiveram com esta fórmula 90% dos pacientes dentro de ±1,00 D da refração desejada e 100% dentro de ±2,00 D.

Haigis [67], em 2012, utilizou para o cálculo da potência dióptrica da LIO três medidas pré-operatórias: AL, K e ACD e propôs três constantes para definir um determinado modelo de LIO:

$$\mathbf{ELP = a_0 + a_1ACD + a_2L}$$

sendo ELP (posição efetiva da lente ou poder da LIO); a_0 (constante relacionada com a constante A fornecida pelo fabricante); a_1 (constante relacionada com a câmara anterior); a_2 (constante relacionada com o comprimento axial); ACD (profundidade da câmara anterior no pré-operatório); L (comprimento axial).

Barret [68], em 1987, descreveu uma fórmula teórica baseada em óptica gaussiana e nela incluiu a espessura da LIO e a localização do plano principal da refração. A fórmula foi descrita como universal uma vez que poderia ser aplicada em LIOs confeccionadas a partir de uma grande variedade de materiais e com diferentes tipos de desenhos ópticos. Barret [69] a publicou como fórmula Barret Universal (BU),

depois foi modificada, em 2010, para BUII. A fórmula de Barret UII está disponível na internet (https://calc.apacrs.org/barrett_universal2105/) e integrada em biômetros disponíveis comercialmente [70].

Para além das fórmulas, também se tem assistido ao desenvolvimento de novas metodologias de cálculo, como a PhacoOptics (IOL Innovations Aps, Aarhus, Dinamarca), que utiliza traçado de raios [71] e a Radial Basis Functions (RBF), que utiliza inteligência artificial no reconhecimento de padrões [72].

3.4 ANISOMETROPIA

A anisometropia é definida pela diferença interocular dos erros de refração. Após a cirurgia de catarata, por conta do implante de LIO em ambos os olhos, pode ocorrer algum grau de anisometropia.

As anisometropias são classificadas pelo erro refrativo em [73]: hipermetrópica simples (quando um olho é hipermétrope e o outro emétrope); hipermetrópica composta (quando ambos os olhos são hipermetropes); miópica simples (quando um olho é míope e o outro emétrope); 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 hipermétrope). São, também, classificadas pela magnitude da diferença refrativa interocular em [73]: (a) 0 a 2,00 D (diferença baixa). O paciente usualmente tolera bem a correção total dos erros refrativos; (b) 2,01 a 6,00 D (diferença alta). É provável que o paciente tenha problemas binoculares; e (c)

maior do que 6,00 D (diferença muito alta). O paciente é assintomático pela presença de supressão cortical.

Em relação à etiologia são classificadas em [73]: anisometropia congênita ou secundária 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 anisometropia adquirida (incluem as anisometropias pós-trauma, lesões ocupando espaço dentro e ao redor do bulbo ocular, extração do cristalino unilateral, pós-cirurgia refrativa, pós-transplante de córnea, entre outras condições).

As anisometropias são classificadas segundo a contribuição dos componentes oculares em [73]: 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).

As anisometropias são divididas em cinco tipos[74]: anisometropia esférica hipermetrópica (AEH), anisometropia esférica miópica (AEM), anisometropia astigmática ou cilíndrica hipermetrópica (ACH), anisometropia astigmática ou cilíndrica miópica (ACM) e anisometropia mista (AM). Por exemplo, um paciente com a refração OD: +1,50D e OE -0,50D é classificado como portador de AEH. Aquele com refração OD: -1,50D e OE +0,50D é classificado como portador de AEM. Os pacientes com componente cilíndrico $\leq$ -1,00DC são analisados pelo equivalente esférico (EE) e são incluídos nos grupos AEH ou AEM. Aqueles com componente cilíndrico > -1,00D são analisados como anisometropia astigmática ou

cilíndrica e a diferença interocular é dada pela diferença refracional entre os olhos calculada pelo EE. O olho com o maior erro refracional define se é ACH ou ACM. Os pacientes com AM apresentam um olho com hipermetropia e o outro com miopia.

As dificuldades ópticas na anisometropia podem resultar de três fatores [73]: aniseiconia ou diferença no tamanho das imagens produzidas principalmente 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 corretoras e diferença acomodativa que se verifica quando a correção óptica dos olhos não é realizada de forma binocular balanceada.

3.4.1 Correção óptica

O objetivo principal no tratamento da anisometropia é prescrever a correção óptica que dê ao paciente AV clara em cada olho e visão binocular confortável, a despeito da diferença refrativa [73]. Tanto as anisometropias axiais quantos as refrativas geram diferenças nos tamanhos das imagens retinianas. Isto porque os tamanhos das mesmas dependem das distâncias entre as retinas e os pontos nodais; quanto maiores as distâncias, maiores as imagens [74].

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 [75]. 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 [75]. A

correção óptica da anisometropia pós cirurgia de catarata favorece o exercício da visão bifoveal, com isso, imagens de diferentes tamanhos, que antes não podiam ser juntadas, devido à diferença de nitidez, passam a ser fundidas às custas de grandes esforços e sintomas variados [76].

Na anisometropia axial, a colocação dos óculos no plano focal anterior dos olhos (15,7 mm anterior à córnea) gera imagens retínicas de mesmo tamanho [74, 75]. Esse princípio, denominado regra de Knapp [75], sugere que a anisometropia axial deva ser corrigida com óculos. Por outro lado, na correção óptica das anisometropias refrativas busca-se diminuir as desigualdades dos poderes interoculares, com o emprego de lentes de contato [75].

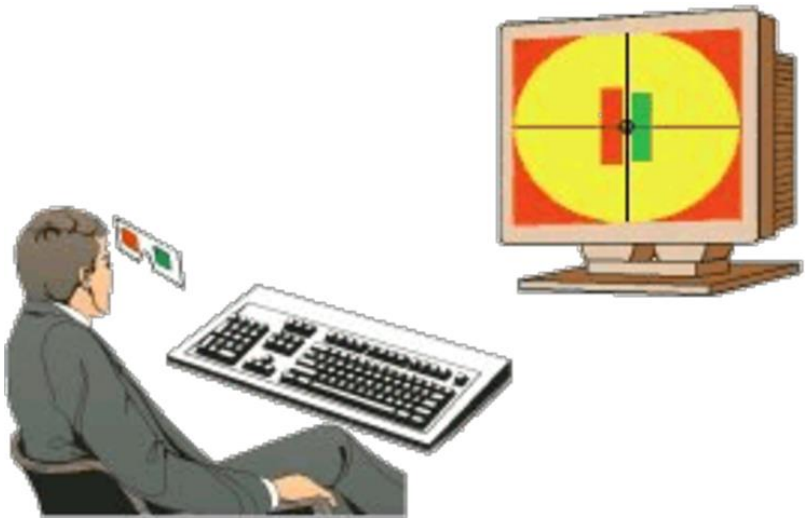
3. 5 ANISEICONIA

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 [77]. Geralmente, os pacientes aceitam diferenças de 1% (assintomáticos), a faixa entre 1 e 5% pode determinar o aparecimento de sintomas, dependendo da tolerância individual. Quando excede a 5%, a binocularidade é praticamente ausente. Apesar de a anisometropia representar 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 [78-80].

A incidência da aniseiconia varia conforme a população estudada. Algum grau de aniseiconia pode ser observado entre 20-33% dos usuários de lentes

oftálmicas corretoras [73, 74]. Considerando apenas os casos clinicamente significativos, esse número varia entre 3% e 9% [74]. O afácico monocular, antes emétrope, com correção +12,50D, produz uma magnificação na imagem retiniana de 25% [74]. Rustein *et al.* [81] mostraram que após 4 semanas da cirurgia de catarata do primeiro olho a anisometropia medida era de 1,05±0,29D, a aniseiconia de 1,85±0,70% e 29% apresentavam estereopsia igual ou melhor que 60 segundos de arco. Deve-se suspeitar de aniseiconia se os sintomas de astenopia persistirem depois da correção da anisometropia, na presença de queixa de distorção 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 [81].

Os métodos para mensurar a aniseiconia estão baseados em técnicas estereoscópicas ou na comparação direta de objetos. O Aniseikonia Inspector (Optical Diagnosis, Culemborg, Netherlands) 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 [82] (Figura 6).



Fonte: Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org. Acessado em 06/02/2020).

Figura 6 - Aniseikonia Inspector e óculos com filtros verde e vermelho

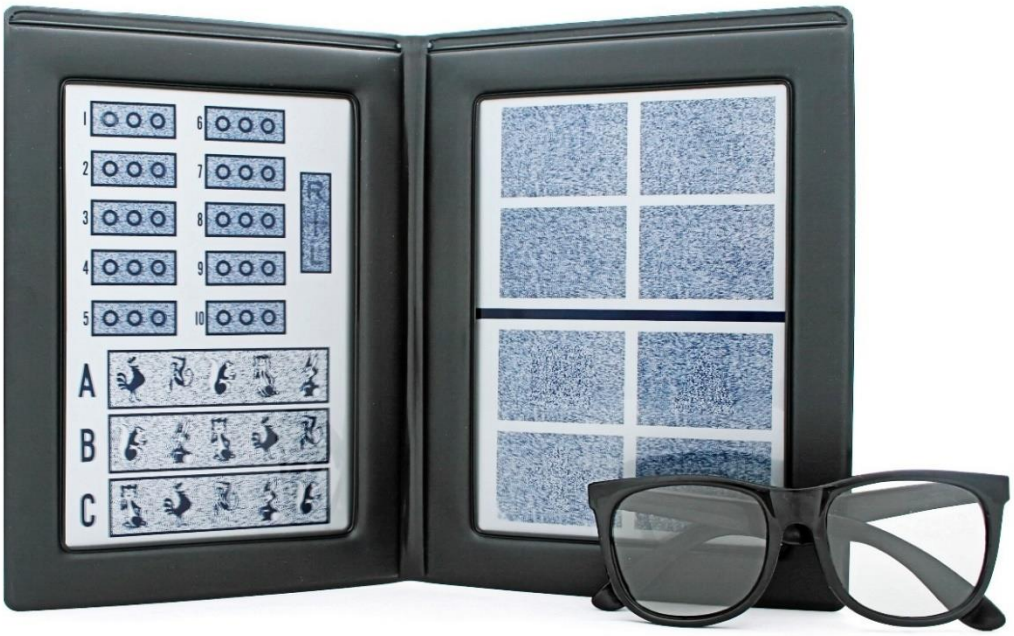
As vantagens desse teste incluem a facilidade e a rapidez de execução. Os resultados da mensuração da aniseiconia interocular são fornecidos em porcentagem de magnificação/minificação da imagem [82].

3.6 ESTEREOPSIA

A estereopsia é definida como perceção de profundidade e baseia-se na habilidade da binocularidade de discernir uma diferença na distância do observador de dois objetos estáticos [83]. É influenciada por muitas variáveis o que pode tornar difícil a correlação da medida da paralaxe binocular. A forma (tanto da figura como do fundo), tamanho, contraste e distância entre os objetos influenciam o julgamento, e algumas configurações figura-fundo incluem pistas monoculares que podem invalidar o teste [83].

O Randot® estereoteste (Stereo Optical Company, Inc. 8600 W. Catalpa Ave, Suite 703 Chicago, IL 60656 USA) apresenta excelente validade e confiabilidade. Na avaliação de estereopsia mais grosseira, o padrão de seus pontos aleatórios binoculares construído pela tecnologia da computação exige que o indivíduo extraia uma figura de forma única sem a ajuda de contornos monocularmente visíveis. À medida que a disparidade é reduzida, o contorno monocular é adicionado à figura para que o sujeito possa identificar a disparidade (separar a figura do fundo). O Randolt estereoteste avalia a estereopsia com a utilização de filtros polarizados, permitindo que cada filtro isole a imagem correspondente de cada olho, ocorrendo disparidade [84]. Trata-se de teste de múltiplas escolhas. Dentro de cada um dos alvos estão três círculos. Somente um dos círculos está associado com a disparidade,

quando observado binocularmente. A estereopsia mais grosseira é verificada nos três primeiros alvos (400; 200 e 140 segundos de arco); estereopsia intermediária é mensurada em outros três alvos (100; 70 e 50 segundos de arco) e a mais fina em outros quatro alvos (40; 30; 25 e 20 segundos de arco). Para facilitar a informação de crianças o teste apresenta outros três alvos (A, B e C) com figuras de animais associadas com as disparidades 400; 200 e 100 segundos de arco) [84] (Figura 7).



FONTE: Disponível em: https://mandarinoptomedic.com/product/stereo-optical-vision-stereo-test-and-color-test/ Acessado em 05/02/2020.

Figura 7 - Randot® estereoteste e óculos com lentes polarizadas

Os dados disponíveis na literatura sobre estereopsia em anisometropes pseudofácicos são insufientes [85]. A retenção de estereopsia foi obtida em adultos com afacia monocular e boa acuidade visual corrigida com óculos para anisometropia [82, 83]. Para Lubkin *et al*. [83] 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 [85]. Estudos experimentais mostraram uma redução significativa na esteropsia após a indução de anisometropia ou aniseiconia em adultos com visão binocular normal [87-91]. Muitos investigadores advogam que a esteropsia entre 60 e 100 segundos de arco pode ser considerada normal [92, 93].

4 MÉTODOS

4 MÉTODOS

4.1 ASPECTOS ÉTICOS

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob o Processo n.º 91953018.40000.0068 (Anexo A). Todos os pacientes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

4.2 TIPO DE ESTUDO

Foi realizado um estudo clínico transversal com pacientes previamente submetidos à cirurgia de catarata senil bilateral (sequencial) com implante de LIO.

4.3 POPULAÇÃO

A população do estudo foi composta por 111 pacientes (222 olhos) de demanda espontânea submetidos à cirurgia de catarata senil com no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP), no período de abril de 2018 a agosto de 2021. Os pseudofácicos bilaterais foram divididos em 2 grupos:

- Grupo Controle (N=69): diferença na refração pós-cirúrgica interocular pelo EE <1,00D.

- Grupo Anisometropia (N= 42): diferença na refração pós-cirúrgica interocular pelo EE ≥ 1,00D.

4.3.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo pseudofácicos bilaterais de ambos os sexos, com idades entre 50 e 70 anos, submetidos à cirurgia de catarata sem complicações, com pelo menos 12±4 semanas de acompanhamento da cirurgia do segundo olho que consentiram em participar do estudo e assinaram o TCLE. Os pseudofácicos apresentaram AVcc ≥ 0,7 em ambos os olhos, LIOs centradas (cirurgias realizadas sem complicações), PIO < 20 mmHg sem medicação, fusão sensorial presente avaliada pelo teste das lentes estriadas de Bagolini, escavação do nervo óptico <0,7 e fundoscopia normal.

4.3.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos pacientes com AV cc < 0,7; cirurgia com relato de complicações, presença de opacidade de cápsula posterior; LIOs descentradas e portadores de outras enfermidades oculares pré-existentes que pudessem alterar a AV cc (olho seco moderado ou intenso, uveíte, glaucoma e/ou doença degenerativa da retina) e, ainda, os pacientes que não tivessem em seus prontuários médicos os dados da propedêutica utilizados para a indicação dos procedimentos cirúrgicos.

4.3.3 Facoemulsificação com implante de lente intraocular

As cirurgias de catarata foram realizadas com a seguinte técnica cirúrgica padrão: anestesia tópica com lidocaína a 1% sem conservantes; incisão de 2,2 mm

em córnea clara auto selante no meridiano mais curvo; uso de viscoelástico dispersivo e coesivo; capsulorrexe circular contínua; hidrodissecção e uso do Infinity®Vision System OZIL® *Intelligent Phaco* (Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, EUA). A LIO monofocal dobrável foi implantada com injetor apropriado, dentro do saco capsular. Após a remoção do viscoelástico, a LIO implantada foi centralizada com o paciente olhando para a iluminação direta do microscópio cirúrgico e a cirurgia finalizada com a hidratação das incisões com solução salina balanceada. Os pacientes foram orientados para a utilização do colírio de Gatiloxacino a 0,3% por dez dias, quatro vezes ao dia, associada a dexametasona a 0,1%, inicialmente quatro vezes ao dia e regressão progressiva das instilações ao longo de trinta dias.

4.4 AVALIAÇÃO OFTALMOLÓGICA PÓS-CIRÚRGICA

Os pacientes foram avaliados 12±3 semanas após a cirurgia do segundo olho, sendo submetidos à exame oftalmológico completo com registro da AV com e sem correção para perto e longe, avaliação da motilidade ocular extrínseca (teste *cover*/*uncover*) e teste com lentes estriadas de Bagolini; exame refratométrico (retinoscopia e refrator de Greens) e biomicroscópico em lâmpada de fenda (Haag-Streit AT® 900), tonometria de aplanação (AT 900, Medvision); e exame do fundo de olho direto (Pocket Junior®, Welch Allyn) e indireto (ODS® 6.0, Eyetec). Os pacientes foram novamente submetidos à biometria óptica por PCI (IOLMaster®, Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany), calibrado de acordo com a recomendação do

fabricante. Foram mensurados de ambos os olhos: ceratometria, profundidade de câmara anterior e comprimento axial.

4.4.1 Mensuração da aniseiconia

A mensuração da aniseiconia foi realizada com o paciente no uso da correção óptica de longe e adição de perto de +2,50D mais os óculos com os filtros verde e vermelho para dissociar as imagens dos dois olhos. O paciente foi posicionado a 40 cm na frente do monitor do computador com o *software* do Aniseikonia Inspector 3. Padronizou-se o uso do filtro verde no olho direito. O teste começou com o paciente 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 paciente o examinador selecionaria o botão "E" para igual. Os resultados da avaliação da aniseiconia foram obtidos em porcentagem de magnificação, juntamente 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. O *software* Aniseikonia Inspector 3 mensura a aniseiconia por porcentagem de magnificação/minificação interocular nos meridianos vertical e horizontal. As medições foram realizadas em direções horizontais e verticais nos campos visuais de 8°. Na pesquisa foram utilizados os valores de aniseiconia média obtidos da equação abaixo:

$$\text{Aniseiconia média} = \frac{\text{aniseiconia campo horizontal } 8^0 + \text{aniseiconia campo vertical } 8^0}{2}$$

4.4.2 Mensuração da estereopsia

A estereopsia foi mensurada em segundos de arco com o emprego do estereoteste de Randot®. O teste é composto uma série de 10 alvos que testam a discriminação de profundidade. Cada um dos alvos testados tem três círculos, e um deles apenas é visto com binocularidade. O paciente aponta o que aparece "diferente" dos outros. Os três primeiros alvos apresentam escores de 400; 200 e 140 segundos de arco. Os três alvos intermediários escores de 100, 70 e 50 segundos de arco e os últimos quatro alvos, escores de 40; 30; 25 e 20 segundos de arco (Figura 6).

O teste foi realizado na distância de 40 cm, no uso da correção de longe e adição de perto de +2,50D e mais os óculos com as lentes polarizadas. Foi solicitado que o paciente identificasse em cada um dos dez alvos os círculos identificados pela disparidade.

Para fins de análise, os segundos de arco foram transformados em unidades de logaritmo na base 10 de segundos de arco. Cada duplicação do limiar de estereopsia, por exemplo, de 100 a 200 segundos de arco, correspondeu a uma alteração de 0,3 do $\log_{10}$ do valor transformado. Os valores de segundos de arco de 800; 600; 400; 200;100; 80; 60; 50 e 40; foram transformados para unidades Log_{10} de segundos arco; respectivamente; 2,90; 2,78; 2,60; 2,30; 2,00; 1,90; 1,78; 1,70 e 1,60. Para a transformação dos valores de estereopsia de segundos de arco para $\log_{10}$ de segundos de arco foi utilizada a calculadora disponível em https://calculareconverter.com.br/log-base-10/.

4.4.3 Avaliação dos sintomas de aniseiconia

A avaliação quantitativa dos sintomas de aniseiconia foi feita utilizando o questionário modificado de Bannon e Triller [76] . Dez sintomas foram avaliados em uma escala quantitativa de 1-5. O paciente relatou "1" para o sintoma nunca presente e "5" quando sempre presente (Quadro 1).

Quadro 1 - Escala de 1 a 5 para avaliação dos sintomas de aniseiconia pós-cirúrgicos[76]

Sintomas	Nunca	Pouco	Algumas vezes	Muitas vezes	Sempre
Cefaleia	1	2	3	4	5
Astenopia	1	2	3	4	5
Fotofobia	1	2	3	4	5
Dificuldade na leitura	1	2	3	4	5
Náusea	1	2	3	4	5
Alteração motilidade ocular	1	2	3	4	5
Nervosismo	1	2	3	4	5
Vertigem e tontura	1	2	3	4	5
Fadiga geral	1	2	3	4	5
Percepção distorcida do espaço	1	2	3	4	5

4.5 CÁLCULO DO TAMANHO AMOSTRAL

Os valores usados para o cálculo do tamanho amostral foram: poder estatístico de 80%; 85%, 90% e 95%; nível de significância (0,05 ou inferior); e tamanho da amostra para identificar uma diferença clinicamente significativa de 0,3 unidades de Log_{10} segundos de arco, o principal desfecho estudado (Quadro 2).

Quadro 2 - Poder estatístico e tamanho da amostra para identificar diferença de 0, 15 e 0,30 unidades de $\log_{10}$ segundos de arco de estereopsia, com nível de significância de 0,05

Poder estatístico	Estereopsia - umidades $\log_{10}$ segundos de arco	
	0,15	0.30
0,95	193	49
0,90	153	**39**
0,85	128	33
0,80	111	29

*Teste monocaudal

O tamanho da amostra para identificar diferenças de estereopsia de 0,3 unidades de $\log_{10}$ de segundos é mostrado na Figura 8.

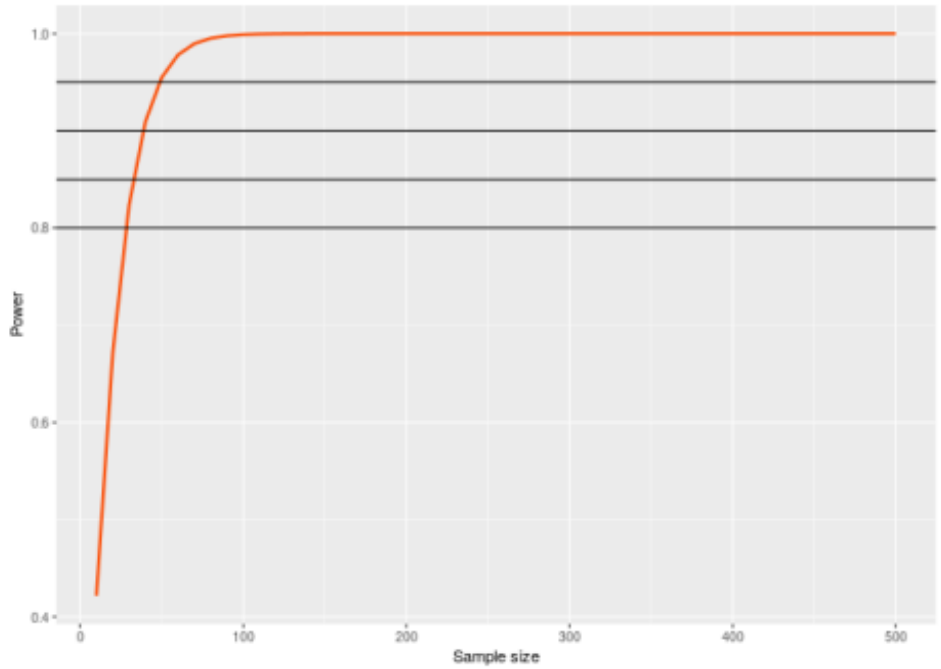


Figura 8 - Tamanho da amostra versus poder para identificar diferença de estereopsia de 0,3 unidades em $\log_{10}$ de segundos de arco com um nível de significância de 0,05 com teste monocaudal

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise dos dados empregou-se o pacote estatístico R 3.6 software (R Core Team, Vienna, Áustria).

A variável qualitativa sexo foi descrita com o uso de frequência absoluta e a comparação dela entre os grupos foi feita com o teste Qui-quadrado. As variáveis quantitativas (idade, AVcc, diferença interocular de AVcc, diferença interocular EE, diferença interocular do astigmatismo corneano, diferença interocular comprimento axial, diferença interocular poder LIO, sintomas relacionados com aniseiconia, estereopsia e aniseiconia) foram descritas com o uso de medidas resumo (média e desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo). As comparações destas variáveis entre os dois grupos, foram feitas com o emprego de teste não paramétrico, não pareado, U de Mann-Whitney. Foram construídos gráficos de dispersão e calculados os coeficientes de correlação de Pearson e os valores de p, para os seguintes pares de parâmetros: aniseiconia e diferença refracional interocular EE; aniseiconia e média dos sintomas associados com aniseiconia; estereopsia e aniseiconia; e estereopsia e média dos sintomas associados com aniseiconia. Análise multivariada foi empregada com o objetivo de predizer a variável dependente (estereopsia), tendo como base as variáveis independentes (diferença refracional interocular EE; diferença interocular poder LIO; diferença interocular comprimento axial e aniseiconia). Para tanto, construiu-se modelo de regressão linear e correlação, considerando primeiramente todos os pseudofácicos e, posteriormente, apenas os do Grupo Anisometropia.

Os resultados da pesquisa foram analisados mediante um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

A Tabela 1 mostra dados demográficos dos pseudofácicos bilaterais avaliados.

Tabela 1 - Dados demográficos dos 111 pseudofácicos bilaterais. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021

Grupos	**Controle**	**Anisometropia**	**P valor***
Participantes	69	42	
Idade (anos)			
Média ± DP	60,81 ± 8,73	59,71±7,87	0,255
Mediana (min; máx.)	62(50; 70)	60 (53; 70)	
Gênero			
Feminino	48 (69,6%)	29 (69,0%)	1,0
Masculino	21 (30,4%)	13 (31,0%)	

* valor de *p* para idade calculado pelo teste não paramétrico e não pareado U de Mann-Whitney e para o gênero, calculado pelo teste Qui-quadrado

Não houve diferença significativa entre os grupos com relação a idade e o gênero (Tabela 1).

A Tabela 2 mostra valores dos parâmetros biométricos dos pseudofácicos bilaterais.

Tabela 2 - Parâmetros biométricos dos 111 pseudofácicos bilaterais. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021

Grupos	**Controle**	**Anisometropia**	**p valor***
Participantes	69	42	
AVc OD (logMAR)			
Média ± DP	0,09 ± 0,07	0,10 ± 0,05	0,619
Mediana (min; máx.)	0,1 (0; 0,2)	0,1 (0; 0,2)	
AVc OE logMAR)			
Média ± DP	0,09 ± 0,06	0,09 ± 0,05	0,751
Mediana (min; máx.)	0,1 (0; 0,2)	0,1 (0; 0,2)	
Diferença AV (LogMAR)			
Média ± DP	0,03 ± 0,05	0,02 ±0,04	0,649
Mediana (min; máx.)	0(0; 0,2)	0(0; 0,1)	
Dif. EE (D)			
Média ± DP	0,38 ± 0,26	1,80 ± 0,86	<0,0001
Mediana (min; máx.)	0,25 (0; 0,8)	1,54 (1,0; 5,0)	
Dif. astig. córnea (D)			
Média DP	0,48 ± 0,47	0,49 ± 0,64	0,644
Mediana (min ; máx)	0,33 (0; 2,8)	0,34 (0; 3,2)	
Dif. prof. CA (mm)			
Média ± DP	0,17 ± 0,21	0,31 ± 0,64	0,490
Mediana (min; máx.)	0,1 (0; 1,2)	0,13 (0; 2,4)	
Dif. comp. axial (mm)			
Média ± DP	0,20 ± 0,27	0,49 ± 1,09	0,529
Mediana (min; máx.)	0,10 (0,01; 1,47)	0,13 (0; 2,4)	
Dif. poder LIO (D)			
Média ± DP	0,83 ± 1,05	1,86 ± 3,33	0,039
Mediana (min; máx.)	0,5 (0; 7)	1 (0; 7)	

* valor de *p* calculado pelo teste não paramétrico e não pareado U de Mann-Whitney

Foram observadas diferenças significativas entre os grupos com relação aos parâmetros diferença interocular do erro de refração pelo EE e do poder da LIO (Tabela 2).

A Tabela 3 apresenta valores de aniseiconia e estereopsia obtidos dos pseudofácicos bilaterais.

Tabela 3 - Valores de aniseiconia e estereopsia dos 111 pseudofácicos bilaterais. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021

Grupos	**Controle**	**Anisometropia**	**P valor***
Participantes	69	42	
Aniseiconia (H+V)/2 (%)			
Média ± DP	0,64 ± 1,41	0,62 ± 1,76	0,766
Mediana (min; máx.)	0,5(-3,5; 5,5)	0,5 (-4,5; 5)	
Estereopsia (log_{10})			
Média ± DP	1,95 ± 0,17	2,12 ± 0,22	<0,0001
Mediana (min; máx.)	2 (1,5; 2,3)	2 (1,7; 2,6)	

* valor de *p* calculado pelo teste não paramétrico e não pareado U de Mann-Whitney

Não houve diferença significativa entre os grupos com relação a aniseiconia. Com relação à estereopsia a diferença entre os grupos foi significante (Tabela 3).

A Tabela 4 mostra os sintomas associados com aniseiconia referidos pelos pseudofácicos bilaterais.

Tabela 4 - Sintomas associados com aniseiconia referidos pelos 111 pseudofácicos bilaterais. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021

Grupos	**Controle**	**Anisometropia**	**p valor***
Participantes	69	42	
Cefaleia			
Média ± DP	1,30 ± 0,93	1,38 ± 0,96	0,210
mediana (min; máx.)	1 (1; 5)	0 (0; 5)	
Astenopia			
Média	1,41 ± 0,96	1,74 ± 1,34	0,205
mediana (min; máx.)	1 (1; 5)	1 (1; 5)	
Fotofobia			
Média ± DP	2,20 ± 1,63	2,57 ± 1.61	0,115
mediana (min; máx.)	1 (1; 5)	2 (1; 5)	
Dificuldade na leitura			
Média DP	1,78 ± 1,34	1,67 ± 1,14	1,000
Mediana (min ; máx.)	1 (1; 5)	1 (1; 5)	
Náusea			
Média ± DP	1,00	1,00	-
Mediana (min; máx)	1(1; 1)	1(1; 1)	
Dificuldade de mover os olhos			
Média ± DP	1,14 ± 0,60	1,02 ± 0,15	0,267
Mediana (min; máx.)	1 (1; 5)	1 (1; 2)	
Nervosismo			
Média± DP	1,22 ± 0,77	1,19 ± 0,97	0,782
Mediana (min; máx.)	1 (1; 5)	01(1; 5)	
Vertigem e tontura			
Média± DP	1,12 ± 0,58	1,21 ± 0,81	0,525
Mediana (min; máx)	1 (1; 5)	1 (1; 5)	
Fadiga geral			
Média ± DP	1,33 ± 0,80	1,31 ± 0,92	0,512
Mediana (min; máx)	1 (1; 4)	1 (1; 5)	
Percepção distorcida do espaço			
Média ± DP	1,39 ± 1,11	1,29 ± 0,83	0,817
Mediana (min; máx.)	1 (1; 5)	1 (1; 5)	
Média dos 10 sintomas			
Média ± DP	1,39 ± 0,46	1,44 ± 0,44	0,461
Mediana (min; máx.)	1,3 (1; 3,3)	1,3 (1; 2,5)	

Sintomas relacionados à aniseiconia foram graduados de 1 a 5. Valor de *p* calculado com o teste não paramétrico não pareado U Mann-Witney

Não houve diferenças significativas entre os grupos considerando a média ou cada um dos dez sintomas relacionados à aniseiconia (Tabela 4).

O diagrama de dispersão entre aniseiconia e diferenças interoculares de EE nos grupos controle e anisometropia é mostrado na Figura 9.

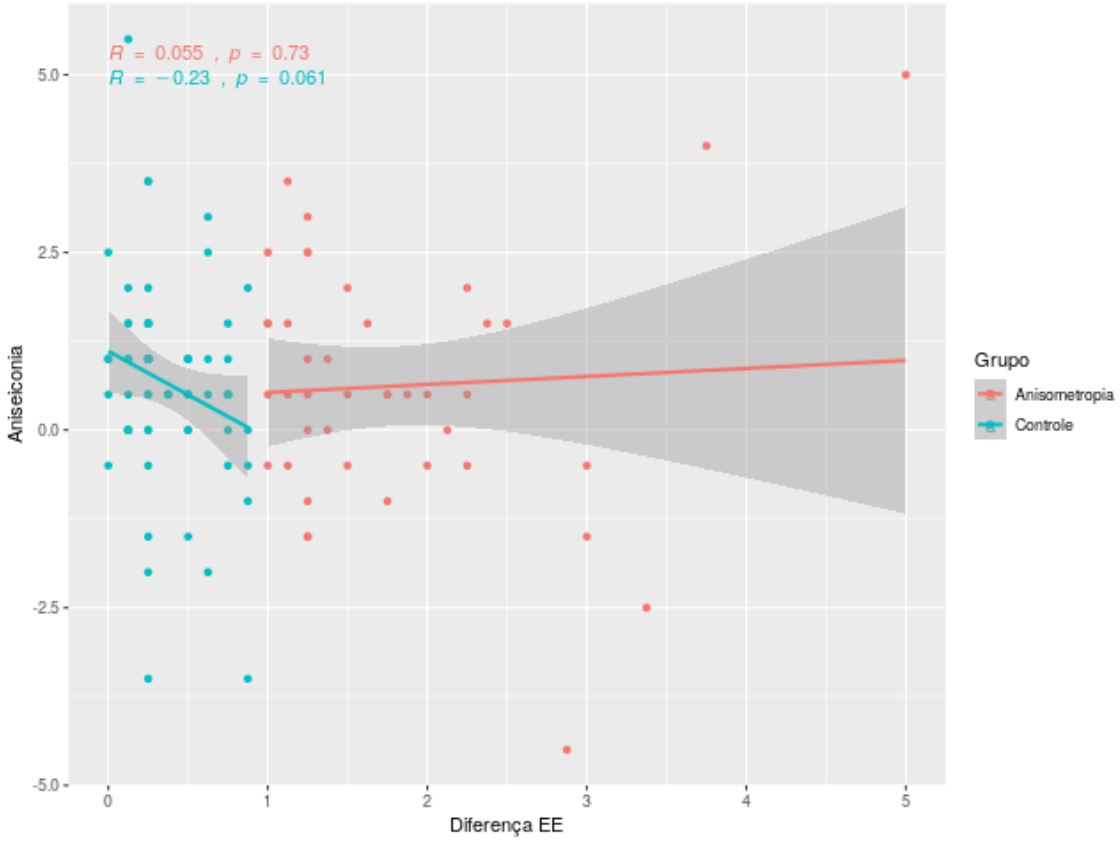


Figura 9 - Diagrama de dispersão entre aniseiconia e diferença interocular de EE. Grupo controle – coeficiente de correlação R=-0,23; p=0,061. Grupo anisometropia – coeficiente de correlação de Pearson R=0,055; *p*=0,73. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP– 2018-2021

O diagrama de dispersão entre estereopsia e diferenças interoculares de EE nos grupos controle e anisometropia é mostrado na Figura 10.

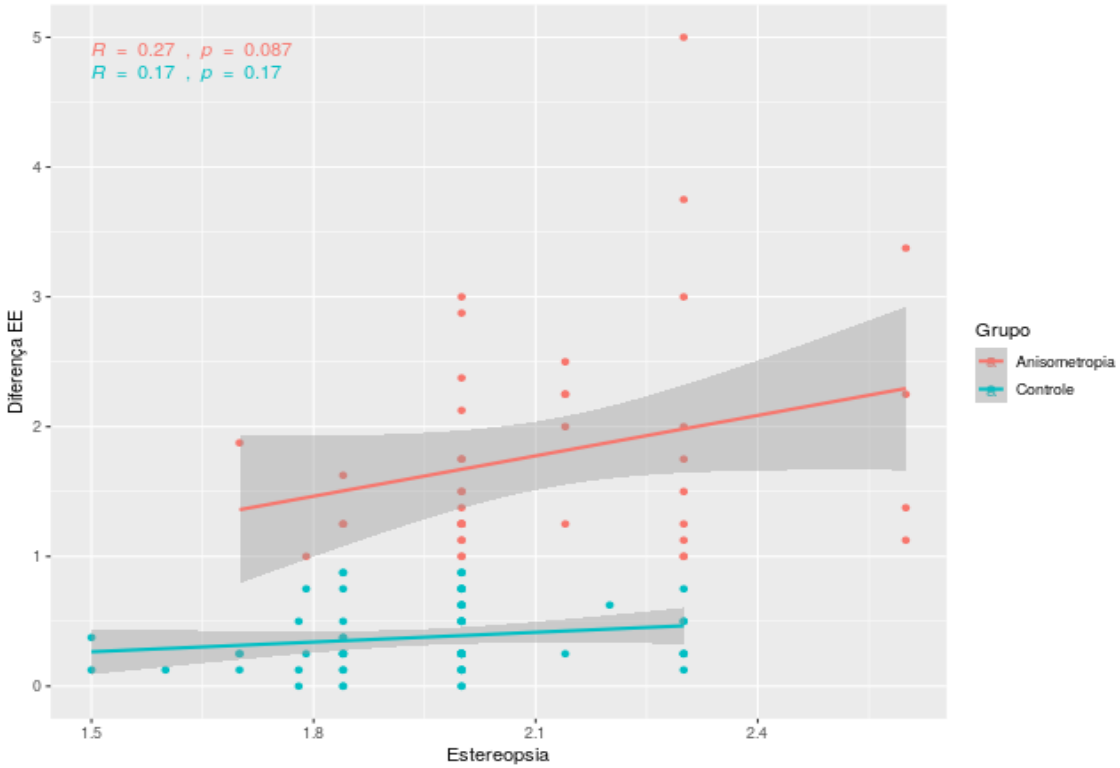


Figura 10 - Diagrama de dispersão entre estereopsia e diferença interocular de EE. Grupo controle – coeficiente de correlação de Pearson R=0,17; p=0,17. Grupo anisometropia – coeficiente de correlação R=0,27; *p*=0,087. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021

O diagrama de dispersão entre aniseiconia e a média dos sintomas relacionados à aniseiconia nos grupos controle e anisometropia é mostrado na Figura 11.

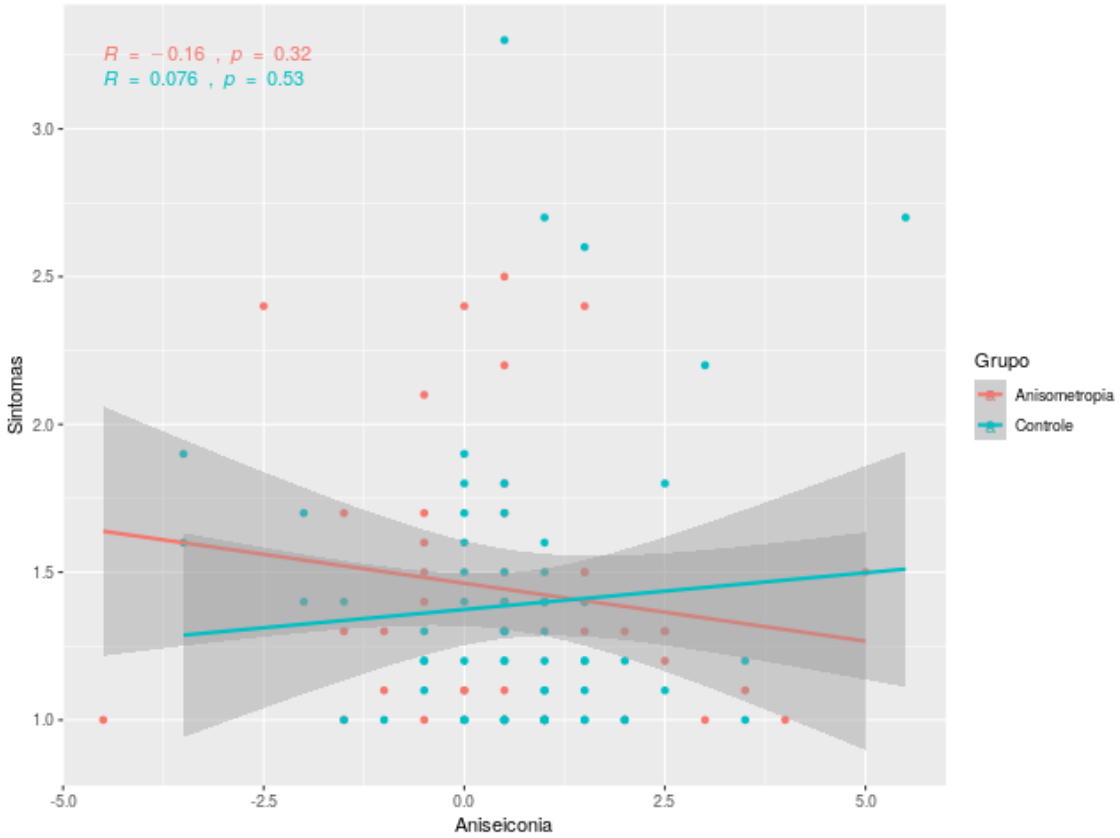


Figura 11 - Diagrama de dispersão entre aniseiconia e média dos sintomas relacionados à aniseiconia. Grupo controle – coeficiente de correlação R=0,076; p=0,53. Grupo anisometropia – coeficiente de correlação de Pearson R=-0,16; *p*=0,32. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021

O diagrama de dispersão entre estereopsia e a média dos sintomas relacionados à aniseiconia nos grupos controle e anisometropia é mostrado na Figura 12.

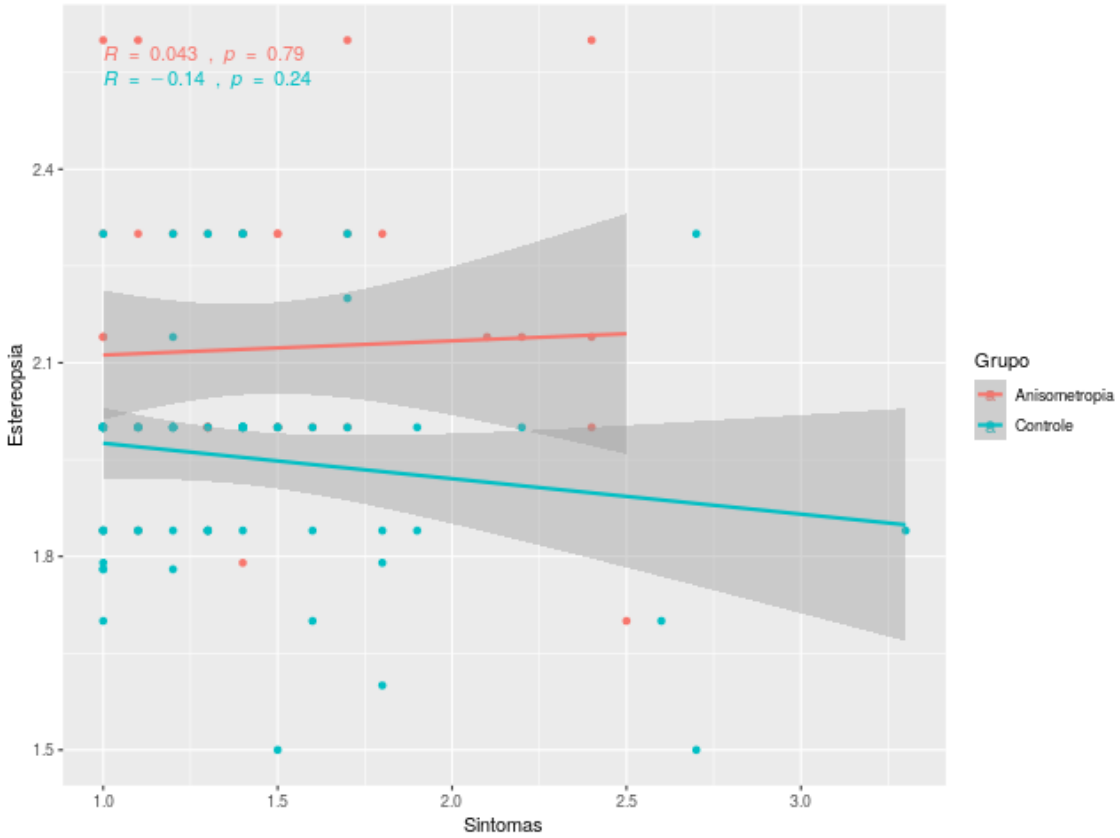


Figura 12 - Diagrama de dispersão entre estereopsia e média dos sintomas relacionados à aniseiconia Grupo controle – coeficiente de correlação R=-0,14; p=024. Grupo anisometropia – coeficiente de correlação de Pearson R=0,043; *p*=0,79. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021

O diagrama de dispersão entre estereopsia e aniseiconia nos grupos controle e anisometropia é mostrado na Figura 13.

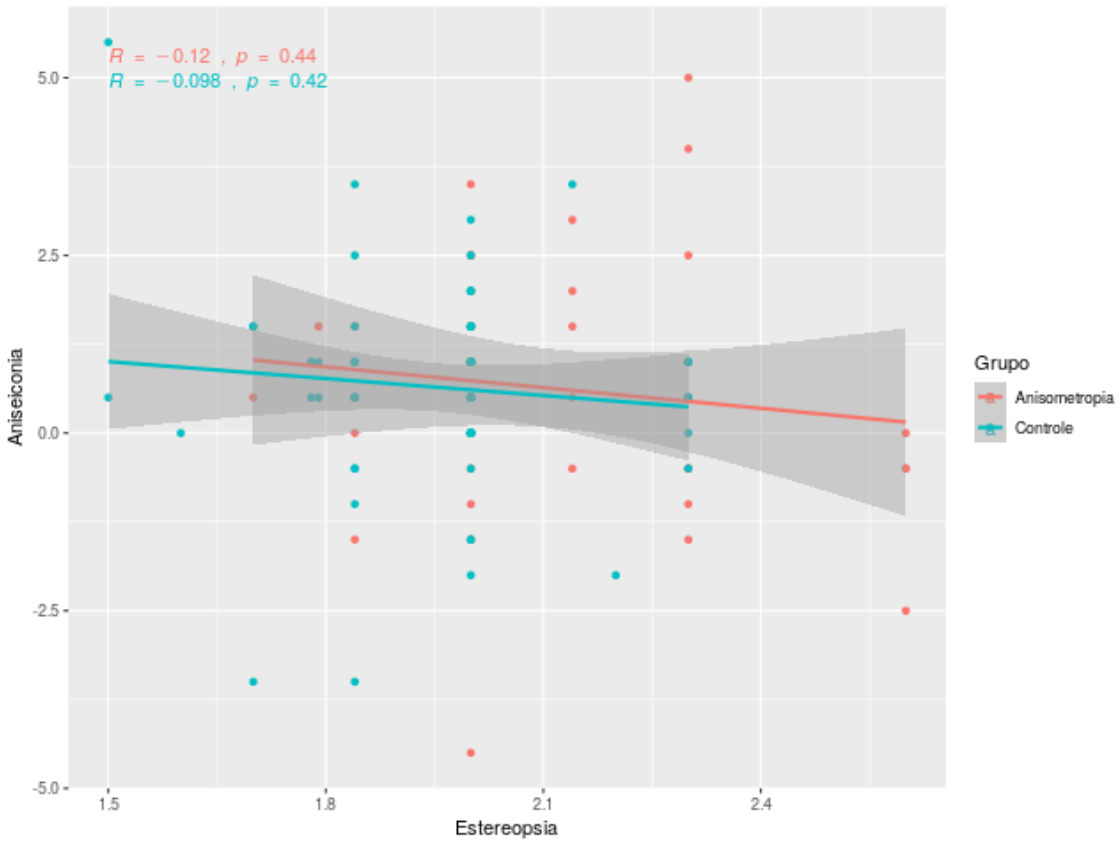


Figura 13 - Diagrama de dispersão entre estereopsia e aniseiconia. Grupo controle – coeficiente de correlação R=-0,098; p=0,42. Grupo anisometropia – coeficiente de correlação de Pearson R=-0,12; *p*=0,42. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP – 2018-2021

Os gráficos de dispersão com os respectivos valores dos coeficientes de correlação de Pearson ***R*** e de ***p*** mostram que não houve correlação entre os parâmetros avaliados.

O modelo de regressão linear e correlação construído com os pontos do Grupo Anisometropia permitiu obter uma equação a fim de predizer a variável dependente (estereopsia), tendo como base as variáveis independentes (diferença refracional interocular EE; diferença interocular poder LIO; diferença interocular do comprimento axial e aniseiconia). Foi obtida a seguinte equação;

estereopsia unidades log10 segundos de arco = 2,024626603
-0,023196229 x dif. axial
-0,004939315 x dif. LIO
+0,072424031 x dif. EE
-0,012048545 x aniseiconia

A Tabela 5 mostra a contribuição de cada variável independente na estereopsia.

Tabela 5 - Contribuição das variáveis independentes em um modelo de regressão linear com os dados do grupo anisometropia, para explicar a variável dependente – estereopsia (unidades log10 segundos de arco)

Variável independente	Contribuição
Diferença comprimento axial	18,06%
Diferença poder de LIO	11,71%
Diferença EE	44,53%
Aniseiconia	25,71%

A Figura 14 apresenta o diagrama de dispersão relacionando valores reais (estereopsia em unidades log10 de segundos de arco) versus valores previstos (contribuição das variáveis independentes).

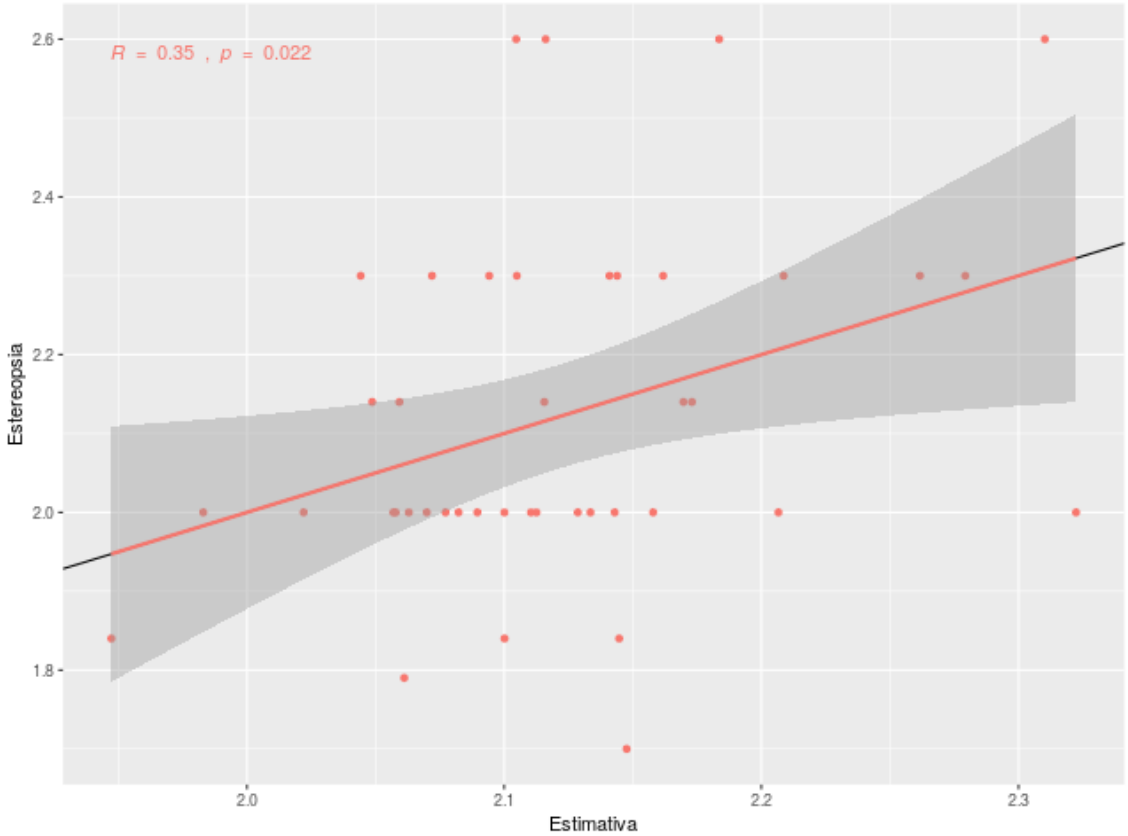


Figura 14 - Diagrama de dispersão de valores reais (eixo y – estereopsia em unidades log10 de segundos de arco) versus valores previstos (eixo x – variáveis independentes). Modelo obtido com a utilização do conjunto de dados do grupo anisometropia. Correlação de Pearson R=0,35; p =0,022

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Atualmente, a maioria das cirurgias de catarata produz excelentes desfechos visuais com melhora significativa da qualidade de vida dos pacientes [84, 85]. Após a cirurgia de catarata, raramente ocorrem prejuízos significativos da visão binocular, uma vez que a maioria (72,7%) dos erros de previsão de biometria estão dentro de ±0,50 D do poder dióptrico programado para a LIO [86]. No entanto, podem ocorrer problemas com a visão binocular decorrentes de anisometropia pós-cirúrgica devido à "surpresa refrativa", relatada por Lundstrom *et al.* [87] em 3.555 de 282.811 casos operados de catarata, definido pelos autores, como erro refrativo pós-cirúrgico superior a ±2,00 D.

Neste estudo, pseudofácicos bilaterais com diferença na refração pós-cirúrgica interocular pelo EE < 1,00D compuseram o Grupo Controle (n=69): e aqueles diferença refracional pós-cirúrgica interocular pelo EE ≥ ± 1,00D, o Grupo Anisometropia (n= 42). Não houve diferença significativa entre os grupos com relação a idade e o gênero (Tabela 1).

A Tabela 2 mostra que entre os grupos Controle e Anisometropia não houve diferença significante na comparação da AVcc dos olhos direitos com os esquerdos e, também, na diferença interocular da AVcc (p=0,649). Houve, no entanto, diferença significativa da refração interocular (EE), uma vez que este parâmetro definiu a composição dos grupos. A diferença refracional pelo EE foi de 0,38±0,26D no Grupo Controle e de 1,80±0,86D no Grupo Anisometropia (p<0,0001).

Gobin *et al.* [25] propuseram uma classificação abrangente de anisometropia, considerando 4 tipos puros: anisometropia corneana, lenticular, pela correção com

lentes oftálmicas (óculos) e mista. Os autores definiram a anisometropia corneana pela diferença interocular dos poderes dos meridianos principais da córnea. No estudo, as diferenças interoculares entre os grupos, controle e anisometropia, com relação aos astigmatismos corneanos foram 0,48 ± 0,47D e 0,49±0,64D, e a diferença entre eles não foi significativa (p=0,644) (Tabela 2). Estes autores caracterizaram a anisometropia axial pela diferença interocular dos poderes axiais. O poder axial foi estimado medindo-se o comprimento axial pela biometria óptica e utilizando-se a seguinte fórmula: P_{axial} = n/ L-IPP, sendo L o comprimento axial (mm); n = 1,336 é o índice de refração do humor vítreo e IPP = 1,6 mm, correspondendo à posição estimada da imagem no plano principal do modelo do olho de Gulstrand. Neste estudo, as diferenças interoculares dos grupos, controle e anisometropia, com relação aos comprimentos axiais foram 0,20 ± 0,27 mm e 0,49 ± 1,09 mm, e a diferença entre os grupos, também, não foi significativa (p=0,529) (Tabela 2).

A anisometropia lenticular foi definida pela diferença interocular dos poderes das LIOs. O poder das LIOs foi calculado usando fórmulas biométricas [88-91]. Neste estudo, as diferenças interoculares dos grupos, controle e anisometropia, com relação ao poder das LIOs foram 0,83 ± 1,05D e 1,86 ± 3,33D, diferença significativa (p=0,039) (Tabela 2). Não houve diferença significativa na comparação das diferenças de profundidade de câmara anterior entre os grupos, respectivamente, 0,17 ± 0,21 mm e 0,31±0,64 (p=0,490) (Tabela 2). Gobin *et al.* [25] caracterizaram a anisometropia pela correção óptica decorrente da diferença interocular dos equivalentes esféricos das lentes oftálmicas. Neste estudo, a diferença interocular dos EE foram. respectivamente, 0,38± 0,26 D (Grupo Controle) e 1,80 ± 0,86D (Grupo

Anisometropia), diferença significativa (p<0,0001), uma vez que o corte para pertencer a um dos grupos foi definido pela diferença de EE (Tabela 2).

Rustein *et al*. [81] mensuraram a aniseiconia antes e após a cirurgia de catarata do primeiro olho. Os autores selecionaram pacientes portadores de anisometropia de 2,00 D ou mais. Na avaliação pré-cirúrgica dos pacientes fácicos encontraram anisometropia de 1,05±0,29D, aniseiconia de 1,85±0,70% e 29% deles com estereopsia de 60 segundos de arco ou melhor. Verificaram 4±1 semanas após a cirurgia de catarata no primeiro olho, anisometropia de 3,69±0,59D, aniseiconia de 6,03±1,30% e apenas 6% com estereopsia de 60 segundos de arco ou melhor. O incremento de aniseiconia ocorreu com o aumento de anisometropia, resultando em redução da estereopsia. Após 4±1 semanas da cirurgia do segundo olho encontraram anisometropia de 0,68±0,19D, aniseiconia de 1,53±0,36% e 50% com estereopsia de 60 segundos de arco ou melhor. Os autores verificaram, também, que a aniseiconia mostrou variação considerável e, portanto, não pode ser prevista pela quantidade de anisometropia induzida. Neste estudo, após 12±3 semanas após a cirurgia do segundo olho, a aniseiconia induzida no Grupo Controle foi de 0,64±1,41% para uma diferença interocular de EE média de 0,38±0,26D e no Grupo Anisometropia de 0,62±1,76% para uma diferença interocular média de EE de 1,80±0,86D (Tabelas 2 e 3).

A cirurgia de catarata realizada em pacientes anisometropes foi estudada por Gobin *et al.* [76]. Os autores encontraram 7,6% de anisometropia em 263 pacientes consecutivos selecionados para cirurgia de catarata. Valores de aniseiconia pré-cirúrgica de 2% e 4% foram encontrados em 3,0% e 7,5% dos pacientes, dependendo do erro refrativo. Os autores concluíram que a cirurgia de catarata em pacientes

anisometropes poderia induzir aniseiconia de 4% ou mais no caso de a escolha do poder da LIO ter sido programada para emetropia. Krzizok *et al.* [93] relataram que a cirurgia de catarata para a correção de alta miopia unilateral com LIO programada para emetropia poderia resultar em alta aniseiconia com muitas queixas visuais. Os autores relataram o caso de um paciente com miopia simétrica de -4,00D que após a cirurgia do primeiro olho apresentou diplopia com astenopia, combinada com aniseiconia moderada e anisoforia. Os autores pontuaram que a tolerância individual para anisoforia vertical é muito pobre.

A aniseiconia em pseudofácicos provém de três fontes: (1) remoção do cristalino e a sua substituição pela LIO que tem planos principais diferentes e/ou poder efetivo da lente diferente do cristalino original; (2) anisometropia pós-cirúrgica e (3) deslocamento da LIO tanto anteroposterior como pela inclinação da LIO causando disparidade de imagem meridional [74]. Opticamente, se o ponto nodal do olho for deslocado anteriormente ocorre desvio miópico aumentando o tamanho da imagem retiniana. Por outro lado, se o ponto nodal for deslocado posteriormente o desvio será hipermetrópico, ocorrendo redução do tamanho da imagem retiniana [74, 93].

Como vimos, neste estudo, a aniseiconia mensurada com o emprego do *software* Aniseikonia Inspector 3 foi de 0,64 ± 1,41 % (Grupo Controle) e 0,62± 1,76% (Grupo Anisometropia), e a diferença entre os grupos não foi significante (p = 0,766) (Tabela 3). Katsumi *et al.* [94] relataram que uma diferença de até 3,0% no tamanho das imagens interoculares de retina poderia ser bem tolerada binocularmente. Oguchi e Mashima [95] demonstraram que se a aniseiconia está na faixa de 3% a 5%, somação binocular e estereopsia são possíveis. Na prática

oftalmológica do dia a dia verifica-se que diferenças de EE de 3,00D corrigidos com lentes oftálmicas (óculos) são toleráveis para a maioria dos pacientes [73]. No entanto, é preciso ressaltar que a anisoforia induzida na leitura em uso de lentes bifocais e/ou multifocais pode induzir desconforto e até diplopia na realização de tarefas visuais próximas. Considerando-se que comumente a amplitude vergencial é insuficiente para compensar anisoforias verticais acima de ±2,00DP, para minimizar esse efeito prismático pode ser necessária a descentração inferior dos centros ópticos das lentes em óculos monofocais para leitura ou a incorporação em bifocais ou multifocais de prisma de *slab-off* [73]. Nenhum dos pacientes deste estudo necessitou de prescrição de prisma de *slab-off* ou de descentração inferior do centro óptico em óculos monofocais para leitura.

Vamos considerar casos em que a refração pós-cirúrgica foi definida pela escolha de um poder estimado de LIO monofocal para oferecer emetropia ao olho dominante e ao olho contralateral, por exemplo, uma miopia de -2,00D. Estas escolhas poderiam oferecer ao pseudofácico bilateral boa AV para longe e para perto, sem quaisquer auxílios ópticos. Esta situação, chamada de monovisão, é uma opção mais valiosa para pacientes idosos com fraca dominância ocular [96]. Comumente, quando os pacientes aceitam a monovisão, o sistema visual suprime a imagem de baixa qualidade e processa a imagem de maior qualidade. É vital saber que a monovisão degrada tanto a estereopsia como a sensibilidade ao contraste [97, 98]. Diferenças de borrão causam uma ilusão que faz com que estes pacientes dramaticamente mal percebam a distância e direção tridimensional de objetos em movimento, podendo causar-lhes dificuldades ao dirigir [99]. Apesar destas desvantagens, muitas pessoas podem se adaptar à correção da monovisão.

Todos os dez sintomas associados com aniseiconia não mostraram diferenças significantes nas comparações entre os grupos. Tampouco, a comparação da média dos dez sintomas entre os grupos resultou significante (p=0,461) (Tabela 4). De maneira geral, pode-se considerar que os pacientes deste estudo foram pouco sintomáticos, contrapondo-se à Kramer *et al.* [100] que reportaram sintomas atribuíveis à aniseiconia em 40% de todos os seus pacientes pseudofácicos.

Os diagramas de dispersão com valores de correlação de Pearson ***R*** e ***p*** entre aniseiconia e diferenças interoculares de EE (Figura 9); estereopsia e diferenças interoculares de EE (Figura 10); aniseiconia e diferenças interoculares da média dos sintomas (Figura 11); estereopsia e diferenças interoculares da média dos sintomas; aniseiconia e a média dos sintomas (Figura 12); e entre estereopsia e aniseiconia (Figura 13), mostram que não houve correlação significativa entre os parâmetros avaliados.

A tolerância à aniseiconia foi definida como a quantidade total de aniseiconia óptica que um paciente pode suportar sem prejudicar o limiar de estereopsia. Pode ser medido com lentes iseicônicas afocais e testes de estereopsia. Krarup *et al.* [101] induziram aniseiconia com lentes iseicônicas afocais e mediram a estereopsia com o teste de Randot e TNO e encontraram que a tolerância à aniseiconia induzida por diferença de poder das LIOs estava em torno de 3D. E que estes valores representavam aproximadamente 3-5% de aniseiconia quando óculos são usados. Valores muito superiores aos encontrados neste estudo.

Teoricamente, a anisometropia deveria correlacionar linearmente 1:1 com aniseiconia óptica, no entanto, Krarup *et al.* [101] não encontraram correlação significativa entre anisometropia e aniseiconia, como também não evidenciamos

neste estudo. Como vimos, no Grupo Controle, para uma diferença interocular de EE de 0,38±0,26D correspondeu uma aniseiconia de 0,64±1,41%; enquanto no Grupo Anisometropia, para uma diferença interocular de 1,80±0,86D correspondeu uma aniseiconia de 0,62±1,76% (Tabelas 2 e 3). Outros estudos também descreveram dificuldade em reproduzir a relação 1:1 entre anisometropia e aniseiconia percebida [81, 102, 103]. A diferença pode ser devida a uma adaptação no sistema visual. Burian [104, 105] descreveu uma adaptação (recuperação) de 1,5-6%, após 3-4 dias, na mensuração de aniseiconia induzida por lentes iseicônicas afocais. A adaptação à aniseiconia poderia explicar os achados de estudos eletrofisiológicos e psicofísicos anteriores [106-108] em que houve uma recuperação significativa de estereopsia no curto prazo em aniseiconia de 3% induzida pela exposição à lentes iseicônicas afocais. Da mesma forma, existem relatos de pacientes submetidos à cirurgia de catarata que mantiveram boa estereopsia apesar de manifestarem aniseiconia iatrogênica de até 20% [78, 106-108].

A maioria dos cirurgiões de catarata hesita em programar emetropia unilateral em pacientes com miopia e hipermetropia superior a 2-3 D, devido ao risco de aniseiconia anisometrópica induzida pela LIO. Kramer *et al.* [100] mostraram que os percentuais de pacientes com aniseiconia induzida pela LIO e sintomas clinicamente relevantes em pacientes com até 3 D de anisometropia podem ser menores do que os relatados anteriormente. No estudo, não encontramos correlação estatisticamente significante entre anisometropia, aniseiconia e sintomas associados com aniseiconia. De acordo com Kramer *et al.* [100] muitos pacientes podem desenvolver uma adaptação neural e se tornarem assintomáticos. Essa plasticidade neural e a reinterpretação visual têm sido demonstradas em diversos estudos recentes [112-114]. Os nossos

resultados corroboram os achados de Krarup *et al.* [101] sugerem que a maioria dos pacientes pseudofácicos bilaterais tolera bem a aniseiconia decorrente da correção óptica de até 3 D de anisometropia.

No estudo, a estereopsia mensurada com o teste de Randot foi de 1,95 ± 0,17 unidades $\log_{10}$ de segundos de arco (Grupo Controle) e de 2,12 ± 0,22 unidades $\log_{10}$ de segundos de arco (Grupo Anisometropia) com $p<0,0001$ (Tabela 3). Estes valores correspondem aproximadamente a 90 segundos de arco (Grupo Controle) e 130 segundos de arco (Grupo Anisometropia). Alguns estudos mostraram um leve declínio na estereopsia com a idade, testando a estereopsia de pessoas com idades entre 17 e 83 anos com o TNO estereoteste, e atribuíram este declínio mais a falência da capacidade fusional do que uma deficiência de estereopsia no nível cortical [100]. A perda da estereopsia impacta o desempenho de muitas habilidades motoras cotidianas necessárias para a realização de tarefas próximas como manipulação de objetos e distantes como direção e prática de esportes [114, 115].

A utilização de equações de regressão múltipla, calculadas a partir dos coeficientes de correlação de Pearson permitiu entender como a estereopsia (variável dependente) foi influenciada pela aniseiconia e pelas diferenças interoculares de EE, poder LIO e de comprimento axial (variáveis independentes. Considerando-se os pseudofácicos bilaterais do Grupo Anisometropia as contribuições destas variáveis independentes foram as seguintes: aniseiconia (25,71%); diferença de EE (44,53%); diferença do poder da LIO (11,71%); e diferença de comprimento axial (18,06%) (Tabela 5 e Figura 14). Observe que as maiores contribuições para a predição de estereopsia vieram da diferença interocular de EE (anisometropia) e da aniseiconia.

Existem limitações neste estudo. O grupo anisometropia poderia ser ampliado com pseudofácicos bilaterais apresentando diferenças refracionais pós-cirúrgicas > ±2,00D, o que certamente permitiria avaliar melhor a aniseiconia induzida e suas repercussões na estereopsia e no desencadeamento de sintomas associados com aniseiconia. Outra limitação foi o fato de as avaliações dos sintomas terem sido baseadas nos desfechos relatados pelos participantes do estudo, embora a utilização do questionário de sintomas de Bannon e Triller [79] tivesse fornecido uma forma sistemática e simplificada de quantificar numericamente os sintomas associados com aniseiconia ao estabelecer uma pontuação de 1-5, em que o paciente pode relatar a presença de cada sintoma como 1 (nunca); 2 (pouco); 3 (algumas vezes); 4 (muitas vezes) e 5 (sempre). Apesar das limitações acima, nossos achados representam uma importante contribuição para a literatura, pois sugerem que a retenção de estereopsia, a aniseiconia induzida e sintomas associados não representaram problema substancial para o conforto visual de pacientes pseudofácicos bilaterais sem ou com anisometropia pós-cirúrgica de até 3D.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

.

Os resultados de aniseiconia, média dos sintomas associados com aniseiconia e estereopsia obtidos na realização deste estudo, conduzido em população de pseudofácicos bilaterais divididos nos grupos Controle (diferença interocular de EE<1,00D) e Anisometropia (diferença interocular de EE≥1,00D), foram os seguintes:

- Aniseiconia: 0,64±1,41% (grupo controle); 0,62±1,76% (Grupo Anisometropia); diferença não significante (p=0,766);
- Média dos sintomas associados com aniseiconia: 1,38±0,46 (Grupo Controle); 1,44±0,44 (Grupo Anisometropia), diferença não significante (p=0,461); e
- Estereopsia: 1,95±0,17 unidades $\log_{10}$ de segundos de arco (Grupo Controle); 2,12±0,22 unidades $\log_{10}$ de segundos de arco (Grupo Anisometropia); diferença significante (p<0,0001)

Nos grupos, Controle e Anisometropia, não houve correlação significante entre os parâmetros:

- Aniseiconia e diferença interocular de EE;
- Aniseiconia e média dos sintomas associados com aniseiconia;
- Estereopsia e diferença interocular de EE;
- Estereopsia e a média dos sintomas associados com aniseiconia; e
- Estereopsia e aniseiconia.

As contribuições das variáveis independentes (aniseiconia, diferença interocular EE, diferença interocular de poder das LIOs e diferença interocular de comprimento axial) para a predição da variável dependente (estereopsia), considerando-se os pacientes pseudofácicos bilaterais do Grupo anisometropia, foram as seguintes:

- Aniseiconia: 25,71%;
- Diferença interocular de EE: 44,53%;
- Diferença interocular de poder da LIO: 11,71%; e
- Diferença interocular de comprimento axial: 18,06%.

A análise destes resultados permite concluir que estereopsia, aniseiconia e sintomas associados não representam problema substancial para o conforto de pacientes pseudofácicos bilaterais adultos com anisometropia < 3D.

7 ANEXOS

7 ANEXO

ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP

USP - HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: INFLUÊNCIA DA ANISEICONIA NA VISÃO BINOCULAR DE PACIENTE PSEUDOFÁCICOS BILATERAIS

Pesquisador: PEDRO CARLOS CARRICONDO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 91953018.4.0000.0068

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.754.020

Apresentação do Projeto:

Estudo prospectivo transversal em que 50 participantes submetidos à cirurgia de catarata em ambos o olhos serão avaliados por meio de testes não invasivos em um única visita

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a aniseiconia e a visão estereoscópica de participantes pseudofácicos bilaterais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Ausência de riscos

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O tema é pertinente e o estudo está bem, desenhado

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE está claro

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendencias.

Considerações Finais a critério do CEP:

Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o proje conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c)apresentar dados

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br

8 REFERÊNCIAS

8 REFERÊNCIAS

1. Kessel L, Andresen J, Erngarard D, Flesner P, Tendal B, Hjortdal J. Indication for cataract surgery. Do we have evidence of who will benefit from surgery? A systematic review and meta-analysis. Acta Ophthalmol. 2016;94(1):10-20.

2. Flaxman SR, Bourne RRA, Resnikoff S, Ackland P, Braithwaite T, Cicinelli MV, Das A, Jonas JB, Keeffe J, Kempen JH, Leasher J, Limburg H, Naidoo K, Pesudovs K, Silvester A, Stevens GA, Tahhan N, Wong TY, Taylor HR; Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990-2020: a systematic review and meta-analysis. Lancet Glob Health. 2017;5(12):e1221-e1234.

3. Foster A. Vision 2020: the cataract challenge. Community Eye Health. 2000;13(34):17-9.

4. Wang W, Yan W, Fotis K, Prasad NM, Lansingh VC, Taylor HR, Finger RP, Facciolo D, He M. Cataract surgical rate and socioeconomics: a global study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016;.57(14); 5872-81.

5. Bisol T. Indicações e contraindicações da cirurgia de catarata. In: Faria MAR, Nosé W (editores). Catarata. Rio de Janeiro: Cultura Médica. 2015. p.33-37.

6. Kessel L, Haargaard B, Boberg-Ans G, Henning V. Time trends in indication for cataract surgery. J Clinic Experiment Ophthalmol. 2011;2(7):174.

7. Douthwaite WA, Vianya-Estopa M, Elliott DB. Predictions of postoperative visual outcome in subjects with cataract: a preoperative and postoperative study. Br J Ophthalmol. 2007;91(5):638-43.

8. Vianya -Estopa M, Douthwaite WA, Funnell CL, Elliott DB. Clinician versus potential acuity test predictions of visual outcome after cataract surgery. Optometry. 2009;80(8): 447-53.

9. Lundstrom M, Barry P, Henry Y, Rosen P, Stenevi U. Visual outcome of cataract surgery; Study from the European Registry of Quality Outcomes for Cataract and Refractive Surgery. J Cataract Refract Surg. 2013;39(5):673-9.

10. Porela-Tiihonen S, Kaarniranta K, Kokki M, Kokki H. Recovery, and patient satisfaction after cataract surgery. A one-year prospective follow-up study. Acta Ophthalmol. 2015;93(2): e172-3.

11. Lundstrom M, Stenevi U, Thorburn W. The Swedish National Cataract Register: a 9-year review. Acta Ophthalmol Scand. 2002;80(3):248-57.

12. Amesbury EC, Grossberg AL, Hong DM, Miller KM. Functional visual outcomes of cataract surgery in patients with 20/20 or better preoperative visual acuity. J Cataract Refract Surg. 2009;35(9):1505-8.

13. Naeim A, Keeler EB, Gutierrez PR, Wilson MR, Reuben D, Mangione CM. Is cataract surgery cost-effective among older patients with a low predicted probability for improvement in reported visual functioning? Med Care. 2006;44(11):982-9.

14. Behndig A, Montan P, Stenevi U, Kugelberg M, Lundström M. One million cataract surgeries: Swedish National Cataract Register 1992-2009. J Cataract Refract Surg. 2011;37(8):1539-45.

15. Lundström M, Goh PP, Henry Y, Salowi MA, Barry P, Manning S, Rosen P, Stenevi U. The changing pattern of cataract surgery indications: a 5-year study of two cataract surgery databases. Ophthalmology. 2015;122(1):31-8.

16. Tuulonen A, Salminen H, Linna M, Perkola M. The need and total cost of Finnish eyecare services: a simulation model for 2005-2040. Acta Ophthalmol. 2009;87(8): 820-9.

17. Solborg BS, Mikkelsen KL, Morten la C. Epidemiology of 411 140 cataract operations performed in public hospitals and private hospitals/clinics in Denmark between 2004 and 2012. Acta Ophthalmol. 2015;93(1):16-23.

18. Kessel L. Can we meet the future demands for cataract surgery? Acta Ophthalmol. 2001;89(3):e289-90.

19. Falck A, Kuoppala J, Winblad I & Tuulonen A. The Pyhäjärvi Cataract Study. I. Study design, baseline characteristics and the demand for cataract surgery. Acta Ophthalmol. 2008;86(6):648-54.

20. Montenegro L, Ribeiro G. Biometria ocular e a escolha de lentes intraoculares. In: Faria MR, Nosé W (Eds.). Catarata. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2015. p. 65-71.

21. Lake JC. Avanços na tecnologia: Lente intraocular (LIOs). In: Alves MR (Coord.): Cirurgia Ocular. Texto e Atlas. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Cultura Médica, 2012. p. 213-17.

22. Daum KM, McCormack GL. Fusion, and Binocularity. In: Benjamin WJ (Ed): Borish's Clinical Refraction. St. Louis, Missouri: Butterworth Heinemann, 2006. p. 145-191.

23. Krzizok T, Kaufmann H, Schwerdtfeger G. Binocular problems caused by aniseikonia and anisophoria after cataract operation. Klin Monbl Augenheilkd. 1996;208(6):477-80.

24. Rustein R, Fullard R, Wilson JA, Gordon A. Aniseikonia induced by cataract surgery, and its effect on binocular vision. Optom Vis Sci. 2015;92(2):201-7.

25. Gobin L, Rozema JJ. Tassignon MJ. Predicting refractive aniseikonia after cataract surgery in anisometropia. J Cataract Refract Surg. 2008;34(8):1353-61.

26. Magalhães PB. Evolução da cirurgia de catarata. Arq Bras Oftalmol. 1985;48(1):1-7.

27. Beer - Enciclopedie Française d'Ophthalmologie - Vol. IX, Doln Editores, 1910. p. 58.

28. Rhazes AD. In: Duke·Elder, S (Ed,). Textbook of Ophthalmology. 1940. p. 3115.

29. Ammar - The American Encyclopedia and Dictionary of Ophthalmology. Chicago: Cleveland Press 1913. p. 316.

30. Daviel J. A new method of curling cataract by extraction of de lens, ln: Lebensohn JE. An Anthology of Ophthalmlc Classics. Baltimore: The Williams & Wilkens CO, 1969.

31. Albert DM, Edwards DD, eds. História da Oftalmologia; Cambridge: Blackwell Science, 1996.

32. De La Faye J. Am. Encyclopedia of Ophthalmology and Dictionary. vol. V. Chicago: Cleveland Press, 1917. p. 3252.

33. Himly C. In: Duke·Elder S (Ed.). System of Ophthalmology, vol. XI. London: Henry Kimpton, 1969.

34. Moore. In: Encyclopedia Francoise d'Ophtalmologle, Doin Ed. 1910. vol. IX, p. 63.

35. Koeller C. In: Magalhães PB. Evolução da cirurgia de catarata. Arq Bras Oftalmol. 1985; 48:1-7.

36. Van Lint. An d'Oculistique, Paris - 151: 420, 1914. In: Kirby D. Surgical Cataract. Philadelphia: J. B. Lippincot, 1950.

37. Elshnig A. ln: Kirby D. Surgical Cataract. Philadelphia J. B. Lippincot, 1950.

38. Barraquer I. Arch of Ophthal. 1922;51:448. apud: Magalhães PB. Evolução da cirurgia de catarata. Arq Bras Oftalmol. 1985;48(1):1-7.

39. Krwawicz T. Intracapsular extraction of intumescent cataract by application of low – temperature. Br J Ophthalmol. 1961;45(4):279-83.

40. Barraquer J. In: Anales do XL Congresso de La Sociedad Hispano-Americana de Oftalmologia, Granada, 1962.

41. Kelman CD. Phacoemulsification and Aspiration. The Kelman Technique of Cataract Removal. Firminghan: Aesclepins Publishing Co, 1975.

42. Tadini. In: Bronner A, Baikoff G, Charleux J, Flament J, Gerhard J.-P, Risse J.-F. La corretion de l'aphakie. Paris: Masson, 1983.

43. Ridley H. Intra-ocular acrylic lenses. A recent development ln the surgery of cataract. Br J Ophthalmol. 1952;36(3):113-22.

44. Hida WT, Nakano CT. Avanços na tecnologia: aparelhos de faco. In Alves MR (Coord.): Cirurgia Ocular. Texto e Atlas. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Cultura Médica, 2012. p.207-12.

45. Nochez Y, Majzoub S, Pizella PJ. Effect of residual ocular spherical aberration on objective and subjective quality of vision in pseudophakic eyes. J Cataract Refract Surg. 2011;37(6):1076-81.

46. Lake JC. Avanços na tecnologia: Lente intraocular (LIOs). In: Alves MR (Coord.): Cirurgia Ocular. Texto e Atlas. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Cultura Médica, 2012. p. 213-17.

47. Holladay JT. International Intraocular Lens & Implant Registry 2004. J Cataract Refract Surg 2004;30(1):207-29.

48. Centurion V. Prefácio. In Centurion V. Excelência em Biometria. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2006. p. xvii-xviii.

49. Rossini AMCS, Allemann N. Biometria e paquimetria. In: Farah ME, Allemann N, Belfort Jr R (Eds). Exames e diagnósticos em Oftalmologia. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2006. p. 67-92.

50. Haigis W. Challenges and approaches in modern biometry and IOL calculation. Saudi J Ophthalmol. 2012;26(1):7-12.

51. Kunert KS, Peter M, Blum M, Haigis W, Sekundo W, Schültze J, Büehren T. Repeatability, and agreement in optical biometry of a new swept-source optical coherence tomography-based biometer versus partial coherence interferometry and optical low-coherence reflectometry. J Cataract Refract Surg. 2016;42(1):76-83.

52. Lacava AC, Caballero JC, Centurion V. Biometria óptica por interferência de coerência parcial. In: Centurion V (ed). Excelência em biometria. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2006. p. 49-52.

53. Teles AM, Teles AMMP, Guimarães ACM. Cálculo da lente intraocular em situações especiais. In: Faria MAR, Nosé W (eds). Catarata. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2015. p. 72-90.

54. Ridley H. Intraocular acrylic lenses: A recent development in the surgery of cataract. Br J Ophthalmol. 1952;36(3):113-22.

55. Fedorov SN, Kolonko AL. Estimation of optical power of the intraocular lens. Vestnik Oftalmologic Moscow. 1967; 4:27.

56. Colenbrander MC. Calculation of the power of an iris clip lens for distance vision. Br J Ophthalmol. 1973;57(10):735-40.

57. Binkhorst RD, Loones LH. Intraocular lens power. Trans Am Acad Ophthal Otolaryngol. 1976; 81:70-9.

58. Lara FJG. Comparación de fórmulas biométricas en el cálculo de lentes intraoculares mediante el uso de biometria óptica. Mestrado [Tese]. Cataluña: Faculdad de Óptica y Optometria de Terassa. Universidade Politécnica de Cataluña, 2013.

59. Sanders DR, Kraff MC. Improvement of intraocular power calculation using empirical data. J Am Intraocul Implant Soc. 1980;6(3):263-7.

60. Hoffer KJ. The effect of axial length on posterior chamber lenses and posterior capsule position. Current Concepts in Ophthalmic Surgery. 1984;1(1):20-2.

61. Sanders DR, Retzlaff J, Kraff MC. Comparison on the SRK II formula and other second-generation formula. J Cataract Refract Surg. 1988;14(2):136-41.

62. Holladay JT, Prager TC, Chandler TY, Musgrove KH, Lewis JW, Ruiz RS. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. J Cataract Refract Surg. 1988;14(1): 17-24.

63. Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas. J Cataract Refract Surg. 1993;19(6):700-12.

64. Olsen T, Olesen H, Thim K, Corydon L. Prediction of postoperative intraocular lens chamber depth. J Cataract Refract Surg, 1990;16(5):587-90.

65. Holladay JT. Standardizing constants for ultrasonic biometry, keratometry, and intraocular lens power calculations. J Cataract Refract Surg. 1997;23(9):1356-70.

66. Fenzi RE, Gills JP, Cherchio M. Refractive and visual outcome of hyperopic cataract cases operated on before and after implementation of the Holladay II formula. Ophthalmology. 1998;105(9):1759-564.

67. Haigis W. Challenges and approaches in modern biometry and IOL calculation. Saudi J Ophthalmol. 2012;26(1):7-12.

68. Barrett GD. Intraocular lens calculation formulas for new intraocular lens implants. J Cataract Refract Surg. 1987;13(4):389-96.

69. Barrett GD. An improved universal theoretical formula for intraocular lens power prediction. J Cataract Refract Surg. 1993;19(6):713-20.

70. Hiroki M, Ossamu H, Hieda, Toshihide I, Shino H, Masatsugu H, Kimiaki U, Chie S. Accuracy of the Barrett Universal II formula integrated into a commercially available optical biometer when using a preloaded single-piece intraocular lens. Indian J Ophthalmol. 2021;69(9):2298-302.

71. PhacoOptics. detailed features Disponível em: http://wwwphacooptics.net/program-overview/. 2016.

72. Hill WE. How new methodology improves accuracy for IOL power selection. Radial basis function approach draws on concept of pattern recognition and data interpolation. Setembro 2014. Disponível em: https://www.ophthalmologytimes.com/view/how-new-methodology-improves-accuracy-iol-power-selection

73. Alves AA. Anisometropia. In: Alves AA: Refração. 5ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Cultura Médica; 2008. p.103-13.

74. Kulp Mat, Raasch TW, Polasky M. Patients with anisometropia and aniseikonia. In: Benjamin W T (Ed). Borish Clinical Refraction. Oxford: Butterworth Heinemann, 2006. p. 1479-1508.

75. Sousa SJF. Revisando as anisometropias. Arq Bras Oftalmol. 2002; 65:114-17.

76. Gobin L, Rozema JJ, Tassignon MJ. Predicting refractive aniseikonia after cataract surgery in anisometropia. J Cataract Refract Surg. 2008;34(8):1353-61.

77. Katsumi O, Tanino T, Hirose T. Effect of aniseikonia on binocular function. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1986;27(4):601-4.

78. Kundart J. Diagnosis and treatment of aniseikonia: a case report and review. Optom Vis Performance. 2018; 6:112-8.

79. Bannon RE, Triller W. Aniseikonia – A clinical report covering a ten-year period. Am J Optom 1944; 21:171-82.

80. Remole A. Aniseikonia and fixation performance: effect of retinal stimulus location. Optom Vis Sci. 1989;66(3):160-6.

81. 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.

82. Aniseikonia Inspector. Additional information [internet]. Disponível: https://www.opticaldiagnostics.com/products/ai/additional_info.html. Acessado: 20/12/2021.

83. Giaschi D, Narasimhan S, Solski A, Harrison E, Wilcox LM. On the typical development of stereopsis: fine and coarse processing. Vision Res. 2013; 89:65-71.

84. Lundström M, Stenevi U, Thorburn W. Quality of life after first- and second-eye cataract surgery: five-year data collected by the Swedish National Cataract Register. J Cataract Refract Surg. 2001;27(10):1553-9.

85. Schuster AK, Pfeiffer N, Schulz A, Nickels S, Höhn R, Wild PS, Blettner M, Münzel T, Beutel ME, Lackner KJ, Vossmerbaeumer U. The impact of pseudophakia on vision-related quality of life in the general population – The Gutenberg Health Study. Aging (Albany, NY). 2017;9(3):1030-40.

86. Nayak H, Kersey JP, Oystreck DT, Cline RA, Lyons CJ. Diplopia following cataract surgery: a review of 150 patients. Eye (Lond). 2008;22(8):1057-64.

87. Lundström M, Dickman M, Henry Y, Manning S, Rosen P, Tassignon MJ, Young D, Stenevi U. Risk factors for refractive error after cataract surgery: Analysis of 282 811 cataract extractions reported to the European Registry of Quality Outcomes for cataract and refractive surgery. J Cataract Refract Surg. 2018;44(4):447-52.

88. Sanders DR, Retzlaff J, Kraff MC, Kratz R, Gills J, Levine R, Colvard M, Weisel J, Loyd T. Comparison of the accuracy of the Binkhorst, Colenbrander and SRK_ implant power predication formulas. J Am Intraocul Implant Soc. 1981;7(4):337-40.

89. Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. J Cataract Refract Surg. 1990;16(3):333-40.

90. Holladay JT, Prager TC, Chandler TY, Musgrove KH, Lewis JW, Ruiz RS. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. J Cataract Refract Surg. 1988;14(1):17-24.

91. Preussner P-R, Wahl J, Lahdo H, Dick B, Findl O. Ray tracing for intraocular lens calculation. J Cataract Refract Surg. 2002;28(8):1412-9.

92. Krzizok T, Kaufmann H, Schwerdtfeger G. Binocular problems caused by aniseikonia and anisophoria after cataract operation. Klin Monbl Augenheilkd. 1996;208(6):477-80.

93. Lakshminarayanan V, Enoch J, Knowles R. Residual aniseikonia among patients fitted with one or two intraocular lenses (pseudophakic corrections). Optom Vis Sci. 1993;70(2):107-10.

94. Katsumi O, Tanino T, Hirose T. Effect of aniseikonia on binocular function. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1986;27(4):601-4.

95. Oguchi Y, Mashima Y. The influence of aniseikonia on the VEP by random-dot stereogram. Acta Ophthalmol (Copenh). 1989;67(2):127-30.

96. Evans BJ. Monovision: a review. Ophthalmic Physiol Opt. 2007;27(5):417-39.

97. Blumenfeld D, Weakley D, Dias C. The effects of anisometropia on stereopsis and bifixation. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1995; 36:46.

98. Cruz AA, Bauer J, Held R. Inhibition of binocular contrast sensitivity in hypermetropic anisometropia. Optom Vis Sci. 1991;68: 819-20.

99. Burge J, Rodriguez-Lopez V, Dorronsoro C. Monovision and the misperception of motion. Curr Biol. 2019;29(15):2586-92.

100. Kramer PW, Lubkin V, Pavlica M, Covin R. Symptomatic aniseikonia in unilateral and bilateral pseudophakia; a projection space eikonometer study. Binocul Vis Strabismus Q. 1999;14(3):183-90.

101. Krarup TG, Nisted I, Christensen TG, Kiilgaard J. The tolerance of anisometropia. Acta Ophthalmol. 2020:98(4):418-26.

102. Miyake S, Awaya S, Miyake K. Aniseikonia in patients with a unilateral artificial lens, measured with Aulhorn's phase difference haploscope. J Am Intraocul Implant Soc. 1981;7(1):36-9.

103. Hillman JS, Hawkswell A. The control of aniseikonia after intraocular lens implantation. Trans Ophthalmol Soc U K. 1985;104(Pt 5):582-5.

104. Burian HM. Clinical significance of aniseikonia. Arch Ophthalmol. 1943; 29:116-33.

105. Burian HM. Influence of prolonged wearing of meridional size lenses on spatial localization. Arch Ophthalmol. 1943; 30:645-66.

106. Crone RA, Leuridan OM. Unilateral aphakia and tolerance of aniseikonia. Ophthalmologica. 1975;171(4-5):258-63.

107. Stewart C, Whittle J. Optical correction of aniseikonia in anisometropia can enhance stereoacuity. Binocul Vis Strabismus Q. 1996; 12:31-4.

108. Campos EC, Enoch JM. Amount of aniseikonia compatible with fine binocular vision: some old and new concepts. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 1980;17(1):44-7.

109. Lubkin V, Stollerman H, Linksz A. Stereopsis in monocular aphakia with spectacle correction. Am J Ophthalmol. 1966;61(2):273-6.

110. Highman VN. Stereopsis and aniseikonia in uniocular aphakia. Br J Ophthalmol. 1977;61(1):30-3.

111. Isomura Y, Awaya S. Studies on aniseikonia and binocular fusion with special reference to stereoacuity. Nippon Ganka Gakkai Zasshi. 1980;84(10):1619-28.

112. Dilks DD, Serences JT, Rosenau BJ, Yantis S, McCloskey M. Human adult cortical reorganization and consequent visual distortion. J Neurosci. 2007;27(36):9585-94.

113. Bex PJ. (In) sensitivity to spatial distortion in natural scenes. J Vis. 2010;10(2): 23.1-15.

114. Chen N, Shin K, Millin R, Song Y, Kwon M, Tjan BS. Cortical reorganization of peripheral vision induced by simulated central vision loss. J Neurosci. 2019;39(18):3529-36.

115. Undrakonda V, Sahiti TK, Vennesh PS, Kamath YS. A comparative study of stereoacuity in patients with various grades of cataract and bilateral pseudophakia. Indian J Ophthalmol. 2019;67(11):1834-7.

10 APÊNDICE

10 APÊNDICE

Pré print de artigo.

Open Journal of Ophthalmology, 2022, 12, *-* https://www.scirp.org/journal/ojoph
ISSN Online: 2165-7416 ISSN Print: 2165-7408

Stereopsis, Aniseikonia, and Associated Symptoms in Patients with Bilateral Pseudophakia with and without Anisometropia: A Comparative Study

Marcelo Tannous[1], Daniel Dantas[2], David Tayah[1], Pedro Carricondo[1], Amaryllis Avakian[1], Milton Ruiz Alves[1]

Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Sao Paulo, Brazil
Departamento de Computação da Universidade Federal de Sergipe, city, country

1

2

Email: dr.tannous@hotmail.com

How to cite this paper: Author 1, Author 2 and Author 3 (2022) Paper Title. Open Journal of Ophthalmology, 12, *-*.
https://doi.org/10.4236/***.2022.*****

Received: **** **, ***
Accepted: **** **, ***
Published: **** **, ***

Copyright © 2022 by author(s) and Scientific Research Publishing Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

Abstract

Objectives: The study aimed to compare stereopsis, aniseikonia, and associated symptoms in bilateral pseudophakia with and without anisometropia. Methods: Patients with senile cataracts, previously scheduled for phacoemulsification with an IOL implant in both eyes were included in this cross-sectional study. Patients were divided into two groups: control group (n = 69) with an interocular post-surgical refraction difference in Spherical Equivalent (SE) < 1.0 D and anisometropia group (n = 42) with an interocular post-surgical

censes/by/4/0

difference in SE ≥ 1.00 D. Aniseikonia was evaluated by Aniseikonia Inspector 3 and stereopsis by Randot stereotest. Ten symptoms related to aniseikonia were evaluated with a questionnaire. Statistical evaluation of data included models of univariate, multivariate, and regression analyses. Results: Cataract surgery-induced aniseikonia was 0.64% ± 1.41% in control group and 0.62% ± 1.76% in anisometropia group with an insignificant difference (p = 0.766). Measured stereoacuity was 1.95 ± 0.17 units $\log_{10}$ seconds of arc in the control group and 2.12 ± 0.22 units $\log_{10}$ seconds of arc in the anisometropia group with a significant difference (p < 0.0001). The mean score of symptoms associated with aniseikonia was 1.41 ± 0.46 in the control group and 1.47 ± 0.45 in the anisometropia group, with an insignificant difference (p = 0.387). The contribution of independent variables in predicting stereopsis in the anisometropia group was the following: axial length difference (18.06%); refractive error difference (SE) (44.53%), aniseikonia (25.71%), and IOL power difference (11.71%). Conclusions: The study showed that stereopsis, aniseikonia, and associated symptoms did not stand for a substantial problem for visual comfort of bilateral pseudophakia with anisometropia less than 3D.

10.4236/***.2022.***** **** **, 2022

Keywords

Cataract, Phacoemulsification, Pseudophakia, Aniseikonia, Depth Perception, Anisometropia

Introduction

Modern cataract surgery is currently one of the safest, most effective, and frequently performed surgical procedures in ophthalmology [1]. Cataract surgery can change eye refraction, thus allowing refractive error reduction and, in some cases, becoming spectacle independent [2]. However, in specific postoperative conditions, anisometropia-induced problems with binocular vision may occur [3]. Anisometropia may induce aniseikonia that occurs when "the images presented to the cortex from the two eyes are abnormally unequal in size, shape or luminance" [4]. Levels of tolerance of aniseikonia vary greatly. By and large, 1% is unlikely to be symptomatic. Two percent to 8% were highly likely to be symptomatic [5].

Despite a general agreement on the safety limits of surgically induced anisome- tropia, several clinical studies have described high inter-variability in the tolerance of anisometropia and perceived aniseikonia [6] [7] [8] [9]. Linksz and Lubkin demonstrated the astonishing capacity of some monocular aphakia pre-intrao- cular lens (IOL) to fuse up to 25% image disparity [10]. The limits of the potential human capacity to achieve various degrees of stereoacuity in the presence of high aniseikonia remain to be determined [11] [12].

Stereopsis is the ability to perceive depth, and it occurs due to the fusion of two slightly dissimilar images by stimulating two disparate retinal elements within the Panum's fusional area of two eyes [13]. Stereopsis is influenced by Visual Acuity (VA), pupillary diameter, cataract, presbyopia, and age-related retinal ganglion cell loss [14] [15]. Stereopsis loss impacts the performance on certain motor abilities necessary for everyday tasks within the near and large range, e.g. at the near range during the precise manipulation of objects [16], and regarding large disparity range [17] such as driving cars and playing sports [18].

In a population of pseudophakic patients, Kramer et al. [12] reported symptoms attributable to aniseikonia in 40.2%. Rutstein et al. [9] reported that anisei- konia increased after the first cataract surgery and returned to near baseline in 1 month (±1 week) after the second cataract surgery. The increase in aniseikonia occurred together with an increase in anisometropia, resulting in poor overall stereopsis. Such aniseikonia showed substantial variance and could not be predicted by the degree of induced anisometropia.

In this study, we attempted to measure aniseikonia, stereoacuity and visual symptoms associated with aniseikonia to analyze the relation of aniseikonia with anisometropia and its effects on stereopsis and visual symptoms.

Material and Methods

A cross-sectional observational study was conducted among patients who previously underwent bilateral cataract surgery (sequential) with unifocal IOL implantation in a tertiary care teaching hospital in Sao Paulo, Brazil from April 2018 to August 2021. The study was conducted as per the guidelines of Declaration of Helsinki and was approved by Ethics Committee for Analysis of Research Projects of Faculty of Medicine of University of Sao Paulo (Process

91953018.40000.0068). The study was explained to every participant, and patients' written informed consent was obtained before their enrolment.

After assessment, all patients were submitted to a complete ophthalmologic examination with VA recording with best correction (BCVA) for near and far vision, evaluation of extrinsic ocular motility (cover/uncover test), test with striated Bagolini lenses, refractometric examination (retinoscopy and Greens refractor), slit-lamp biomicroscopy (Haag-Streit AT® 900), tonometry (AT 900, Medvision), and direct (Pocket Junior®, Welch Allyn) and indirect (ODS® 6.0, Eyetec) fundoscopy. The patients were again submitted to optical biometrics by partial coherence interferometry (PCI; IOLMaster®, Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany),

calibrated according to the manufacturer's recommendation. Kerato-metry and axial length were also measured in both eyes.

Inclusion criteria: Patients of both sexes, aged between 50 - 70 years, undergoing a sequential cataract surgery without complications, at least 12 ± 3 weeks of second eye surgery who presented with BCVA > 0.7 in both eyes, centered IOLs (surgery performed without complications), intraocular pressure (IOP) < 20 mm Hg without medication, present sensory fusion as evaluated by Bagolini striated lenses, excavation of the optic nerve < 0.7 and normal fundoscopy.

Exclusion criteria: Patients with BCVA < 0.7; cataract surgery with complications; the presence of posterior capsule opacity; IOL decentered; and carriers of other pre-existing eye diseases that could alter BCVA (moderate or intense dry eye, uveitis, glaucoma, and degenerative retinal disease).

Group criteria: Patients were divided into two groups: control group (n = 69) with an interocular post-surgical refraction difference in Spherical Equivalent (SE) < 1.00 D and anisometropia group (n = 42) with an interocular post-surgical refraction difference in SE > 1.00 D.

Study procedure: Cataract surgeries were performed with the following standard surgical technique in the described order: topical anesthesia with 1% lidocaine without preservatives; 2.2-mm incision in clear corneal autosealant in the most curved meridian; use of dispersive and cohesive viscoelastic; continuous circular capsulorhexis; hydrodissection and use of Infinity® Vision System OZIL® Intel-

ligent Phaco (Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA). A folding unifocal IOL was implanted with an appropriate injector inside the capsular bag. After viscoelastic removal, the implanted IOL was centralized with the patient looking at the direct illumination of the surgical microscope, and the surgery was completed with hydration of the incisions with a balanced saline solution. Patients were instructed to use 0.3% gatifloxacin eye drops for 10 days four times a day and 0.1% dexamethasone eye drops four times a day initially with instillations regression over 30 days.

Aniseikonia measurement: The measurement was performed with the patient using optical correction from far, the addition of +2.50 D, and green and red filters to dissociate the images of the two eyes. The patient was positioned 40 cm in front of the computer monitor with the software of Aniseikonia Inspector Version 3 (AI3). The green filter use in the right eye was standardized. The test began with the patient pointing at the computer screen to show which of the two rectangular boxes presented was wider and taller at the time. If the images looked the same for the patient, the examiner would select the "E" button for the same. The

aniseikonia measurement results were obtained in magnification/minification percentage; in the vertical and horizontal meridians, together with a consistency value that allowed considering the results reliable or inconsistent. In this research, we used the media of the measures taken in horizontal and vertical directions in the 8˚ visual fields.

Stereopsis measurement: Stereoacuity was measured with TNO stereotest (Stereo Optical Company, INC) under best refractive correction from far, the addition of +2.50 D, and Polaroid glasses at 40 cm distance. Patients were asked to identify the circle, which was different from other circles, in a group of four circles. During stereoacuity determination, if the patient could not identify the correct circle for two consecutive times, then the previous result was considered the examinee's stereoacuity. For analysis purposes, seconds of arc were transformed into units of logarithm at the base of 10. Each doubling of the stereoacuity threshold, for example, 100 to 200 seconds of arc, corresponds to a change of 0.3 from log10 of the transformed value. Aniseikonia symptoms: The quantitative evaluation of aniseikonia symptoms was performed using a modified questionnaire of Bannon and Triller [19]. Ten symptoms (headaches, asthenopia. photophobia, reading difficulty, nausea, motility, nervousness, vertigo and dizziness, general fatigue, and distorted space perception) were evaluated on a quantitative scale of 1 - 5. The patient reported the presence of each symptom as 1 (never), 2 (little), 3 (sometimes), 4 (often) and 5 (always).

Sample size: The calculation to identify stereoacuity differences of 0.30 units of log10 seconds of arc with a 90% statistical power and a significance level of 0.05 between groups was 39 patients.

Statistical analysis: Variables including age, BCVA, SE, corneal astigmatism, axial length, IOL power, and symptoms were expressed in mean ± standard deviation, minimum and maximum values. For the statistical analysis, R 3.6 software (R Core Team, Vienna, Austria) was used. Comparison of sex distribution between Control and Anisometropia Groups was done with the Chi-Square test. Comparison of age, biometric parameters, aniseikonia, stereoacuity, and aniseikonia symptoms distributions between Control and Anisometropia Groups was done with the non-parametric unpaired Mann-Whitney U-test. Pearson correlation analysis was calculated between aniseikonia and anisometropia, stereopsis and anisome- tropia, aniseikonia and associated symptoms, stereopsis and associated symptoms, and stereopsis and aniseikonia. Multivariate analysis was used to obtain an equation to predict the dependent variable (stereopsis), based on the independent variables (aniseikonia, SE; IOL power and axial length) in the Anisometropia Group. Dispersion diagram of real values of stereopsis (Y-axis) versus predicted values of independent variables (X-axis) was done in Anisometropia Group. The null hypothesis was rejected at the 0.5 level of significance.

Results

Age and gender details are depicted in Table 1.

The age and sex distributions did not significantly differ between the two groups. The biometric parameters distributions between the two groups are depicted in Table 2.

The comparison of refractive error (SE) and IOL power between the groups revealed a statistically significant difference with $p < 0.0001$ and $p = 0.039$, respectively.

Values of mean aniseikonia and mean stereoacuity are depicted in Table 3.

There was no significant difference between the groups regarding aniseikonia; however, the difference in stereopsis between the groups was statistically significant ($p < 0.0001$).

Table 1. Comparison of age and sex distributions between control and anisometropia groups.

Groups	Control	Anisometropia	P values
Participants	69	42	
Sex (male:female)	21:48	13:29	1.0[a]
Age[b]	60.81 ± 8.73 (50 - 70)	59.71 ± 7.87 (53 - 70)	0.255[c]

Age values in ± standard deviation and range; [a]from the Chi-square test, [b]Years of age, and [c]from the non-parametric unpaired Mann-Whitney U-test.

Table 2. Comparison of biometric parameters distributions between control and anisometropia groups.

Groups	Control	Anisometropia	P value[a]
Participants	69	42	
logMAR BCVA RE	0.09 ± 0.07 (0 - 0.2)	0.10 ± 0.05 (0 - 0.20)	0.619
logMAR BCVA LE	0.09 ± 0.06 (0 - 0.2)	0.09 ± 0.05 (0 - 0.2)	0.751
Diff. LogMAR BCVA	0.03 ± 0.05 (0 - 0.2)	0.02 ± 0.04 (0 - 0.1)	0.649
Diff. Refractive error (SE)[b]	0.38 ± 0.26 (0 - 0.8)	1.80 ± 0.86 (1.1 - 3.0)	<0.0001
Diff.Corneal astigmatism (D)[c]	0.48 ± 0.47 (0 - 0.8)	0.49 ± 0.64 (1 - 5.0)	0.644
Diff. Axial length (mm)[d]	0.20 ± 0.7 (0 - 1.5)	0.49 ± 1.09 (0 - 2.4)	0.529
Diff. IOL power (D)[c]	0.83 ± 1.05 (0 - 7)	1.86 ± 3.33 (0 - 7)	0.039

Values in ± standard deviation and range; [a]from the non-parametric unpaired Mann-Whitney U-test, [b]SE = Spherical Equivalent, [c]D = diopter, [d]mm = millimeter.

Table 3. Comparison on the level of aniseikonia (%) and stereoacuity (units Log10 seconds of arc) between control and anisometropia groups.

Groups	Control	Anisometropia	P value[a]
Participants	69	42	
Aniseikonia [(H + V)/2][b]	0.64 ± 1.41 (−3.5 - 5.5)	0.62 ± 1.76 (−4.5; 5)	0.766
Stereoacuity	1.95 ± 0.17 (1.5 - 2.3)	2.12 ± 0.22 (1.7 - 2.6)	<0.0001

Values in ± standard deviation and range; [a]from the non-parametric unpaired Mann-Whitney U-test, [b]percentage of interocular images magnification/minification of horizontal and vertical directions in the 8˚ visual fields

The aniseikonia symptoms distributions between the two groups are depicted in Table 4.

There was no difference between the two groups considering each or the mean of the ten symptoms related to aniseikonia.

In control group, there was no significant relationship between aniseikonia and anisometropia (r = −0.23 and p = 0.061), stereopsis and anisometropia (r =

0.17 and p = 0.17), aniseikonia and associated symptoms (r = 0.076 and p = 0.53), stereopsis and associated symptoms (r = −0.14 and p = 0.24), and stereopsis and aniseikonia (r = −0.098 and p = 0.42) by Pearson correlation analysis. Also, in anisometropia group, there was no significant relationship between aniseikonia and anisometropia (r = 0.055 and p = 0.73), stereopsis and anisome- tropia (r = 0.27 and p = 0.087), aniseikonia and associated symptoms (r = −0.16 and p = 0.32), stereopsis and associated symptoms (r = 0.043 and p = 0.79), and stereopsis and aniseikonia (r = −0.12 and p = 0.44) by Pearson correlation analysis.

The linear regression model and correlation constructed with anisometropia group data allowed obtaining an equation to predict the dependent variable (stereopsis), based on the independent variables (aniseikonia, anisometropia, IOL power, and axial length).

$$\begin{aligned}&\text{stereoacuity units log10 seconds arc}\\&= 2.024626603 - 0.122464059 \times \text{axial length}\\&+0.001163012 \times \text{IOL power} + 0.113751496\\&\times \text{SE anisometropia} - 0.006254317 \times \text{aniseiconia}\end{aligned}$$

The dispersion diagram of real values of stereoacuity versus predicted values independent variables contribution to aniseikonia is depicted in Figure 1.

In anisometropia group, the contribution of each independent variable in stereopsis was as follows: axial length 18.06%, anisometropia 44.53%, aniseikonia 25.71%, and IOL power 11.71%.

Discussion

Currently, most cataract surgeries produce excellent visual outcomes with significant improvement in the patients' quality of life [20] [21]. After cataract surgery, significant damage to binocular vision rarely occurs, since the majority

Table 4. Comparison on the level of aniseikonia symptoms (scale 1 - 5) between control and anisometropia groups

Groups	Control	Anisometropia	P value[a]
Participants	69	42	
Headaches	1.30 ± 0.93	1.38 ± 0.96	0.210
Asthenopia	1.41 ± 0.96	1.74 ± 1.34	0.205
Photophobia	2.20 ± 1.63	2.57 ± 1.61	0.115
Reading Difficulty	1.78 ± 1.34	1.67 ± 1.14	1.000
Nausea	1.00	1.00	-
Motility	1.14 ± 0.60	1.02 ± 0.15	0.267
Nervousness	1.22 ± 0.77	1,19 ± 0.97	0.782
Vertigo and Dizziness	1.12 ± 0.58	1.21 ± 0.81	0.525
General Fatigue	1.33 ± 0.80	1.31 ± 0.92	0.512
Distorced Space Perception	1.39 ± 1.11	1.29 ± 0.83	0.817
Symptoms (mean)	1.39 ± 0.46	1.44 ± 0.44	0.461

[a]from the non-parametric unpaired Mann-Whitney U-test.

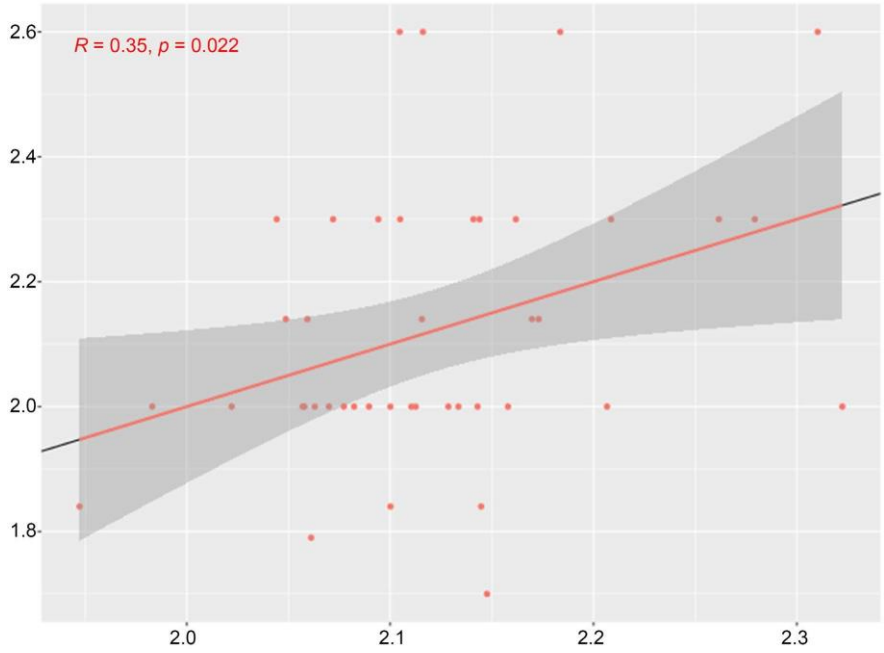


Figure 1. Dispersion diagram of real values (Y-axis - stereopsis in log10 units of seconds of arc) versus predicted values (X-axis - independent variables). Anisometropia Group: Pearson correlation coefficient r = 0.35; p = 0.022.

(72.7%) of biometric prediction errors are within ± 0.50 D of power scheduled IOL [22]. However, problems with binocular vision due to post-surgical anisome- tropia may occur due to "refractive surprise" which occurs, as reported by Lund- strom et al. [23] in 3555 out of 282,811 operated cataract cases, are defined by the authors as post-surgical refractive error greater than ±2.00 D. In this study, bilateral pseudophakia with an interocular post-surgical refraction difference in SE < 1.00 D comprised control group (n = 69), and those interocular post-surgical refractive differences in SE > 1.00 D comprised anisometropia group (n = 42). There was no significant difference between the groups regarding age and gender (Table 1).

Table 2 shows that there was no significant difference in the comparison of right eye BCVA with the left-eye BCVA and BCVA interocular difference between the groups (p = 0.649). However, there was a significant difference in in- terocular refraction (SE), since this parameter defined the composition of the groups. The refractive difference in SE was 0.38 ± 0.26 D in the control group and 1.80 ± 0.86 D in the anisometropia group (p < 0.0001).

Gobin et al. [24] proposed a comprehensive classification of anisometropia, considering four pure types: corneal anisometropia, lenticular, by a correction with ophthalmic lenses (glasses), and mixed.

The authors defined corneal aniso- metropia by the interocular main corneal meridians' power difference. In this study, the interocular differences between the groups concerning corneal astigmatisms were 0.48 ± 0.47 D and 0.49 ± 0.64 D and not significant (p = 0.644) (Table 2). They characterized axial anisometropia by the interocular axial powers difference. Axial power was estimated by measuring axial length by optical biometer and using the following formula: Axial power = n/L-IPP, in which L is the axial length (mm); n = 1.336 is the vitreous humor refraction index, and IPP = 1.6 mm, which corresponds to the estimated image position in the main plane of Gulstrand's eye model. In this study, the differences concerning axial length were 0.20 ± 0.27 mm and 0.49 ± 1.09 mm between the groups and were insignificant (p = 0.529) (Table 2). They defined lenticular anisometropia by the interocular IOL powers difference. The IOL power was calculated using biometric formulas. In this study, the interocular differences in the IOL power were 0.83 ± 1.05 D and 1.86 ± 3.33 D between the groups, representing significant difference (p = 0.039) (Table 2). They characterized anisometropia by optical correction due to the interocular difference in ophthalmic lenses SE. In this study, the interocular difference in SE was 0.38 ± 0.26 D and 1.80 ± 0.86 D86 D in control and anisometropia groups, respectively, since the cut-off to belong to one of the groups was defined by the difference in SE (Table 2).

Rustein et al. [9] measured aniseikonia before and after cataract surgery. They selected patients with anisometropia of 2.00 D or more. In the pre-surgical evaluation, anisometropia of 1.05 ± 0.29 D, aniseikonia of 1.85% ± 0.70%, and 29% of them with stereoacuity of 60 arc seconds or better were documented. They verified 4 ± 1 weeks after cataract surgery in the first eye, anisometropia of 3.69 ± 0.59 D, aniseikonia of 6.03% ± 1.30%, and only 6% with stereoacuity of 60 seconds of arc or better. The aniseikonia increment occurred with the increase of anisometropia, resulting in a reduction in stereopsis. After 4 ± 1 weeks after the second eye surgery, anisometropia of 0.68 ± 19 D, aniseikonia of 1.53% ± 0.36%, and 50% with stereoacuity of 60 seconds of arc or better were documented. The authors also verified that aniseikonia showed considerable variation, and there-

fore, could not be predicted by the amount of induced anisometropia. In this study, 12 ± 3 weeks after second eye surgery, the aniseikonia induced in the control group was 0.64% ± 1.41% for a SE difference of 0.38 ± 0.26 D and in the aniso- metropia group of 0.62% ± 1.76% for the difference in SE of 1.80 ± 0.86 D (Table 2 and Table 3).

Cataract surgery performed in anisometropia was studied by Gobin et al. [14]. They found 7.6% anisometropia in 263 consecutive patients selected for cataract surgery. Pre-surgical aniseikonia values of 2% and 4% were found in 3.0% and 7.5% of patients, respectively, depending on a refractive error. The authors concluded that cataract surgery in anisometropia could induce aniseikonia of 4% or more if the IOL power choice was scheduled for emmetropia. Krzizok et al. [25] reported that cataract surgery for unilateral high myopia correction with IOL scheduled for emmetropia could result in high aniseikonia with many visual complaints. The authors reported the case of a patient with symmetric myopia of −4.00 D who presented diplopia with asthenopia, combined with moderate anisei- konia and anisophoria, after surgery on the first eye. The authors pointed out that the individual tolerance for vertical anisophoria was very poor.

In this study, the aniseikonia was 0.64 ± 1.41 (control group) and 0.62% ± 1.76% (anisometropia group), without significant difference (p = 0.766) (Table 3). Katsumi et al. [26] reported that a difference of up to 3.0% in the size of retinal interocular images could be well tolerated binocularly. Oguchi and Mashima [27] demonstrated that with aniseikonia being in the range of 3% - 5%, binocular summation and stereopsis are possible. In the daily ophthalmic practice, it is verified that differences in SE of ±3.00 D corrected with ophthalmic lenses (glasses) are tolerable for most patients [28]. However, it should be emphasized that the anisophoria induced by reading using bifocal and/or multifocal lenses can cause discomfort and even diplopia in performing close visual tasks. Considering that the vergence amplitude is commonly insufficient to compensate for vertical anisophoria above ±2.00 D, it may be necessary to lower the optical zone center of the

unifocal lenses in glasses for reading or the incorporation

into bifocal or multifocal of slab-off prism to minimize this prismatic effect [28]. None of the patients in this study required prescribing a slab-off prism or lower decentering of the optical center in their glasses for reading.

All ten symptoms associated with aniseikonia did not show significant differences between the groups. Also, there was no difference in the comparison of their means between the two groups (p = 0.461) (Table 4). In general, it can be considered that the participants were little symptomatic in this study.

Aniseikonia tolerance was defined as the total amount of optic aniseikonia that a patient can endure without harming the stereopsis threshold. It can be measured with iseikonic afocal lenses and stereopsis tests. Krarup et al. [29] induced aniseikonia with iseikonic afocal lenses, measured stereopsis using Randot and TNO stereotest, and found that the tolerance to IOL power difference-induced aniseikonia was around 3 D, representing approximately 3% - 5% of aniseikonia when glasses are used. These values of aniseikonia are much higher than those found in our study.

Theoretically, anisometropia has been described to correlate linearly 1:1 with optical aniseikonia. Krarup et al. [29] did not find the correlation of 1:1 between anisometropia and aniseikonia, as in this study. In the control group, a difference in SE of 0.38 ± 0.26 D corresponded to aniseikonia of 0.64% ± 1.41%, while in the anisometropia group, a difference in SE of 1.80 ± 0.86 D corresponded to aniseikonia of 0.62% ± 1.76% (Table 2 and Table 3). Other studies have also described difficulty in finding a significant correlation between anisometropia and perceived aniseikonia [9] [30] [31]. This difficulty may be due to an adaptation of the visual system. Burian [32] [33] described an adaptation of 1.5% - 6% after 3 - 4 days in afocal iseikonic lenses-induced aniseikonia. Adaptation to anisei- konia could explain the findings of previous electrophysiological and psychophysical studies [34] [35] [36] in which there was a significant adaptation of short-term stereopsis in 3% aniseikonia induced by afocal iseikonic lenses. Similarly, there are reports of patients undergoing cataract surgery who maintained good stereopsis despite manifesting iatrogenic aniseikonia of up to 20% [6] [9] [37] [38].

Most cataract surgeons hesitate to schedule unilateral emmetropia in patients with myopia and hyperopia greater than 2 - 3 D due to the risk of anisometropic IOL-induced aniseikonia. Kramer et al. [12] showed that the percentages of patients with IOL-induced aniseikonia and clinically relevant symptoms in patients with up to 3 D of anisometropia may be lower than the previously reported. In this study, there was no significant relationship between anisometropia and aniseikonia, anisometropia and stereopsis, aniseikonia and associated symptoms, stereopsis and the symptoms, and stereopsis and aniseikonia by Pearson correlation analysis. According to Kramer et al. [12], many patients may develop neural adaptation and become asymptomatic. This neural plasticity and visual reinterpretation have been demonstrated in several recent studies [39] [40] [41]. Our results corroborate the findings of Krarup et al. [29] and suggest that most bilateral pseudophakic patients tolerate aniseikonia well due to optical correction of up to 3 D of anisometropia.

In this study, the stereopsis measured by Randot stereotest was 1.95 ± 0.17 units log10 seconds of arc in the control group and 2.12 ± 0.22 units log10 seconds of arc in the anisometropia group, showing a significant difference ($p < 0.0001$) (Table 3). These values correspond to approximately 90 seconds of arc (control group) and 130 seconds of arc (anisometropia group). There have been no clear definitions of normal stereoacuity that stands for bifixation. Forty to 60 seconds of arc is usually accepted as normal stereopsis [26] [36] [37] [42]. The range of 60 - 100 seconds of arc is considered normal, and 100 - 400 seconds of arc are considered subnormal binocularity [43]. Some studies have shown a slight decline in stereopsis with age, testing stereopsis in people aged between 17 and 83 years with TNO stereotest, attributing this decline more to the failure of fusional capacity than a deficiency of stereopsis at cortical level [12]. The evaluation of other visual function aspects should include contrast sensitivity, and the degree of astigmatism may have been useful [44].

Concerning the anisometropia group, the correlation plot between stereopsis and dependent variables is depicted in Figure 1. Contributions from each independent variable in stereopsis were as follows: axial length: 18.06%,

anisometropia: 44.53%, aniseikonia: 25.71%, and IOL power 11.71%, It is emphasized that the joint contribution of axial length and anisometropia to stereopsis was 70.24%.

There are limitations to this study. Anisometropia group could have been scaled with a larger number of bilateral pseudophakic eyes presenting post-surgical differences in SE > ±2.00 D, which would certainly allow a better evaluation of induced aniseikonia and its repercussions on stereopsis and the triggering of associated symptoms. Another limitation was that we did not consider pre-surgical refractive states of pseudophakic eyes. Another limitation was that the assessments of the aniseikonia symptoms were based on the outcomes reported by the participants, although the use of Bannon and Triller [19] symptoms questionnaire provided a systematic and simplified way of numerically quantifying the symptoms associated with aniseikonia. Despite the above limitations, our findings represent an important contribution to the literature, as they suggest that stereopsis, aniseikonia, and associated symptoms did not represent a substantial problem for the visual comfort of bilateral pseudophakic patients with post-surgical anisome- tropia of less than 3 D.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

References

[1] Nogaj, S., Dubas, K., Michalski, A. and Stopa, M. (2021) Spectacle Correction of Aniso- metropia Following Cataract Surgery. Klinika Oczna, 123, 39-42. https://doi.org/10.5114/ko.2021.102117

[2] Brannan, S., Dewar, C., Sen, J., Clarke, D., Marshall, T. and Murray, P.I. (2003) A Prospective Study of the Rate of Falls before and after Cataract Surgery. British Journal of Ophthalmology, 87, 560-562. https://doi.org/10.1136/bjo.87.5.560

[3] Lundstrom, M., Dickman, M., Henry, Y., Manning, S., Rosen, P., Tassignon, M.J., et al. (2018) Risk Factors for Refractive Error after Cataract Surgery: Analysis of 282 811 Cataract Extractions Reported to the European Registry of Quality Outcomes for Cataract and Refractive Surgery. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 44, 447-

452. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2018.01.031

[4] Romano, P.E. (1999) Aniseikonia? YECH! [Editorial]. Binocular Vision & Strabismus Quarterly, 14, 173-176.

[5] Lubkin, V. (1999) Aniseikonia at Millenium [Editorial]. Binocular Vision & Strabismus Quarterly, 14, 179-182.

[6] Highman, V.N. (1977) Stereopsis and Aniseikonia in Uniocular Aphakia. British Journal of Ophthalmology, 61, 30-33. https://doi.org/10.1136/bjo.61.1.30

[7] Katsumi, O., Miyajima, H., Ogawa, T. and Hirose, T. (1992) Aniseikonia and Stereo- acuity in Pseudophakic Patients: Unilateral and Bilateral Cases. Ophthalmology, 99, 1270-1277. https://doi.org/10.1016/S0161-6420(92)31813-5

[8] Jimenez, J.R., Ponce, A., Del Barco, L.J., Diaz, J.A. and Pérez-Ocón, F. (2002) Impact of Induced Aniseikonia on Stereopsis with Random-Dot Stereogram. Optome-
try and Vision Science, 79, 121-125.
https://doi.org/10.1097/00006324-200202000-00014

[9] Rutstein, R.P., Fullard, R.J., Wilson, J.A. and Gordon, A. (2015) Aniseikonia Induced by Cataract Surgery and Its Effect on Binocular Vision. Optometry and Vision Science,
92, 201-207. https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000491

[10] Lubkin, V., Linksz, A. and Chamby, G. (1969) Stereopsis with Spectacles in Monocular Aphakia. A Progress Report. American Journal of Ophthalmology, 67, 547-553. https://doi.org/10.1016/0002-9394(69)94262-7

[11] Lubkin, V. and Linksz, A. (1977) A Ten-Year Study of Binocular Fusion with Spectacles in Monocular Aphakia. American Journal of Ophthalmology, 84, 700-707. https://doi.org/10.1016/0002-9394(77)90387-7

[12] Kramer, P.W., Lubkin, V., Pavlica, M. and Covin, R. (1999) Symptomatic Aniseikonia in Unilateral and Bilateral Pseudophakia. A Projection Space Eikonometer Study. Bin-
ocular Vision & Strabismus Quarterly, 14, 183-190. Erratum in: Binocular Vision & Strabismus Quarterly, 14, 263.

[13] Undrakonda, V., Sahiti, T.K., Vennesh, P.S. and Kamath, Y.S. (2019) A Comparative Study of Stereoacuity in Patients with Various Grades of Cataract and Bilateral Pseudophakia. Indian Journal of Ophthalmology, 67, 1834-1837. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_401_19

[14] Lee, S.Y. and Koo, N.K. (2005) Change of Stereoacuity with Aging in Normal Eyes.
Korean Journal of Ophthalmology, 19, 136-139.
https://doi.org/10.3341/kjo.2005.19.2.136

[15] Wright, L.A. and Wormald, R.P.L. (1992) Stereopsis and Ageing. Eye, 6, 473-476. https://doi.org/10.1038/eye.1992.100

[16] McKee, S.P. (1983) The Spatial Requirements for Fine

Stereoacuity. Vision Research, 23, 191-198. https://doi.org/10.1016/0042-6989(83)90142-6

[17] Allison, R.S., Gillam, B.J. and Palmisano, S.A. (2010) Binocular Slant Discrimination beyond Interaction Space. Journal of Vision, 8, 536-536. https://doi.org/10.1167/8.6.536

[18] Smith, C.E., Allison, R.S., Wilkinson, F. and Wilcox, L.M. (2019) Monovision: Consequences for Depth Perception from Large Disparities. Experimental Eye Research, 18, 62-67. https://doi.org/10.1016/j.exer.2018.09.005

[19] Bannon, R.E. and Triller, W. (1944) Aniseikonia—A Clinical Report Covering a Ten- Year Period. American Journal of Ophthalmology, 21, 171-182. https://doi.org/10.1097/00006324-194405000-00001

[20] Lundstrom, M., Stenevi, U. and Thorburn, W. (2001) Quality of Life after First- and Second-Eye Cataract Surgery: Five-Year Data Collected by the Swedish National Cataract Register. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 27, 1553-1559. https://doi.org/10.1016/S0886-3350(01)00984-1

[21] Schuster, A.K., Pfeiffer, N., Schulz, A., Nickels, S., Hohn, R., Wild, P.S., et al. (2017) The Impact of Pseudophakia on Vision-Related Quality of Life in the General Population—The Gutenberg Health Study. Aging (Albany, NY), 9, 1030-1040. https://doi.org/10.18632/aging.101208

[22] Nayak, H., Kersey, J.P., Oystreck, D.T., Cline, R.A. and Lyons, C.J. (2008) Diplopia Following Cataract Surgery: A Review of 150 Patients. Eye (London), 22, 1057-1064. https://doi.org/10.1038/sj.eye.6702847

[23] Lundstrom, M., Dickman, M., Henry, Y., Manning, S., Rosen, P., Tassignon, M.J., et al. (2018) Risk Factors for Refractive Error after Cataract Surgery: Analysis of 282 811 Cataract Extractions Reported to the European Registry of Quality Outcomes for Cataract and Refractive Surgery. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 44, 447-452. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2018.01.031

[24] Gobin, L., Rozema, J.J. and Tassignon, M.J. (2008) Predicting Refractive Aniseikonia after Cataract Surgery in Anisometropia. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 34, 1353-1361. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2008.04.023

[25] Krzizok, T., Kaufmann, H. and Schwerdtfeger, G. (1996) Binocular Problems Caused by Aniseikonia and Anisophoria after Cataract Operation. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, 6, 477-480. https://doi.org/10.1055/s-2008-1035267

[26] Katsumi, O., Tanino, T. and Hirose, T. (1986) Effect of Aniseikonia on Binocular Function. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 27, 601-604.

[27] Oguchi, Y. and Mashima, Y. (1989) The Influence of Aniseikonia on the VEP by Random-Dot Stereogram. Acta Ophthalmologica (Copenh), 67, 127-130. https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.1989.tb00740.x

[28] Alves, A.A. (2008) Anisometropia. In: Alves, A., Ed., Refração, 5th Edition, Guanabara Koogan Cultura Médica, Rio de Janeiro, pages.

[29] Krarup, T.G., Nisted, I., Christensen, U. and Kiilgaard, J. (2020) The Tolerance of Aniso- metropia. Acta Ophthalmologica, 98, 418-426. https://doi.org/10.1111/aos.14310

[30] Miyake, S., Awaya, S. and Miyake, K. (1981) Aniseikonia in Patients with a Unilateral Artificial Lens, Measured with Aulhorn's Phase Difference Haploscope. Ameri-
can Intra-Ocular Implant Society Journal, 7, 36-39. https://doi.org/10.1016/S0146-2776(81)80095-X

[31] Hillman, J.S. and Hawkswell, A. (1985) The Control of Aniseikonia after Intraocular Lens Implantation. Transactions of the Ophthalmological Societies of the United Kingdom, 104, 582-585.

[32] Burian, H.M. (1943) Clinical Significance of Aniseikonia. Archives of Ophthalmology, 29, 116-133. https://doi.org/10.1001/archopht.1943.00880130136010

[33] Burian, H.M. (1943) Influence of Prolonged Wearing of Meridional Size Lenses on Spatial Localization. Archives of Ophthalmology, 30, 645-666. https://doi.org/10.1001/archopht.1943.00880230077009

[34] Crone, R.A. and Leuridan, O.M. (1975) Unilateral Aphakia and Tolerance of Anisei- konia. Ophthalmologica, 171, 258-263. https://doi.org/10.1159/000307521

[35] Stewart, C. and Whittle, J. (1996) Optical Correction of Aniseikonia in Anisometropia Can Enhance Stereoacuity. Binocular Vision & Strabismus Quarterly, 12, 31-34.

[36] Campos, E.C. and Enoch, J.M. (1980) Amount of Aniseikonia Compatible with Fine Binocular Vision: Some Old and New Concepts. Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus, 17, 44-47. https://doi.org/10.3928/0191-3913-19800101-11

[37] Lubkin, V., Stollerman, H. and Linksz, A. (1966) Stereopsis in Monocular Aphakia with Spectacle Correction. American Journal of Ophthalmology, 61, 273-276. https://doi.org/10.1016/0002-9394(66)90282-0

[38] Isomura, Y. and Awaya, S. (1980) Studies on Aniseikonia and Binocular Fusion with Special Reference to Stereoacuity. Nippon Ganka Gakkai Zasshi, 84, 1619-1628.

[39] Dilks, D.D., Serences, J.T., Rosenau, B.J., Yantis, S. and McCloskey, M. (2007) Human Adult Cortical Reorganization and Consequent Visual Distortion. Journal of Neuroscience, 27, 9585-9594. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2650-07.2007

[40] Bex, P.J. (2010) (In)sensitivity to Spatial Distortion in Natural Scenes. Journal of Vision, 10, 2310-2315. https://doi.org/10.1167/10.2.23

[41] Chen, N., Shin, K., Millin, R., Song, Y., Kwon, M. and Tjan, B.S. (2019) Cortical Reorganization of Peripheral Vision Induced by Simulated Central Vision Loss. Journal of Neuroscience, 39, 3529-3536. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2126-18.2019

[42] Jimenez, J.R., Ponce, A., Del Barco, L.J., Diaz, J.A. and Pérez-Ocón, F. (2002) Impact of Induced Aniseikonia on Stereopsis with Random-Dot Stereogram. Optometry and Vision Science, 79, 121-125. https://doi.org/10.1097/00006324-200202000-00014

[43] Lee, J.Y., Seo, J.Y. and Baek, S.U. (2013) The Effects of Glasses for Anisometropia on Stereopsis. American Journal of Ophthalmology, 156, 1261-1266. https://doi.org/10.1016/j.ajo.2013.07.016

[44] Undrakonda, V., Sahiti, T.K., Vennesh, P.S. and Kamath, Y.S. (2019) A Comparative Study of Stereoacuity in Patients with Various Grades of Cataract and Bilateral Pseudophakia. Indian Journal of Ophthalmology, 67, 1834-1837. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_401_19