UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

ALEXANDRE BATISTA DA COSTA NETO

VARIABILIDADE DA DISTÂNCIA VÉRTICE POSTERIOR DO REFRATOR VISION-S™ 700 (ESSILOR) EM UMA POPULAÇÃO NORMAL

RIO DE JANEIRO
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

ALEXANDRE BATISTA DA COSTA NETO

VARIABILIDADE DA DISTÂNCIA VÉRTICE POSTERIOR DO REFRATOR VISION-S™ 700 (ESSILOR) EM UMA POPULAÇÃO NORMAL

Dissertação de mestrado profissional apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Medicina. Área de concentração: Técnicas videoassistidas e minimamente invasivas.

Orientador: Prof. Dr. Renato Ambrósio Júnior

RIO DE JANEIRO

Batista da Costa Neto, Alexandre
B837 Variabilidade da distância vértice posterior do refrator Vision-S 700 (Essilor) em uma população normal / Alexandre Batista da Costa Neto. -- Rio de Janeiro, 2024.
65

Orientador: Renato Ambrósio Júnior.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Medicina, 2024.

1. Refração ocular. 2. Refratometria. 3. Distância vértice posterior. I. Ambrósio Júnior, Renato, orient. II. Título.

ALEXANDRE BATISTA DA COSTA NETO

VARIABILIDADE DA DISTÂNCIA VÉRTICE POSTERIOR DO REFRATOR VISION-S™ 700 EM UMA POPULAÇÃO NORMAL

Dissertação de mestrado profissional apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Medicina. Área de concentração: Técnicas videoassistidas e minimamente invasivas.

Aprovado em:

Banca Examinadora:

_____

Prof. Dr. Renato Ambrósio Júnior (Orientador)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO

_____

Prof. Dr. Giovanni Nicola Umberto Italiano Colombini
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO

_____

Prof. Dr. Jorge Haddad
Universidade Federal de São Paulo – Unifesp

Dedico este mestrado a meus pais, Vânia e Wanderlei, a meus avôs paternos, Elza e Alexandre, e maternos, Maria das Dores e Ataíde, por sempre torcerem por mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que participaram de minha caminhada nesses três anos em que acompanho o Prof. Renato Ambrósio Júnior. Desde os funcionários da Clínica Visare e Clínica Renato Ambrósio, até os motoristas da Buser, que me levaram para o Rio de Janeiros todos os domingos.

Agradeço também a presença e os ensinamentos de grandes oftalmologistas com quem passei a conviver nessa trajetória, em especial Rodrigo Brazuna, Jaime Guedes, Lorena Santos Barros, Sandro Coscarelli, Vitor Mantelfeu, Jorge Haddad e Francisco Bandeira.

O Universo conspira quando há um propósito e está disposto a se sacrificar por ele. Muito obrigado!

To suppose that the eye with all its inimitable contrivances for adjusting the focus to different distances, for admitting different amounts of light, and for the correction of spherical and chromatic aberration, could have been formed by natural selection, seems, I freely confess, absurd in the highest degree.

Charles Darwin

RESUMO

Objetivo: Estudar a variabilidade da distância vértice posterior, de acordo com o ajuste da testa e estimar seu impacto na refração manifesta. **Métodos**: Estudo prospectivo realizado em clínica privada. A refração foi realizada utilizando cinco posições preestabelecidas de ajustes de testa com o Vision-S™ 700 (Essilor). **Resultados**: A partir da análise de 52 olhos (em 26 pacientes), verificou-se que a média da distância vértice posterior na posição de testa preestabelecida 3 no olho direito foi de 12,25 mm (variação de 11,50 mm) e, no olho esquerdo, 11,75 mm (variação de 12,00 mm). **Conclusão**: A distância vértice posterior no refrator varia entre pacientes e está relacionada ao ajuste da testa. As variações afetam a precisão da refração. A sugestão é ajustar a posição da testa na terceira posição preestabelecida de ajuste de testa no Vision-S™ 700, caso a distância vértice posterior do refrator não seja medida em todos os pacientes.

Palavras-chave: Refração ocular. Erros de refração. Refratometria. Procedimentos cirúrgicos refrativos. Distância vértice posterior.

ABSTRACT

Objective: Studying the variability of the back vertex distance according to forehead adjustment and estimating its impact on manifest refraction. **Methods**: Prospective study was carried out in a private clinic. Refraction was performed using the Vision-S™ 700 (Essilor) with five pre-established forehead adjustment positions. **Results**: From de analysis of 52 eyes (in 26 patients), it was found that the average back vertex distance in the third pre-established forehead position in the right eye was 12.25 mm (variation of 11.50 mm) and in left eye, 11.75 mm (variation of 12.00 mm). **Conclusion**: Back vertex distance in the refractor varies among patients and is influenced by forehead adjustment. Variations impact refraction accuracy. The suggestion is adjusting the forehead position to the third pre-established forehead adjustment position on the Vision-S™ if the refractor´s back vertex distance is not measured in all patients.

Keywords: Ocular refraction. Refractive errors. Refratometry. Refractive surgical procedures. Back vertex distance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Botão de ajuste da distância vértice posterior do aparelho Vision-S™ 700 19

Figura 2 – Posição adequada do paciente para exame no refrator Vision-S™ 700 20

Figura 3 – Ajuste máximo de testa ativado no refrator Vision-S™ 700 24

Figura 4 – Vista frontal do refrator Vision-S™ 700 24

LISTA DE SIGLAS

BVD	*back vertex distance*
d	distância
D	dioptria
De	potência de dioptria
DI	real potência de dioptria da lente
IOL	*intraocular lenses*
IPD	*interpupillary distance*
LVC	*laser vision correction*
PD	*pupillary distance*
pIOL	*posterior chamber phakic intraocular lens*

SUMÁRIO

Lista de ilustrações	10
Lista e siglas	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO	17
3 MÉTODOS	18
4 RESULTADOS	21
5 DISCUSSÃO	23
6 CONCLUSÃO	27
7 LIMITAÇÕES E ESTUDOS FUTUROS	28
REFERÊNCIAS	29
APÊNDICES	31
ANEXO	63

1 INTRODUÇÃO

A distância vértice posterior (*back vertex distance* – BVD) é uma medida importante para a refração, geralmente negligenciada. Existem atualmente diferentes formas de medir a BVD, a qual deve ser essencial no exame clínico. Os oftalmologistas desejam proporcionar a seus pacientes a melhor correção visual possível, por isso a BVD deve ser medida sempre que possível para que eles possa oferecer aos pacientes uma refração precisa.

A BVD é medida do ápice da córnea até a superfície posterior da lente corretiva usada (STEEL; WALSH, 1994; WEISS *et al*., 2002; HARRIS, 2010; PEARSON, 2008; KUSZAK; AL-GHOUL, 2002).

A fórmula para calcular a potência dióptrica de uma lente ajustada pela BVD é dada por:

$$De = Dl / 1+ (d \times Dl)$$

- De is é a potência da dioptria referida pelo paciente;
- Dl é a real potência da dioptria da lente;
- d é a distância (em metros) da BVD.

A compreensão dessa fórmula cria uma regra de que lentes negativas ganham poder percebido quando se movem em direção ao olho, ao passo que o perdem poder quando se afastam do olho.

A convenção comumente aceita de que a BVD quase sempre é igual a 12 mm impede melhorias na refração. Duas referências antigas sustentam esse equívoco: a primeira é o manual "Distometer: Instruções de Uso (Distribuído pela Haag-Streit Service. Waldwick, Nova Jersey)", o qual afirma que "A experiência clínica estabeleceu que as lentes de óculos, quando ajustadas corretamente, são colocadas em média a 8 a 12 mm da córnea". Além disso, outra fonte dessa antiga convenção é o manual de instruções do Reichert Ultramatic RX Master Phoropter.

Embora a BVD seja uma medida óptica importante, ela é, geralmente, muito ignorada. Entre 1940 e 1970, época em que era bem conhecida, ela era aplicada na prática clínica dos oftalmologistas devido ao elevado número de afácicos, ou seja, pacientes submetidos a cirurgia de catarata e que não

receberam implante de lente intraocular (RENIER, 1982). A prescrição de óculos para esses pacientes atinge facilmente +20,00 D (dioptria) ou mais; a BVD, portanto, é importante para a refração destes, visto que mesmo a menor diferença entre as distâncias refratadas poderia ter uma diferença dramática. Logo, é fundamental saber como compensá-las.

A BVD é igual a 0,000 mm no paciente que usa lentes de contato porque a face posterior da LC toca a córnea: nos tempos modernos, é mais utilizada por oftalmologistas que adaptam lentes de contato. Já em variadas distâncias e inclinações, as lentes têm diferentes poderes efetivos. Ao solicitar para um usuário óculos multifocais ou bifocais para afastar seus óculos de seus olhos, é necessário adicionar a potência dióptrica percebida pelo paciente para obter uma melhora na qualidade visual para perto. Por exemplo, em lentes positivas, quanto mais longe a BVD estiver do olho, mais eficiente será a lente, ao passo que, nas lentes negativas, quanto mais longe a BVD estiver do olho, mais ineficiente ela será. Assim, caso haja uma lente de -4,00 dioptrias esféricas com BVD a menos de 12 mm de distância (distância padrão da BVD utilizada na prescrição dos oftalmologistas), ela estará hipercorrigindo o paciente.

Clinicamente, a BVD varia entre 8 e 30 mm; logo, considerar uma BVD de 12 mm para todos os pacientes durante uma refração pode gerar perdas visuais.

Existem alguns métodos e instrumentos para medir a BVD:

- Regra BVD;
- Pupilômetro;
- Regra da distância pupilar (*pupillary distance* – PD), mais amplamente usada;
- Distômetro;
- Régua em prisma;
- Instrumentos digitais, como VISION-S™ 700 (Essilor) e ZEISS I PROFILER;
- Foco direto e por meio de espelhos de 90° colocados na lateral do refrator, além de tabelas de fatores de correção.

Há alguns motivos pelos quais a BVD ainda não é considerada essencial para a refração: i) tem relativamente pouca influência nas tradicionais lentes

oftálmicas que aumentam sua potência em incrementos de 0,25 D; ii) é pouco eficaz em correções refracionais entre -4.00 a +4.00D já que causa variações menores que 0.25D. Entretanto, pacientes com alta miopia e hipermetropia são uma exceção, pois uma variação de 5 mm (±2,5 mm) em um usuário de lente de 5,00 D pode induzir uma variação maior que 0,125 D. Nesse sentido, sugerimos essa modificação, a partir das análises feitas neste trabalho, a fim de ajustarmos a correção em um incremento de 0,25 D.

Algumas razões para considerarmos a BVD são:

- a importância para correções com graus baixos, a fim de deixarmos mais precisa a refração, visto que, atualmente, as lentes estão disponíveis em incrementos a partir de 0.01 D;
- a baixa precisão da refração subjetiva (MACKENZIE, 2008);
- uma economia de tempo e dinheiro, pois o paciente terá uma refração mais precisa e menos retorno;
- o crescimento da população míope, que atingirá mais de 50% da população do mundo até 2050 (WHITMER; XU; MCCLATCHEY, 2013); COSTA NETO *et al*., no prelo);
- valores mais precisos da BVD, visto que melhoram a precisão dos procedimentos refrativos, por exemplo: correção de visão a laser (*laser vision correction* – LVC), lentes intraoculares fácicas de câmara posterior (*posterior chamber phakic intraocular lens* – pIOL), cirurgia de catarata e prescrição de lentes de contato;
- um dos fatores essenciais nos erros refrativos finais que influencia os resultados prismáticos e a descentralização (ATCHISON; TAME, 1993) em pacientes com astigmatismo residual com lentes intraoculares (*intraocular lenses* – IOL) (NOVIS, 1997) e lentes oftálmicas asféricas côncavas em relação à visão à distância (FONTAINE; SIMONET; GRESSET, 1997);
- a possibilidade de ajuste da medida, que ajudará o especialista a selecionar armações mais apropriadas antes de encomendar as lentes.

Desse modo, a BVD pode auxiliar a escolher óculos com qualidade alta e economizar tempo e dinheiro de oftalmologistas em relação a consultas

de retorno não programadas e/ou gratuitas para lidar com dúvidas ou reclamações de pacientes.

Durante esta pesquisa, foi desenvolvido o artigo “Systematic review and meta-analysis of myopia prevalence in Brazilian schoolchildren”, em que avaliamos a prevalência da miopia por meio de uma meta-análise em literatura específica realizada no Brasil (COSTA NETO *et al.*, no prelo). A partir dos resultados obtidos, comprovamos que a miopia tem aumentado em crianças brasileiras, o que justifica a utilização da BVD na prática clínica dos oftalmologista e corrobora com os estudos de Whitmer, Xu e McClatchey (2013).

Logo, assumir uma BVD de 12 mm para todos os pacientes resultará em erros de refração em muitos deles; desse modo, considerar a BVD como 12 mm em todos os pacientes é como considerar que 22.00 dioptrias é a potência média das lentes para cirurgias de catarata e adequada para todos. Exemplificando esse raciocínio, os veterinários usam uma lOL com o mesmo poder dióptrico único para todos os cachorros que realizam cirurgia de facoemulsificação com implante de lOL.

2 OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo investigar a variabilidade da distância vértice posterior de acordo com os ajustes de testa preestabelecidos e estimar seu impacto na refração manifesta.

3 MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Instituição e submetido à Plataforma Brasil, aceito no processo do Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE), da UNIRIO (Anexo 1). Os participantes assinaram ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 2) antes do início da pesquisa, quando tinham a possibilidade de concordar ou não de prosseguir com o estudo.

A partir do refrator Vision-S™ 700, uma estação de refração imersiva produzida pela Essilor, que fornece campo de visão mais amplo, mudanças de potência simultâneas e contínuas, potência real e instantânea, medimos a BVD em cinco ajustes preestabelecidos de testa de 27 pacientes consecutivos, que se disponibilizaram para uma refração de rotina em uma clínica oftalmológica privada no Brasil. A amostra foi composta por 10 homens e 17 mulheres; o participante mais novo tinha 13 anos e o mais velho, 57 anos. Todos os 27 participantes concordaram em participar deste estudo, que atendeu aos critérios de Helsinque[1], a partir do aceite do TCLE.

Verificamos que existe um botão que realizava o ajuste de testa, com possibilidade de dar quatro voltas completas (desde o ajuste mínimo até o ajuste máximo da testa). Circular e dividido em 12 frações (como um relógio), esse botão gira em torno de seu próprio eixo (Figura 1). A distância entre a testa do paciente e o equipamento (BVD) aumenta proporcionalmente à medida que o botão é girado no sentido horário. A BVD aumenta à proporção da distância da testa até o equipamento; para isso, definimos o primeiro ajuste no mínimo, onde a cabeça estava mais próxima do equipamento, enquanto estabelecemos o segundo ajuste girando o botão uma vez em torno de seu eixo. Já o ajuste três foi feito a partir de dois giros do botão em torno de seu eixo, ao passo que o ajuste quatro foi baseado na rotação do botão três vezes ao redor dele próprio. Marcamos o quinto ajuste a partir de quatro giros ao redor de seu eixo, o que coincide com a distância máxima da cabeça do paciente até o aparelho (refrator).

[1] Disponível em: https://www.scielo.br/j/csp/a/rt67g9TP5KrDZSqHS6MDc6Q/. Acesso em 14 jun. 2024.

Figura 1 – Botão de ajuste da distância vértice posterior do aparelho Vision-S™ 700



Fonte: Arquivo pessoal.

Como informado, as medidas da BVD foram feitas por meio de um sistema de câmeras de vídeo projetado para determinar medidas precisas, em cinco ajustes preestabelecidos na testa para cada paciente. Além disso, a BVD foi medida aleatoriamente em uma amostra de 27 pacientes em um só dia pelo mesmo oftalmologista.

Fizemos cada medição a partir de um mesmo protocolo: o paciente era colocado sentado atrás do refrator, com seu olhar direcionado para a posição primária do olhar; em seguida, solicitamos que ele olhasse para uma tela projetada digitalmente e localizada a 6 m de distância (Figura 2).

A distância interpupilar do refrator foi ajustada para cada olho. Utilizando câmeras de vídeo localizadas atrás de cada uma das metades do refrator, tiramos fotos dos olhos direito e esquerdo lateralmente, as quais apareceram no painel de controle do refrator. Assim, foi possível ajustarmos a mira virtual, posicionada em correspondência com o ápice de cada córnea, de modo binocular: se encontrássemos uma diferença entre os olhos esquerdo e direito, efetuaríamos os ajustes monocularmente.

Figura 2 – Posição adequada do paciente para exame no refrator Vision-S™ 700



Fonte: Arquivo pessoal.

Em seguida, o sistema indicava com precisão o valor da distância olho-refrator em incrementos de 0,5 mm. Para cada paciente, efetuamos a medição uma vez em cinco ajustes estabelecidos, solicitando a cada um se afastar do refrator e se reposicionar. Além disso, repetimos 25 medições em um paciente de referência, pedindo-lhe também para afastar sua cabeça do refrator após cada medição e se reposicionar para uma nova medição.

4 RESULTADOS

Os dados estavam na normalidade estatística esperada após os analisarmos usando Wilcoxon Pareado na calculadora MedCalc[2]. Eles mostraram que, no ajuste um da testa, a BVD do olho direito variou em 7,50 mm (de 5,5 mm para o menor a 13,0 mm para o maior), com uma média estabelecida em 7,00 mm e um desvio padrão de ±2,08 mm no ajuste mínimo da testa. No olho esquerdo, a BVD variou em 7,50 mm (de 5,5 mm para o menor a 13,0 mm para o maior), com uma média estabelecida em 7,63 mm e um desvio padrão de ±1,85 mm no ajuste um da testa (ajuste mínimo estabelecido).

A BVD no ajuste dois da testa variou em 8,50 mm (de 7,0 mm para o menor a 15,5 mm para o maior), com uma média de 8,75 mm e um desvio padrão de ±2,36 mm. No olho esquerdo, a DVP variou em 9,50 mm (de 6,0 mm para o menor a 15,5 mm para o maior), com uma média estabelecida em 8,50 mm e um desvio padrão de ±2,46 mm no mesmo ajuste.

A BVD no ajuste três da testa variou em 11,50 mm (de 8,0 mm para o menor a 19,5 mm para o maior), com uma média de 12,25 mm e um desvio padrão de ±3,11 mm. Com o mesmo ajuste no olho esquerdo, a BVD variou em 10,50 mm (de 7,5 mm para o menor a 18,0 mm para o maior), com uma média estabelecida em 11,75 mm e um desvio padrão de ±3,23 mm.

A BVD no ajuste quatro da testa variou em 15,50 mm (de 8,0 mm para o menor a 23,5 mm para o maior), com uma média de 15,11 mm e um desvio padrão de ±3,84 mm. No olho esquerdo, a BVD variou em 13,00 mm (de 8,5 mm para o menor a 21,5 mm para o maior), com uma média estabelecida em 14,61 mm e um desvio padrão de ±3,72 mm no ajuste quatro.

A BVD no ajuste cinco da testa (ajuste máximo estabelecido da testa) variou em 15,00 mm (de 12,5 mm para o menor a 27,5 mm para o maior), com uma média de 18,41 mm e um desvio padrão de ±4,29 mm. Já no olho esquerdo, a DVP no ajuste cinco variou em 17,00 mm (de 10,5 mm para o menor a 27,5

[2] Disponível em: https://www.medcalc.org/history.php. Acesso em 14 jun. 2024.

mm para o maior), com uma média estabelecida em 17,98 mm com um desvio padrão de ±4,38 mm.

Além disso, observamos que as medições repetidas cinco vezes em um mesmo paciente mostraram uma variação máxima de 3,00 mm com um desvio padrão de ±1,50 mm.

5 DISCUSSÃO

A BVD pode variar de acordo com a morfologia da cabeça do paciente, de sua posição atrás do refrator e do ajuste de sua testa no refrator. Portanto, ao calcularmos a refração correta para o paciente, é necessário considerarmos o parâmetro da distância olho-refrator, o qual é tão frequentemente negligenciado, como informamos.

Clinicamente, a BDV encontrada neste estudo variou de 5,50 mm a 27,50 mm, conforme o ajuste da testa. Entretanto, de maneira dogmática, a maioria dos oftalmologistas considera que a BVD é igual a 12 mm; logo, assumir que a distância de 12 mm é a correta para todos os pacientes durante a refração gera frequentemente um erro refrativo. Nesse sentido, a não-medição da BVD é um dos valores faltantes que pode melhorar essencialmente a refração, caso realizada

A BVD tem aplicações potenciais em diferentes áreas do estudo da visão, como em correções visuais cirúrgicas intraoculares e extraoculares, lentes de contato e prescrições de óculos (SEBAG; MESLIN, 2020). Os instrumentos digitais, por exemplo, são métodos que podem economizar dinheiro e tempo; portanto, criar uma medição de BVD como rotina pode garantir uma diminuição de consultas de retorno não programadas e de pacientes insatisfeitos com suas correções visuais indicadas.

Muitas versões de *software* de equipamentos modernos, como *excimer laser*, ainda não permitem a entrada da BVD superiores a 25 mm, por isso a imprecisão de medições dessa distância no refrator pode explicar parte da imprevisibilidade dos resultados refrativos em estudos anteriormente relatados.

Por conseguinte, negligenciar a BVD costuma gerar cálculos incorretos nas programações de *excimer laser* e lentes intraoculares. A maioria dos refratores especifica uma BVD entre 12,00 mm e 13,75 mm; no entanto, a BVD, mesmo quando o olho está adequadamente alinhado, pode variar significativamente, já que diferentes lentes são usadas no aparelho para obter uma potência específica (BROOKS, 1992). Desse modo, realizar refração excessiva com lentes de contato gelatinosas e empregar fórmulas que incorporam a BVD pode reduzir taxas incorretas de cálculo de potência, como

descrito pelo Dr. Holladay no American Journal of Ophthalmology, em 1993 (HOLLADAY, 1993).

Logo, a ampla gama de valores de BVD encontradas neste estudo reforça sua importância na refração clínica. Variações anatômicas, ausência de uniformidade na posição inicial do apoio de cabeça do refrator entre distintos examinadores e diferenças na posição e postura basal do apoio de cabeça do refrator podem explicar a medição da BVD (Figuras 3 e 4) (SEBAG; MESLIN, 2020).

Figura 3 – Ajuste máximo de testa ativado no refrator Vision-S™ 700



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 4 – Vista frontal do refrator Vision-S™ 700



Fonte: Arquivo pessoal.

A distância olho-refrator deve ser ajustada quando o refrator é posicionado na frente da cabeça do paciente. Primeiro, devemos colocar o refrator próximo aos olhos do paciente para ter o campo de visão mais amplo possível, mas não tão perto a ponto de os cílios tocarem a face posterior do refrator (o que seria desagradável para o paciente e também poderia sujar as lentes do refrator.

Em refratores tradicionais, realizamos o ajuste modificando o apoio de testa. Devemos ter atenção especial aos olhos do paciente, seja ele feito ao lado do refrator ou através dele, usando um sistema especialmente projetado de espelhos laterais graduados.

É necessário observarmos diversos aspectos relacionados à BVD, pois ela pode variar consideravelmente de um paciente para outro na mesma posição do apoio de testa (como demonstramos). A posição da cabeça do paciente também influencia essa distância: ela é reduzida se o paciente levantar sua cabeça e aumenta ao abaixá-la; portanto, devemos posicionar o paciente em uma posição confortável o suficiente para não ter tendência a alterá-la durante a refração. Ademais, a distância pode mudar ao longo da refração, por isso é fundamental verificarmos a BVD ao final do exame, principalmente para correções e prescrição de lentes objetivas em incrementos de 0,01 D.

5.1 Exemplo clínico

Um paciente com presbiopia e alta hipermetropia reclamava da dificuldade em ler com seus novos óculos. No entanto, verificamos sua prescrição e conferimos novamente seus óculos, a partir de medidas pupilares, altura do centro óptico e potência da lente, as quais estavam corretas; contudo, ele ainda reclamava que precisava segurar os materiais de leitura bem próximos para enxergá-los. A nova prescrição diferia ligeiramente da antiga e a curva base era a mesma.

Nessa queixa, a ausência da BVD é a culpada, pois influencia a potência percebida pelas lentes. Essa situação é ainda mais crítica em lentes de grande potência com dioptrias esféricas acima de ±5,00 mm. Nesse sentido, por meio

dos novos refratores atuais, como o Vision-S™ 700, é possível medirmos precisamente a distância usando câmeras de vídeo e ajustarmos a BVD com grande precisão, de modo que possa ser incorporada ao cálculo de uma correção de lente.

Embora seja essencial determinar com precisão a BVD, saber essa distância terá pouca importância se óticas não puderem também medir a distância entre o olho e a face posterior da lente em uma armação dos óculos. Ópticos têm diversos sistemas que permitem fazer isso: alguns dispositivos de medição manual eram usados no passado, mas, hoje em dia, mais do que nunca, essas medições são feitas com computadores e *tablets* eletrônicos, o que facilita muito a incorporação da BVD em prescrições de óculos. Após a seleção da armação por um paciente, o óptico deve medir a distância olho-armação e fornecer esses dados ao fabricante antes de encomendar as lentes.

Uma ferramenta cientificamente eficaz para reduzir surpresas refrativas é realizarmos a refração com lentes de contato gelatinosas. Ademais, o uso de um protocolo padrão para a medição da refração em um ambiente altamente controlado também possibilita a repetibilidade dela realizada por diferentes examinadores (TANERI *et al.*, 2020). MacKenzie provou que as refrações realizadas por vários optometristas em um único olho difeririam em seu componente astigmático em mais de 0,78 dioptrias em média, não mais do que uma vez em 20 refrações (2008). Desse modo, enquanto um único optometrista pode realizar uma refração com precisão de ±0,25 D, as refrações realizadas por diferentes optometristas podem diferir em seu componente astigmático em 0,75 D ou mais. Nesse sentido, devido a fatores como o mencionado por MacKenzie (2008), devemos fornecer o máximo de dados possível para obtermos uma refração precisa.

6 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo melhorarmos a compreensão da variabilidade da BVD e suas implicações na refração manifesta, empregando o Vision-S™ 700 com cinco posições preestabelecidas de ajuste de testa. Nosso experimento mediu com precisão a BVD: observamos uma correlação entre o aumento da BVD nos sucessivos preestabelecidos ajustes de testas. As variações entre os ajudes de testas foram capazes de causar uma importante diminuição da precisão na refração e na avaliação do tratamento, destacando a necessidade imperativa de integrar a BVD nas correções refracionais para os pacientes, importância aumentada pelo refinamento das lentes modernas.

Atualmente, existem lentes disponíveis em incrementos tão precisos quanto 0,01 D. Com o advento dessas lentes modernas, a BVD desempenha um papel crítico, mesmo em pequenas correções. Dessa forma, verificarmos que o refrator Vision-S™ 700 apresenta um método inovador de determinação indireta de BVD por meio de suas câmeras laterais, o que garante precisão, velocidade e confiabilidade.

Observamos que a medição precisa da BVD e o cálculo subsequente da potência ajustada é uma eficaz ferramenta na prática de um oftalmologista. Caso este negligencie a BVD, especialmente em altas dioptrias, conforme apresentado, ele corre o risco de prescrever aos pacientes óculos que se desviam substancialmente de uma prescrição precisa, levando ao comprometimento de sua acuidade visual.

Em conclusão, este estudo elucidou o papel fundamental da BVD na refração manifesta, defendendo sua integração em procedimentos padrão para otimizar os resultados de correção visual.

7 LIMITAÇÕES E ESTUDOS FUTUROS

Embora este estudo represente uma exploração inicial nesse domínio, ele ressalta a necessidade de pesquisas futuras, visto que o tempo e a quantidade de pacientes observados não foram suficientes. Logo, estudos randomizados que contemplem um *corpus* maior de pacientes são essenciais para validar e expandir esses achados, a fim de garantir evidências robustas para orientar a prática clínica.

REFERÊNCIAS

ATCHISON, D. A.; TAME, S. A. Sensitivity of off-axis performance of aspheric spectacle lenses to tilt and decentration. **Ophthalmic and Physiological Optics**, v. 13, n. 4, p. 415-421, out. 1993. Disponível em: doi:10.1111/j.1475-1313.1993.tb00502.x. Acesso em 19 jun. 2024.

BROOKS C. W. **Understanding Lens Surfacing**. Cambridge: Elsevier Science & Technology Books, 1992. Disponível em: Acesso em 18 jun. 2024.

COSTA NETO, A. C. *et al*. Systematic review and meta-analysis of myopia prevalence in Brazilian schoolchildren. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, 2024 (no prelo).

FONTAINE, N.; SIMONET, P.; GRESSET J. Optical performance of aspheric concave ophthalmic lenses: the effect of vertex distance. **Optometry and Vision Science**, , n. 74, v. 4, p. 211-221, abr. 1997. Disponível em: doi:10.1097/00006324-199704000-00023. Acesso em 17 jun. 2024.

HARRIS, W. F. Back- and front-vertex powers of astigmatic systems. **Optometry and Vision Science**, v. 87, n. 1, p. 70-72, jan. 2010. Disponível em: doi:10.1097/OPX.0b013e3181c1d6ab. Acesso em 17 jun. 2024.

HOLLADAY, J. T. Refractive power calculations for intraocular lenses in the phakic eye. **American Journal of Ophthalmology**, v. 116, n. 1, p. 63-66, 15 jul. 1993. Disponível em: doi:10.1016/s0002-9394(14)71745-3. Acesso em 18 jun. 2024.

KUSZAK, J. R.; AL-GHOUL, K. J. A quantitative analysis of sutural contributions to variability in back vertex distance and transmittance in rabbit lenses as a function of development, growth, and age. **Optometry and Vision Science**, v. 79, n. 3, p. 193-204, mar. 2002. Disponível em: doi:10.1097/00006324-200203000-00014. Acesso em 18 jun. 2024.

MACKENZIE, G. E. Reproducibility of sphero-cylindrical prescriptions. **Ophthalmic and Physiological Optics**, v. 8, n. 2, p. 143-150, mar 2008. Disponível em: doi:10.1111/j.1475-1313.2008.00549.x. Acesso em 19 jun. 2024.

NOVIS, C. Astigmatism and the toric intraocular lens and other vertex distance effects. **Survey of Ophthalmology**, v. 42, n. 3, p. 268-270, nov.-dez. 1997. Disponível em: doi:10.1016/s0039-6257(97)00091-x. Acesso em 18 jun. 2024.

PEARSON, R. M. Aspects of wet cell measurement of back vertex power of contact lenses. **Clinical and Experimental Optometry**, v. 91, n. 5, p. 461-468, set. 2008. Disponível em: doi:10.1111/j.1444-0938.2008.00269.x. Acesso em 18 jun. 2024.

RENIER, G. L. Aphakic and pseudophakic spectacle management. **Optometry - Journal of the American Optometric Association**, v. 53, n. 4, p. 295-299, abr. 1982. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7096861/. Acesso em 19 jun. 2024.

SEBAG, M.; MESLIN, D. Refraction: Vertex Distance Matters. **Points de Vue**, p. 1-5, 2020. Disponível em: https://www.pointsdevue.com/sites/default/files/refraction_vertex_distance_matters.pdf. Acesso em 17 jun. 2024.

STEEL, S.E.; WALSH, G. Use of a slit lamp to measure back vertex distance. **Ophthalmic and Physiological Optics**, v. 14, n. 2, p. 213-215, abr. 1994. Disponível em: doi:10.1111/j.1475-1313.1994.tb00112.x. Acesso em 18 jun. 2024.

TANERI, S. *et al.* Repeatability and reproducibility of manifest refraction. **Journal of Cataract & Refractive Surgery**, v. 46, n. 12, p. 1659-1666, dez. 2020. Disponível em: doi:10.1097/j.jcrs.0000000000000343. Acesso em 18 jun. 2024.

WEISS, R. A. *et al.* Clinical importance of accurate refractor vertex distance measurements prior to refractive surgery. **Journal of Refractive Surgery**, v. 18, n. 4, p. 444-448, 2002. Disponível em: doi:10.3928/1081-597X-20020701-05. Acesso em 18 jun. 2024.

WHITMER, S.; XU, A.; MCCLATCHEY, S. Reanalysis of refractive growth in pediatric pseudophakia and aphakia. **Journal of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus (JAAPOS)**, v. 17, n. 2, p. 153-157, abr. 2013. Disponível em: doi:10.1016/j.jaapos.2012.11.013. Acesso em 19 jun. 2024.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Artigo publicado na Revista Brasileira de Oftalmologia

ORIGINAL ARTICLE

Vertex distance variability of the Vision-S™ 700 refractors in normal population

Variabilidade da distância vértice do refrator Vision-S™ 700 em uma população normal

Alexandre Costa Neto[1], Jaime Guedes[2], Denisse J. Mora-Paez[3], Adriano Cypriano Faneli[4], Dillan Cunha Amaral[5], Ana Lia Guedes[6], Lorena Santos Barros[1], Rodrigo Brazuna[1], Wilians Neto[1], Renato Ambrósio Júnior[1]

[1] Department of Ophthalmology, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
[2] Rio de Janeiro Corneal Tomography and Biomechanics Study Group, Rio de Janeiro, RJ, Brazil
[3] Eye Center, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
[4] Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador, BA, Brazil.
[5] Faculty of Medicine, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
[6] Faculty of Medicine of Petrópolis, Petrópolis, RJ, Brazil.

How to cite:
Costa Neto A, Guedes J, Mora-Paez DJ, Faneli AC, Amaral DC, Guedes AL, et al. Vertex distance variability of Vision-S™ 700 refractor's in normal population. Rev Bras Oftalmol. 2024;83:exxxx

doi:
https://doi.org/10.37039/1982.8551.2024xxxx

Keywords:
Refraction ocular; Refractive errors; Refractometry; Refractive surgical procedures; Vertex distance

Descritores:
Refração ocular; Erros de refração; Refratometria; Procedimentos cirúrgicos refrativos; Distância vértice

Received on:
Jul 16,2023

Accepted on:
Sep 29, 2023

Corresponding author:
Alexandre Costa Neto
Telephone: (21) 2264-58844
Adress: Rua Matriz e Barros, 775 - Maracanã
Zip code: 20270-001 – Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil
E-mail: alexandrebcneto@gmail.com

Institution:
Departamento de Oftalmologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

Conflict of interest:
no conflict of interest.

Financial support:
no financial support for this work.

Article derived from a monograph is part of the master's thesis entitled "*Variabilidade da distância vértice do refrator Vision-S™ 700 em uma população normal*", by Alexandre Costa Neto in the Graduate Medicine Course in Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

Copyright ©2024

ABSTRACT

Objective: To study vertex-optical distance variation and estimate its impact on manifest refraction.

Methods: Prospective study in a private clinic using the Vision-S™ 700 with five forehead positions. Forehead on the third position showed the closest vertex-optical distance of 12mm.

Results: Analysis of 52 eyes from 26 patients revealed mean differences in vertex-optical distance of 12.25mm (right eye) and 11.75mm (left eye). A 2mm change in vertex-optical distance resulted in a 0.05D change for a 5D spherical equivalent and 0.20D for a 10D equivalent.

Conclusion: Vertex-optical distance varies among patients and is influenced by forehead adjustment. These variations impact refraction accuracy and treatment evaluation. Adjusting the forehead to the third position on the Vision-S™ 700 is recommended.

RESUMO

Objetivo: Estudar a variação da distância vértice-óptico, de acordo com o ajuste da testa, e estimar seu impacto na refração manifesta.

Métodos: Estudo prospectivo realizado em clínica privada. A refração foi realizada utilizando cinco posições preestabelecidas com o Vision-Sa 700. A testa disposta na terceira posição apresentou distância vértice do refrator mais próxima de 12mm.

Resultados: Foram analisados 52 olhos de 26 pacientes. A diferença média da distância vértice do refrator no olho direito foi de 12,25mm (variação de 11,50mm) e, no olho esquerdo, 11,75mm (variação de 12,00mm). O impacto foi de 2mm na distância vértice do refrator, fomentando em uma mudança de 0,05D para um equivalente esférico de 5D e 0,20D para um equivalente de 10D.

Conclusão: A distância vértice do refrator varia entre pacientes, estando relacionada ao ajuste da testa. As variações afetam a precisão da refração, impactando no ajuste dos óculos, das lentes de contato e na avaliação pós-operatória de cirurgia refrativa. Sugerimos ajustar a posição da testa para terceira posição no Vision-S™ 700, se a distância vértice do refrator não for medida em todos os pacientes.

INTRODUCTION

The back vertex distance (BVD) is an essential but usually neglected characteristic of the clinical refraction exam. Methods have developed significantly in measuring and delivering clinical and surgical treatments for refractive errors. Ophthalmologists and other practitioners want to provide their patients with the best possible vision correction so that BVD's impact is a future consideration. Back vertex distance is the distance between the eye and its corrective lens. It is measured from the corneal surface to the back of the lens.[1-5]

The formula to calculate BVD over the refraction is:

$De = Dl / 1+ (d \times Dl)$ Equation 1

- De is the diopter power being perceived by the wearer.
- Dl is the actual diopter power of the lens.
- d is the distance in meters of BVD.

The comprehension of the above formula creates the rules below on the minus lens. It gains perceived power when it moves towards the eye. It loses perceived power when it moves away from the eye. The comprehension of the above formula creates the rules below on the plus lens. It loses perceived power when it moves toward the eye. It gains perceived power when it moves away from the eye.

The commonly accepted convention that BVD is almost always equal to 12mm is blocking refraction improvements. Two old references support this misunderstanding. The first one is the manual "Distometer: Instructions for Use (Distributed by Haag-Streit Service. Waldwick, New Jersey) that states, "Clinical experience has established that the spectacle lenses, when fitted properly, are placed on average 8 to 12mm from the cornea". Another source of this old convention is the Reichert Ultramatic RX Master Phoropter instruction manual.

Back vertex distance is a critical part of ophthalmic optics, but it has been overlooked by the ancient application of "industry averages" in the optical industry. The optic industry widely spread the BVD measurement calculations between the 1940s and 1970s of the 20th century due to the high number of aphakes (cataract surgery patients did not receive an intraocular lens implant).[6] Aphakes eyeglass prescriptions easily reach +20.00D or beyond. These powers made BVD vital for refraction. Even the slightest difference between refracted distances would make a dramatic difference for the patient. Therefore, knowing how to compensate for BVD in such patients is imperative.

Back vertex distance is equal to 0.000 meters on the contact lens. The importance of Back vertex distance is also well known by workers who routinely prescribe contact lenses and eyeglasses to high myopic and hypermetric patients (higher than 4,00 diopters). In addition, the BVD adjustment is commonly applied when calculating the power of a soft or rigid contact lens, given the spectacle lens prescription.

Prescription lenses in eyeglass frames have different effective powers at different distances, tilts, and wrap angles from the eye. Telling a progressive or bifocal wearer to slide their glasses away from the eyes provides a more robust addition and increases patient near vision quality. For example, in positive lenses, the farther the BDV is from the eye, the more efficient the lens will be. In negative lenses, the farther the BDV is from the eye, the more inefficient it will be. Thus, if we have a lens of -4.00 spherical diopters with a BVD less than 12mm away (the standard BVD distance used in the prescription by ophthalmologists), we will be hypercorrecting the patient.

Clinically, BVD ranges from 8 to 30mm. Therefore, assuming that the BVD is 12mm for all patients during refraction, it usually generates a refractive error.

Some of the methods and instruments used to measure BVD are cited below:

- BVD rule.
- The pupilometer.
- The pupillary distance (PD) rule practice (most widely used).
- The distometer.
- Split prism ruler.
- Digital instruments.[7]
- Direct sighting and through 90° mirrors located at the side of the refractor along with correction factor tables.

BVD was not considered vital until now for several reasons, including the non-factoring in the BVD for ophthalmic lenses in 0.25D increments, which traditionally has had limited effects; and the non-factoring in the BVD that has never been particularly problematic for a range of corrections from -4.00 to +4.00D in 0.25D increments. High myopia and hyperopia patients are an exception, as a variation of 5mm (±2.5mm) with a power of 5.00D can induce a variation of 0.125D. This modification is necessary to adjust the correction by an increment of 0.25D.

BVD should be incorporated because:

- Nowadays, lenses are available in 0.01 D increments. Therefore, BVD matters even for low corrections, enhancing refraction accuracy.
- Subjection refraction has low accuracy.[8]
- Potentially, time, and money-saving.

- The advent and growth of "as-worn" progressive and single-vision lenses.
- An incredible increase in high myopia will reach more than 50% of the Earth's population by 2050.[9]
- More precise values of BVD enhance the accuracy of refractive procedures like laser vision correction (LVC), posterior chamber phakic intraocular lens (pIOL), corneal inlays, cataract surgery, and contact lens prescription.
- In the case of distance vision, the effect of BVD is one of the essential factors in final refractive errors. It also influences prismatic outcomes and decentration[10] upon residual astigmatism in intraocular lenses (IOL)[11] and aspheric concave ophthalmic lenses.[12]
- The measurement of BVD can help staff select appropriate frames before ordering lenses. It helps to create high-quality eyeglasses and saves ophthalmologists' business time and money in terms of unscheduled and no-charge return office visits to handle patient complaints.

Assuming a BVD of 12mm for every patient will result in refractive errors in many patients. However, the assumption that 12mm is good enough is like saying that 22,00 diopters is the average lens power for cataract surgery and is suitable for all cataract patients, as veterinarians do in vet cataract surgery.

Considering that variations in vertex distance of the refractor compromise the accuracy of refraction, as well as affecting the adjustment of glasses, contact lenses, and post-operative evaluation in refractive surgery, this study aimed to investigate these variations according to brow adjustment and estimate their impact on manifest refraction, aiming to ensure success in patient procedures.

OBJECTIVE

To study vertex-optical distance variation and estimate its impact on manifest refraction.

METHODS

Using Essilor phoropter Vision-S™ 700, a trained ophthalmologist measured the BVD in five preestablished forehead adjustments of 27 consecutive patients presenting for routine refraction at a private clinic in Brazil. The population sample consisted of 10 men and 17 women. The youngest participant was 13 years old, and the oldest was 57. All 27 participants agreed to participate in this study, which met the Helsinki criteria.

It was noticed that the knob that performed the forehead adjustment made four complete turns from the minimum adjustment to the maximum forehead adjustment. This circular knob looks like a clock and is divided into 12 fractions. This button rotates around its axis (Figure 1). The distance between the patient's forehead and the equipment increases proportionally as the knob is turned clockwise. The BVD also increases as the length from the forehead to the equipment increases. Forehead adjustment one was set at the minimum forehead adjustment where the head was at the closest distance to the equipment. Forehead adjustment two was established by turning the knob once around its axis. Forehead adjustment three was reached by rotating the knob twice around its axis. Forehead adjustment four was based on rotating the knob three times around its axis. Forehead adjustment five was established by turning the knob four times around its axis, and it also coincides with the maximum head distance from the phoropter.



Figure 1. Vertex distance adjustment Knob of Essilor phoropter Vision-S™ 700.

Back vertex distance measurements were performed using a system of video cameras designed to determine accurate measurements of BVD in five preestablished forehead adjustments for each patient. In addition, the eye-to-phoropter distance was randomly measured in a sample of 27 patients on one day.

Each measurement was taken as follows: the patient was placed behind the phoropter head, their gaze directed in the primary position, and they were asked to look at a chart screen located 5m away (Figure 2).



Figure 2. Adequate body position on Essilor phoropter Vision-S™ 700.

The phoropter's interpupillary distance was adjusted for each eye. Using video cameras located behind each of the phoropter's half-heads, photos of the right and left eyes were taken laterally and appeared on the phoropter's control panel. The virtual reticle could then be adjusted and positioned in correspondence with the apex of each cornea. The adjustments were made binocularly; if a difference was found between the left and right eyes, they were made monocularly. The system then accurately indicated the value of the eye-to-phoropter distance in 0.5mm increments. For each patient, the measurement was taken once in five established adjustments, with the patients being asked to move back from the phoropter and reposition themselves.

In addition, twenty-five measurements were repeated on a patient of reference, asking him to move his head back from the phoropter after each measure and reposition himself for each new measurement.

RESULTS

The data is within the expected statistical normality. They show that in established forehead adjustment one, the right eye BVD varied by 7.50mm (from 5.5mm for the smallest to 13.0mm for the largest), with an average established at 7.00mm with a standard deviation of ±2,08mm in minimum forehead adjustment. In the left eye, BVD varied by 7.50mm (from 5.5mm for the smallest to 13.0mm for the largest), with an average established at 7.63mm with a standard deviation of ±1.85mm in forehead adjustment one (minimum set forehead adjustment).

BVD in established forehead adjustment two varied by 8.50mm (from 7.0mm for the smallest to 15.5mm for the largest), with an average of 8.75mm with a standard deviation of ±2.36mm. In the left eye, BVD varied by 9.50mm (from 6.0mm for the smallest to 15.50mm for the largest), with an average established at 8.50mm with a standard deviation of ±2.46mm in forehead adjustment two.

Back vertex distance in established forehead adjustment three varied by 11.50mm (from 8.00mm for the smallest to 19.50mm for the largest), with an average of 12.25mm with a standard deviation of ±3.11mm. In the left eye, BVD varied by 10.50mm (from 7.5mm for the smallest to 18.0mm for the largest), with an average established at 11.75mm with a standard deviation of ±3.23mm in the forehead adjustment three.

Back vertex distance in the established forehead adjustment four varied by 15.50mm (from 8.00mm for the smallest to 23.5mm for the largest), with an average of 15.11mm with a standard deviation of ±3.84mm. In the left eye, BVD varied by 13.00mm (from 8.5mm for the smallest to 21.50mm for the largest), with an average established at 14.61mm with a standard deviation of ±3.72mm in the forehead adjustment four.

Back vertex distance in the forehead adjustment five (maximum established forehead adjustment) varied by 15.00mm (from 12.50mm for the smallest to 27.5mm for the largest), with an average of 18.41mm with a standard deviation of ±4.29mm. In the left eye, BVD varied by 17.00mm (from 10.5mm for the smallest to 27.5mm for the largest), with an average established at 17.98mm with a standard deviation of ±4.38mm in the forehead adjustment four (maximum set forehead adjustment). On the other hand, the measurements repeated five times on one patient show a maximum range of variation of 3.00mm with a standard deviation of ±1.50mm.

DISCUSSION

Back vertex distance depends on the morphology of a patient's head, the patient's position behind the phoropter, and the phoropter forehead adjustment. Therefore, such an often-neglected parameter of eye-to-phoropter distance must be considered when calculating the refraction correction.

Clinically, the study's BVD ranges from 5.50mm to 27.50mm according to forehead adjustment. Assuming

that the BVD is 12 for all patients during refraction frequently generates a refractive error. Dogmatically, BVD is equal to 12mm. The non-measurement of BDV is one of the missing values that may improve refraction. Back vertex distance has potential applications in different areas of vision-study, like intraocular and extraocular surgical visual corrections, contact lenses, and eyeglass prescriptions. For example, using an average 12mm BVD of 35mm will result in considerable inaccuracies, overcorrecting -15.00 D by 2.87 D.[13]

Digital instruments are a money and time-saving method. Creating a BVD measurement as a routine may save time and money, decreasing unscheduled and no-charge return office visits as fewer patients return unsatisfied with their refraction. The practice will also cut down on material costs incurred by the operation.

Many modern excimer laser systems' software versions do not allow entry of BVD greater than 25mm. The inaccuracy of BVD measurements at the phoropter may explain some of the unpredictability of refractive outcomes in previously reported studies.

Neglecting BVD is often a significant cause of incorrect power calculations with excimer laser treatments and phakic IOLs. Most phoropters specify a BVD between 12.00mm and 13.75mm. However, even when the eye is adequately aligned, BVD can vary significantly because different lenses are used in the phoropter to get a specific power.[14]

Performing over-refraction with a soft contact lens and employing formulas incorporating BVD may reduce incorrect power calculation rates, as Dr. Holladay described in the American Journal of Ophthalmology in 1993.[15]

The wide range of BVD values found in our study reinforces the importance of BVD for clinical refraction. Anatomic variations, no uniformity in the starting position of the refractor headrest among different examiners, and differences in baseline phoropter headrest position and posture may explain the BVD measurement (Figures 3-4).[13]

Eye-to-phoropter distance is often adjusted when the phoropter is positioned in front of the patient's head. First, the phoropter must be placed close to the patient's eyes to have as wide a field of vision as possible, but not so close that their eyelashes touch the phoropter's back window (which is not only unpleasant for the patient but can make the phoropter dirty).

With traditional phoropters, this adjustment is achieved by adjusting the forehead rest, paying close attention to the patient's eyes, either from behind the phoropter or through the phoropter, using a specially designed system of graduated lateral mirrors.



Figure 3. Maximum forehead adjustment on Essilor phoropter Vision-S™ 700.



Figure 4. Front view of Essilor Phoropter Vision-S™ 700.

Several aspects related to eye-to-phoropter distance must be noted. It can vary considerably from one patient to another with the same forehead rest position (as we have shown). The phoropter head is carefully adjusted in front of the patient's eyes.

The patient's head position also influences this distance: it is reduced if the patient lifts their head and increases if they lower it. Hence, the patient needs to be in a comfortable enough position that they will not tend to change it during the refraction.

The distance can change throughout the refraction, so it is essential to check it at the end of the examination,

particularly for factual corrections and the prescribing of objective lenses, in 0.01D increments.

Using new current phoropters like Essilor Vision-S™ 700, we can precisely measure the distance using video cameras and adjust it with great precision so that it can be factored into the calculation of a lens correction.

Although it is essential to accurately determine the eye-to-phoropter distance, knowing this distance will matter little if you cannot also measure the distance between the eye and the eyeglass frames. Opticians have various systems that allow them to count this. Some manual measurement devices were sometimes used in the past, but today more than ever, these measurements are performed with computers and electronic tablets.

It is possible to measure eye-to-phoropter quickly and accurately during the refraction examination. The value of the prescription must be converted to the standard reference distance of 12mm at the end of the investigation. The new phoropters like Essilor Vision-S™ 700 generate automatic calculation, making this process easier.

The frames have been selected, but before lenses are ordered, the optician must measure the eye-to-frame distance and provide this data to the manufacturer when ordering the lenses.

The manufacturer must convert the value of the optical correction, considered to be established for 12mm, to the eye-to-frame distance measured by the optician just before the lenses are manufactured.

If the above sequential actions were taken, it would be possible to provide patients with a highly accurate correction of their ametropia. Another scientifically supported tool to reduce refractive surprises is to perform over-refraction with a soft contact lens.

Using a standard protocol for refraction measurement in a very controlled setting enables the repeatability of refraction performed by different examiners.[16] Mackensie proved that refractions performed by multiple optometrists on a single eye would differ in their stigmatic component by over 0.78 D on average, not more than once in 20 refractions.[8] Whereas a single optometrist can perform refraction with the precision of ±0.25D, refractions performed by different optometrists may differ in their astigmatic component by 0.75D or more. Due to factors like this one mentioned by Mackensie, we must provide as much data as possible to have a precise refraction.[8]

CONCLUSION

Our study aimed to enhance understanding of vertex-optical distance variation and its implications for manifest refraction, employing the Vision 700 with five forehead positions. We endeavored to precisely measure refractor BVD and observed a significant dependence on forehead adjustments. These variations markedly influenced refraction accuracy and treatment assessment, highlighting the imperative of integrating BVD into procedures. This significance is underscored by the refinement in modern lenses, available in increments as precise as 0.01 D, wherein BVD plays a critical role even in minor corrections. The Essilor phoropter Vision-Sä 700 introduces an innovative method of indirectly ascertaining BVD through its lateral cameras, ensuring precision, speed, and reliability. Accurate measurement of BVD and subsequent calculation of adjusted power are indispensable facets of an optician's practice. Neglecting BVD, particularly in high diopters, risks furnishing clients with spectacles deviating substantially from their precise prescriptions, leading to compromised visual acuity. While our study represents an initial exploration in this realm, it underscores the imperative for further research. Randomized studies involving larger patient cohorts are essential to validate and expand upon our findings, ensuring robust evidence to guide clinical practice. In conclusion, our study elucidates the pivotal role of BVD in manifest refraction, advocating for its integration into standard procedures to optimize visual correction outcomes.

CLINICAL EXAMPLE

ABC, a high presbyope patient, complains that he has trouble reading with his new prescription. However, the staff has checked and rechecked the glasses (pupillary measurements, segment height, lens power, and the adjustment), but he still complains that he must hold reading materials very close to see them. His new prescription differs slightly from the old one, and the base curve is the same.

The often-ignored calculation of BVD is the likely culprit. The BVD influences the perceived power of the lens. It is even more critical in higher power lenses: spherical ±5.00D or more. In such lenses, there can be significant differences in power if the BVD of those new lenses differs from the testing BVD used during the refraction.

AUTHORS' CONTRIBUTION

All authors made substantial contributions to the conception and design, acquisition of data, or analysis and interpretation of data; took part in drafting the article or revising it critically for important intellectual content; gave final approval of the version to be published; have agreed

on the journal to which the article has been submitted; and state to be accountable for all aspects of the work.

REFERENCES

1. Steel SE, Walsh G. Use of a slit lamp to measure back vertex distance. Ophthalmic Physiol Opt. 1994;14(2):213-5.
2. Weiss RA, Berke W, Gottlieb L, Horvath P. Clinical importance of accurate refractor vertex distance measurements prior to refractive surgery. J Refract Surg. 2002;18(4):444-8.
3. Harris WF. Back- and front-vertex powers of astigmatic systems. Optom Vis Sci. 2010;87(1):70-2.
4. Pearson RM. Aspects of wet cell measurement of back vertex power of contact lenses. Clin Exp Optom. 2008;91(5):461-8.
5. Kuszak JR, Al-Ghoul KJ. A quantitative analysis of sutural contributions to variability in back vertex distance and transmittance in rabbit lenses as a function of development, growth, and age. Optom Vis Sci. 2002;79(3):193-204.
6. Renier GL. Aphakic and pseudophakic spectacle management. J Am Optom Assoc. 1982;53(4):295-9.
7. Wesemann W. Comparison of PD measuring devices. Part 2. Optician. 2010;2010:22-8.
8. MacKenzie GE. Reproducibility of sphero-cylindrical prescriptions. Ophthalmic Physiol Opt. 2008;28(2):143-50.
9. Whitmer S, Xu A, McClatchey S. Reanalysis of refractive growth in pediatric pseudophakia and aphakia. J AAPOS. 2013;17(2):153-7.
10. Atchison DA, Tame SA. Sensitivity of off-axis performance of aspheric spectacle lenses to tilt and decentration. Ophthalmic Physiol Opt. 1993;13(4):415-21.
11. Novis C. Astigmatism and the toric intraocular lens and other vertex distance effects. Surv Ophthalmol. 1997;42(3):268-70.
12. Fontaine N, Simonet P, Gresset J. Optical performance of aspheric concave ophthalmic lenses: the effect of vertex distance. Optom Vis Sci. 1997;74(4):211-21.
13. Sebag M, Meslin D. Refraction: vertex distance matters. points de vue. 2020, p. 1–5. [cited 2021 Dec 10] Available online: https://www.pointsdevue.com/sites/default/files/refraction_vertex_distance_matters.pdf
14. Brooks CW. Understanding Lens Surfacing. Elsevier Science & Technology Books; 1992.
15. Holladay JT. Refractive power calculations for intraocular lenses in the phakic eye. Am J Ophthalmol. 1993;116(1):63-6.
16. Taneri S, Arba-Mosquera S, Rost A, Kießler S, Dick HB. Repeatability and reproducibility of manifest refraction. J Cataract Refract Surg. 2020;46(12):1659-66.

Apêndice 2 – Artigo a ser publicado (já submetido e aceito: no prelo) na Revista Brasileira de Oftalmologia

Accepted on:
Oct 12, 2023

Corresponding author:
Alexandre Costa Neto
Rua Antonio Barros de Castro, 119
21941-853 – Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil
E-mail: alexandrebcneto@gmail.com

Institution: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Financial support: The authors received no financial support for this study.

Word count: 3,695 words, excluding references.

ABSTRACT

Introduction: Myopia is a growing global concern and studies on its prevalence among Brazilian schoolchildren are lacking. **Methods**: This study aimed to determine the prevalence of myopia in Brazilian children aged 3–18 years through a review and meta-analysis of published studies. Eleven high-quality studies were analyzed following the 2022 PRISMA guidelines. Prevalence was calculated using a meta-analysis, considering the heterogeneity among the studies. **Results**: The overall crude prevalence of myopia in Brazilian children was 0.0765%. There was no significant association with the age of the children examined and no significant temporal trend was observed. Approximately one in 13 Brazilian schoolchildren had myopia. **Conclusion**: Approximately one in 13 Brazilian schoolchildren had myopia. Given the increased exposure of Brazilian youth to the risk factors for myopia, it is crucial to monitor myopia in the country. Further studies are required to address and prevent myopia in Brazil.

Keywords: Meta-analysis. Myopia. Prevalence. Systematic review. Brazil.

RESUMO

Introdução: A miopia é uma preocupação global crescente, estudos sobre sua prevalência entre os brasileiros ainda são escassos. **Métodos**: Este estudo teve como objetivo determinar a prevalência de miopia em crianças brasileiras com idades entre 3 e 18 anos por meio de uma revisão sistemática e meta-análise. Seguindo as diretrizes PRISMA de 2022, onze estudos foram analisados. A prevalência foi calculada usando uma meta-análise, considerando a heterogeneidade entre os estudos. **Resultados**: A prevalência bruta geral de miopia em crianças brasileiras foi de 0,0765%. Não houve associação significativa com a idade das crianças examinadas, e não foi observada uma tendência temporal significativa. Aproximadamente um em treze escolares brasileiros tem miopia. **Conclusão**: Dado o aumento da exposição da juventude brasileira aos fatores de risco conhecidos da miopia, é crucial monitorar a miopia no país. Estudos adicionais são imperativos para abordar e prevenir a miopia no Brasil.

Palavras-chave: Meta-Análise. Miopia. Prevalência. Revisão Sistemática. Brasil.

INTRODUCTION

Uncorrected refractive errors are the most common cause of visual impairment, affecting an estimated one billion people worldwide.[1] Myopia is the most common refractive error and is a significant cause of ocular morbidity, particularly in school-aged children and young adults. Globally, myopia is reaching pandemic proportions due to changing lifestyles and modern technology, especially mobile devices.[2] In 2001, 22.9% of the world's population had myopia, which is predicted to increase to 49.8% by 2050, affecting 4.8 billion people, an increase of 117% in 50 years. According to a 2015 report, an estimated 1.89 billion people worldwide have myopia, and 170 million have high myopia.[3]

The reported prevalence of myopia in children aged 5–17 years ranges from 1.2% in Mechi Zone, Nepal, to 73.0% in South Korea.[4,5] Within 15 years, the prevalence of myopia increased from 79.5 to 87.7% in Chinese schoolchildren with a mean age of 18.5±0.7 years.[6] In South African schoolchildren aged 5 to 15 years, the reported prevalence of myopia was only 2.9% with retinoscopy and 4.0% with autorefraction.[7] However, the authors noted that the prevalence increased to 9.6% at 15 years of age.

The increase in myopia prevalence has a significant economic impact because it is associated with other eye diseases and visual impairment. Uncorrected myopia between -1.50 D and -4.00 D can impair vision to the point that it is considered a cause of moderate visual impairment or blindness. High myopia, usually defined as spherical equivalent ≥5.00 D, the risk of potentially blinding eye diseases such as retinal holes, retinal tears, retinal degeneration, retinal detachment, and myopic macular degeneration.[3,8-10] Uncorrected myopia has enormous social, economic, psychological, and developmental implications.[10] The financial cost of refractive errors, including nearsightedness, is estimated to be approximately $202 billion annually, far exceeding the expense of other eye diseases.[11]

The increasing prevalence of myopia has led to research on the possible mechanisms underlying its development, with two main themes emerging. The first is the role of nature (genetic influences) and the second is environmental influence (environmental effects, including lifestyle). Understanding the

mechanisms underlying myopia development is also being explored for the control of myopia. However, due to significant regional differences in culture, habits, socioeconomic status, education level, and urbanization, there is uncertainty regarding the exact extent of myopia exposure in school-aged children and its development over time.[12]

Over the past few decades, urbanization has changed the lifestyles and behaviors of people worldwide. For example, in 1950, Brazil's urban population was 30 million, reaching almost 190 million by 2010. Moreover, following the emergence of technology, children spend extended periods completing school assignments and engaging in various activities on their mobile devices, including gaming.[13]

Urbanization has also changed the lifestyles and behaviors of people in Brazil. Almost 90% of Brazil's population resides in one of the 5,568 urban cities.[13] As a result, Brazil's children and young adults participate more in indoor and nearby work activities when compared with previous generations. In addition, following the emergence of technology, children spend extended periods completing school assignments and engaging in various activities on their mobile devices including gaming. These factors are believed to contribute to myopia development and progression.[14-16]

Considering the current increase in the incidence of myopia, this systematic review and meta-analysis aimed to assess the prevalence of Myopia in Brazilian children within three-20 years.

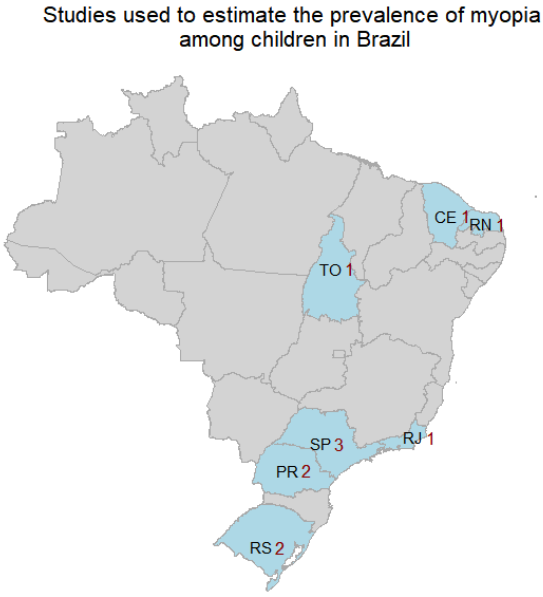
METHODS

Table 1 – Summary of included studies

First author	Age group (years)	Mean age (years)	Total sample size	Prevalence (%)	Cyclopegia	Objective refraction	Quality score
Yotsukura	5-19	10,60 (2.90)	421	20.43	No	Yes	10
Salomão	11-14	12,54 (1.12)	2,441	5.45	Yes	Yes	10
Lira	5-18	11,45 (4.04)	778	9.64	Yes	Yes	10
Garcia	5-20	-	974	13.04	Yes	No	8
Ibrahim	10-15	12,4 (1.60)	1,590	3.14	Yes	No	10
Kara-José	7-13	9,38 (1.70)	1,364	10.41	Yes	No	10
Ioschpe Gus	5-21	12,74 (3.31)	330	17.27	Yes	Yes	9
Schimiti	6-12	-	1,966	8.24	Yes	Yes	9
Couto Júnior	5-18	-	1,800	1.06	Yes	Yes	9
Silva	3-7	4,5	2,852	5.01	Yes	Yes	8
Estacia	7	7,10 (1.38)	88	10.23	Yes	Yes	10

This meta-analysis considered the research characteristics that revealed the prevalence of myopia among Brazilian school-age children. We found 11 studies that aborted the prevalence of myopia in schoolchildren, conducted in different Brazilian states (Figure 1).

Figure 1 – The number of studies on the prevalence of myopia in Brazil per state where the study was conducted



This meta-analysis was performed following the methodological recommendations of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020(17)

The terms “Refractive Error” OR “Myopia” AND “Children” OR “Prevalence” AND “Brazil” were used for the search. Search terms were used to query the Web of Science, Scientific Electronic Library Online [SciElo], and PubMed databases. The searches started on April 15, 2023, and ended on May 24, 2023. References from all the included studies, previous systematic reviews, and meta-analyses were manually searched for additional studies. Two authors (J. G. and D. P.) independently extracted data using predefined search criteria and quality assessment. The full articles of eligible publications were then scrutinized. Only studies that met the following criteria were included in the meta-analysis.

This review included English and Portuguese studies published from 1975 to 2023 that investigated the prevalence of refractive error among schoolchildren aged 5 to 18 years. In addition, the review included studies published that employed an observational cross-sectional study design, had a clear description of the sampling technique, stated the method of measuring refractive error (cycloplegic or non-cycloplegic refraction), as well as objective or subjective refraction, stated the criteria for defining myopia (spherical equivalent ≥0.50D of myopia), and were either school-based or population-based.[18-20]

The search criteria resulted in 96 articles. Subsequently, these studies were inspected and selected according to the type of population from which the sample originated, the possibility of delimitation by age, and the availability of specific myopia prevalence data. Data from people with comorbidities in their selection, data from the hospital population, and data with doubts about the delimitation of the age range were discarded, leaving the set of publications that used data from the general population or school populations.

Information on the use of cycloplegia and the method (objective or subjective) of measuring refractive error was recorded in each study, as well as the prevalence of myopia and sample size.

Statistical methods

Meta-analysis was conducted using R version 4.2.3 (2023-03-15 curt) -- “Shortstop Beagle” (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). The package “meta” was used to generate forest plots that show the prevalence of myopia in school children, in individual studies, and their corresponding weight, as well as the pooled prevalence with associated 95% confidence intervals (CI).[21] A tunnel plot was used to report potential bias and minor/significant study effects. The Begg's test was used to assess asymmetry.[22] The prevalence was subdivided into separate datasets based on cycloplegic or non-cycloplegic refraction and the use of objective or subjective methods to evaluate refractive error. For this purpose, the studies were classified into cycloplegic and objective refraction measures (complete method group), and non-cycloplegic and subjective refractive error evaluations (incomplete method group). In addition, to study the possible variation in the prevalence of myopia related to age, the mean age in the reported studies was used in a meta-regression model. A similar meta-regression model was used to investigate the variation in prevalence according to year of data collection.[21]

The estimation of the prevalence of myopia among Brazilian children was carried out in this meta-analysis using the “random effects” calculation method after the transformation of the original proportions into “logit” values, i.e., log(p/(1-p)) with the weights calculated by the method of the inverse of the variances of proportions.

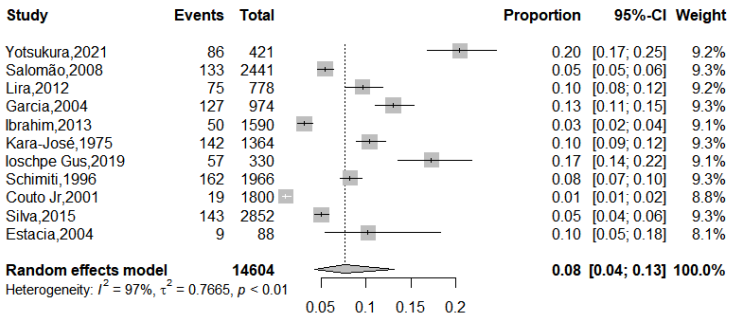
RESULTS

Prevalence of myopia in Brazilian school-aged children

A heterogeneity test obtained for the different studies showed a high level of inconsistency (I^2=97%), indicating the use of a random-effects model in all meta-analyses conducted. The number of children aged 5–18 years included in the study ranged from 88 in a study conducted in Rio Grande do Sul to 2852 in another study conducted in Paraná. The prevalence of myopia reported in these studies ranged from 1 to 20%.

The estimated prevalence of myopia in Brazil (7.65%; 95%CI: 4.3, 13.1) was significant (p<0.05), as its confidence interval excluded the value of zero (Figure 2).

Figure 2 – Forest plot of myopia prevalence among Brazilian schoolchildren aged 5–18 years.



Funnel plot and Begg's test for asymmetry indicated homogeneity (z=0.08; p=0.9379); that is, eventual-biased outliers had no significant overall effect on the obtained estimate (Figure 3).

Meta-regression analysis of myopia showed that the proportion of myopia increased as the date of the study advanced. However, this relationship was not statistically significant (p=0.6886) (Figure 4).

In addition, meta-regression analysis of myopia according to the average age of the children in the studies indicated that the proportion of myopia increased with age. However, this relationship was not statistically significant (P =0.7815) (Figure 5).

Figure 3 – Funnel Plot for Assessing Asymmetry and Heterogeneity in Included Studies

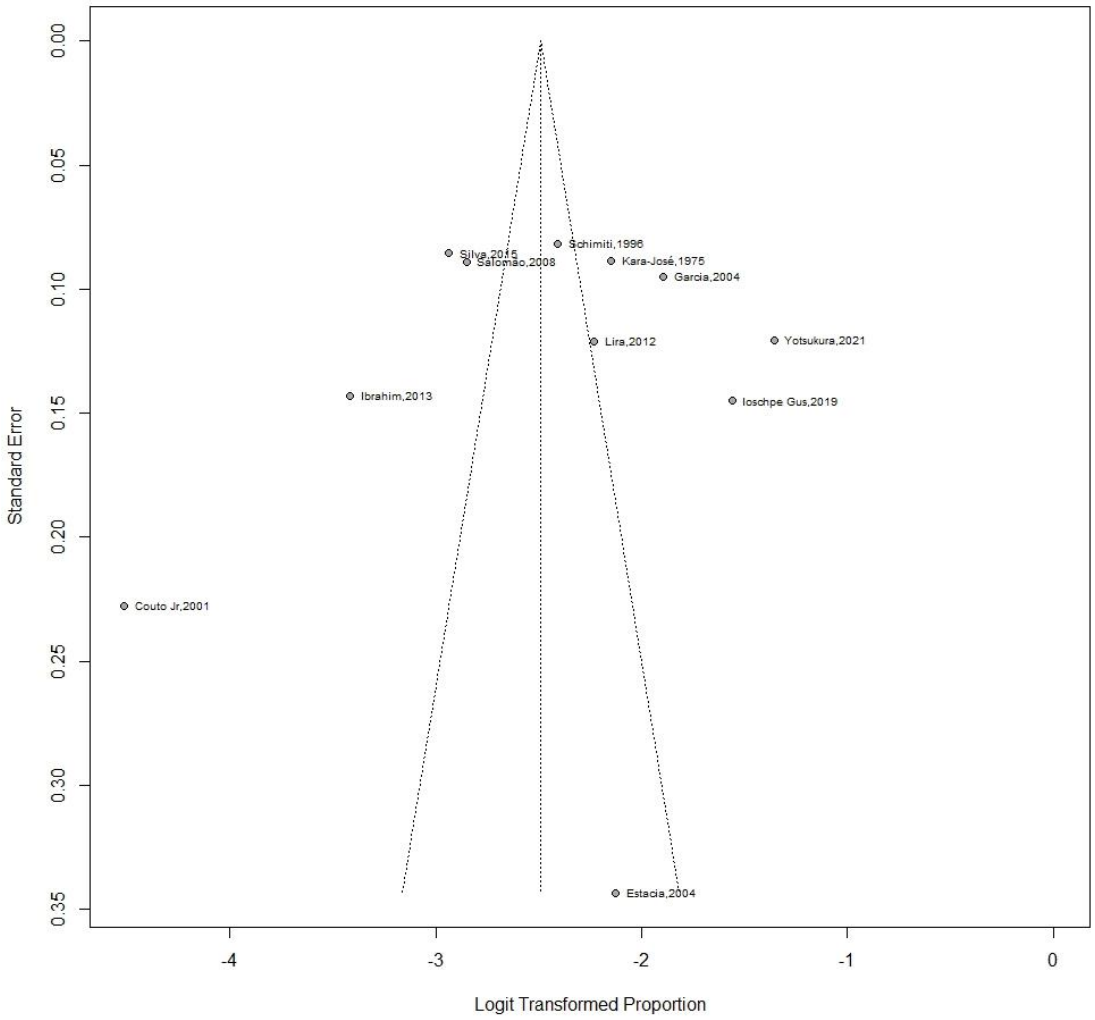


Figure 4 – Meta-regression analysis showed that the percentage of myopia increased as the publishing year increased, but this association was not statistically significant.

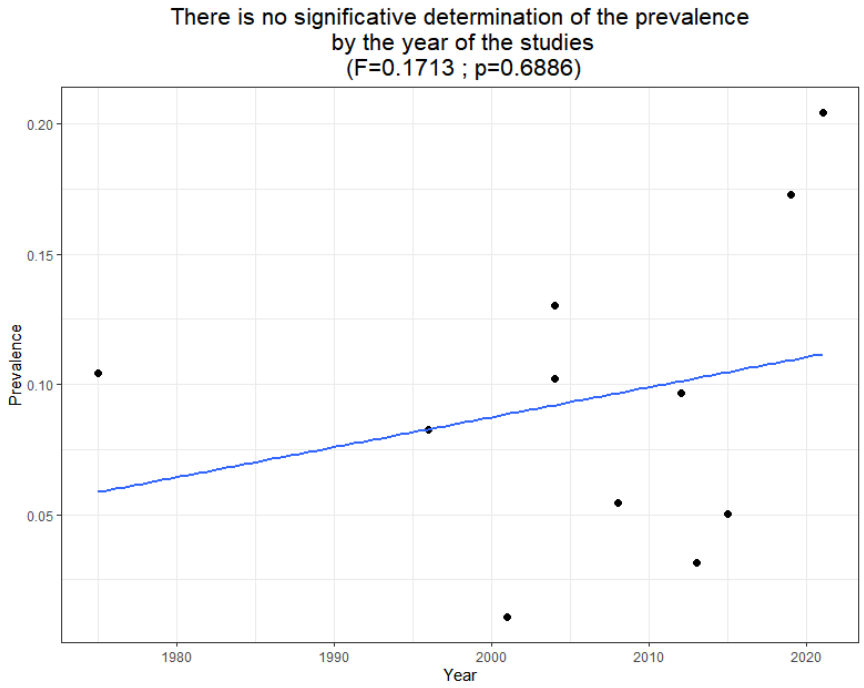
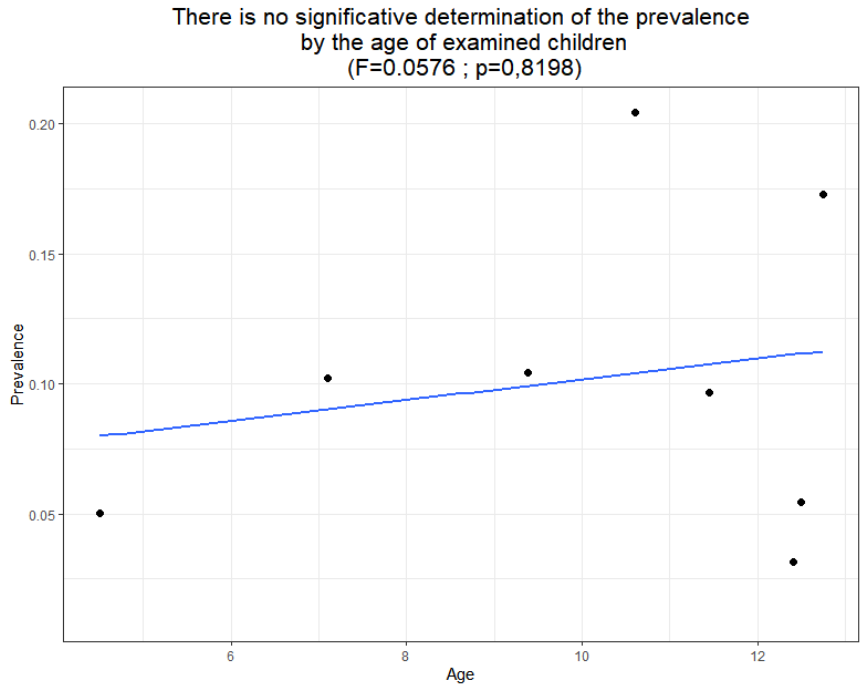


Figure 5 – Meta-regression analysis showed that the percentage of myopia increased as the age of the examined children increased, but this association was not statistically significant



DISCUSSION

Prevalence of myopia

The present study provides recent estimates of myopia prevalence in Brazilian children using data from 11 studies conducted over the last five decades. The prevalence of myopia, defined as SER ≥0.50D of myopia in schoolchildren across Brazil, was 0.0765% (95% CI 0.0435-0.1314).

The variation in the reported prevalence of myopia between studies was 19.37%. Although the regional variations in myopia prevalence found in this study are consistent with Foster and Jiang's statement, “Considerable regional difference exists from country to country even within the same geographical area” it remains unclear why these variations exist.[23] While the criteria for defining refractive error is often cited as the reason for the variation in the prevalence of refractive errors, including myopia, between studies, this may not be the case in our study because only studies that defined myopia as a spherical equivalent of ≥0.50D were included.

The overall low prevalence of myopia across Brazil is consistent with other studies that reported a lower myopia prevalence in Western children than in Asian children.[24] It is instructive to note that in the five studies included in the current review, the reported prevalence of myopia was greater than 10%. Of these four studies,[25-28] used cycloplegic refraction, which is thought to estimate the prevalence of myopia more accurately.[29-33] Yotsukura reported the highest prevalence of myopia in Brazil, although the que measures were performed using cyclopean.[30] The lower prevalence of myopia in Couto Júnior compared with other regions may be related to the differences in genetic predisposition to myopia development and culture.[34-36] Although the role of genetics in myopia development and progression has been reported to be small, it is believed to play a role in an individual's susceptibility to environmental risk factors for myopia.[37] In addition, several studies have shown the significant involvement of environmental factors, such as near work (writing, reading, and working on a computer), in myopia development.[34-36] In many states of Brazil, children do not start education and learning at the same early age as in other Asian countries. Therefore, Brazilian children are exposed to less near work and are more

involved in outdoor activities, resulting in a lower risk of developing myopia than their Asian counterparts. This assertion is supported by the fact that in 2020, the pre-primary school enrolment rate in the most populous state in Brazil (SP) was 79.12%, compared with 89.12% in 2012 in China (the most populous country in Asia).[13,38] However, a recent investigation has shown that more precise objective measures are required to draw definitive conclusions about the relationship between myopia and near work.[39]

Despite the relatively low prevalence of myopia among Brazilian children, there is a need to monitor the prevalence of myopia among children in this region, given the increased access to and use of mobile devices among the Brazilian population, including children. It is crucial to consider the higher reported increase in the prevalence of myopia in the last two studies.[29,30] It is assumed that nowadays, urban children have more access and exposure to near work, including mobile devices, and fewer outdoor activities than their counterparts in rural areas.

Age differences in myopia prevalence

No significant difference was found between the prevalence of myopia and the age of the examined children (p=0.7815). The slightly higher prevalence of myopia between the two age groups shows a tendency for myopia prevalence to increase with age, which is consistent with the results of previous studies.[40,41] This increase in the prevalence of myopia is thought to be associated with increasing growth of the eyeball. The influence of sex on the prevalence of myopia has not been unequivocal in the literature, with some studies suggesting that the slightly higher prevalence in females may be related to the different ages of onset of puberty between boys and girls.[42] Other factors that could account for the reported apparently higher prevalence of myopia in girls include limited outdoor activity time compared to boys.[42]

Prevalence of myopia by refraction technique (cycloplegic and non-cycloplegic)

The present study demonstrated that cycloplegic refraction resulted in significantly lower estimates of myopia prevalence than non-cycloplegic refraction, which is consistent with previous studies.[43] It has been reported that non-cycloplegic refraction overestimates the prevalence of myopia and yields a unreliable measurement of the association of myopia risk factors; hence, cycloplegic refraction is regarded as the gold standard for measuring myopia.[44] Over half of the studies in this review utilized cycloplegic refraction, which is particularly important in this age group where the difference between cycloplegic and non-cycloplegic refraction is relatively high.[43] The fact that non-cycloplegic refraction often results in the overestimation of myopia may, in part, account for the high prevalence reported in the Yotsukura study.[30] However, we could not demonstrate that cycloplegic refraction results in lower variability in the measured refractive error than non–cycloplegic refraction. Non-cycloplegic refraction may reflect a variable accommodative state during refraction in children of different ages. This finding underscores the need to appropriately control accommodation when performing refraction, particularly in young children with a higher amplitude of accommodation, in whom accommodation is more active.

Implications of the study: consequences of the research

For the first time, a systematic review and meta-analysis were conducted to determine the prevalence of myopia among Brazilian schoolchildren and how it varies with age and refraction method. As previously mentioned, compared to other regions such as Southeast Asia, the frequency of myopia in Brazil seems to be low. Future prevalence studies should use the baseline data from this study as a baseline for comparison to establish a trend in myopia epidemiology in this group. This review also supports the notion that, in contrast to cycloplegic refraction, non-cycloplegic refraction overstates the prevalence of myopia and produces more variable estimations of refractive errors. Researchers and decision-makers may be misled by the interpretation of myopia prevalence data

from non-cycloplegic refraction. Therefore, it is advised that any studies examining the prevalence of myopia in children employ cycloplegic refraction.

Strengths and limitations of the review

This review had limitations. First, owing to the small number of published research results, this review did not prove the trend in the prevalence of myopia among Brazilian schoolchildren. Second, the results were probably biased toward studies in which the results were based on subjective refraction and non-cycloplegic measures. Third, the current review did not establish the prevalence of myopia in this population because of the lack of prevalence studies on myopia in Brazil. Despite these limitations, the selection of studies that employed a consistent definition of myopia (i.e., 0.50DS of myopia) allowed for a better comparison of the reported prevalence of myopia. Additionally, studies conducted in unselected groups, including hospital-based studies and those that failed to provide proof of sampling, were excluded from the analysis. Finally, the robustness of the design used in each study was assessed.

CONCLUSION

In conclusion, this systematic review and meta-analysis revealed that myopia is less common among Brazilian children than among children from other parts of the world. Estimating the prevalence of myopia using non-cycloplegic refraction can be misleading, because the results are more significant and less consistent. As more young people in this region are exposed to known risk factors for myopia development, such as access to mobile devices, increased near work, increased online or remote learning, and limited outdoor time, understanding the trend of myopia is crucial. Future research is required to understand the impact of ethnicity on the prevalence of myopia in Brazil, as the comparison and inclusion of various ethnic groups (Black, White, Asian) in the same area would add valuable information about any differences in the prevalence of myopia among the different ethnic groups in Brazil.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Alexandre Costa Neto contributed to the study's conception and design, analysis, interpretation of results, and writing and critical review of the manuscript's content. Jaime Augusto Ferreira Guedes and Denisse Josefina Mora Paez contributed to the analysis and interpretation of the data and writing and critical review of the manuscript. Marcelo Alves Ferreira and Dillan Cunha Amaral performed the statistical analyses of the data. Adriano Cypriano Faneli, Lorena Santos Barros, and Renato Ambrósio Jr. contributed to the conception and design of the study, writing, and critical review of the manuscript. All authors have approved the final version of the manuscript and are responsible for all aspects including ensuring its accuracy and integrity.

REFERENCES

1. World report on vision: World Health Organization; 2019. 180 p.

2. BA H, TR F, DA W, M J, KS N, P S, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. Ophthalmology. 2016;123(5).

3. Holden BA, Jong M, Davis S, Wilson D, Fricke T, Resnikoff S. Nearly 1 billion myopes at risk of myopia-related sight-threatening conditions by 2050 - time to act now. Clin Exp Optom. 2015;98(6):491-3.

4. Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. Ophthalmic Physiol Opt. 2012;32(1):3-16.

5. Grzybowski A, Kanclerz P, Tsubota K, Lanca C, Saw SM. A review on the epidemiology of myopia in school children worldwide. BMC Ophthalmol. 2020;20(1):27.

6. Chen M, Wu A, Zhang L, Wang W, Chen X, Yu X, et al. The increasing prevalence of myopia and high myopia among high school students in Fenghua city, eastern China: a 15-year population-based survey. BMC Ophthalmol. 2018;18(1):159.

7. Naidoo KS, Raghunandan A, Mashige KP, Govender P, Holden BA, Pokharel GP, et al. Refractive error and visual impairment in African children in South Africa. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2003;44(9):3764-70.

8. Kempen JH, Mitchell P, Lee KE, Tielsch JM, Broman AT, Taylor HR, et al. The prevalence of refractive errors among adults in the United States, Western Europe, and Australia. Arch Ophthalmol. 2004;122(4):495-505.

9. Tedja MS, Haarman AEG, Meester-Smoor MA, Kaprio J, Mackey DA, Guggenheim JA, et al. IMI - Myopia Genetics Report. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2019;60(3):M89-m105.

10. Congdon N, Burnett A, Frick K. The impact of uncorrected myopia on individuals and society. Community Eye Health. 2019;32(105):7-8.

11. Fricke TR, Holden BA, Wilson DA, Schlenther G, Naidoo KS, Resnikoff S, et al. Global cost of correcting vision impairment from uncorrected refractive error. Bull World Health Organ. 2012;90(10):728-38.

12. Rudnicka AR, Owen CG, Nightingale CM, Cook DG, Whincup PH. Ethnic differences in the prevalence of myopia and ocular biometry in 10- and 11-year-old children: the Child Heart and Health Study in England (CHASE). Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010;51(12):6270-6.

13. (IBGE) IBdGeE. Censo demográfico. 2022.

14. Hepsen IF, Evereklioglu C, Bayramlar H. The effect of reading and near-work on the development of myopia in emmetropic boys: a prospective, controlled, three-year follow-up study. Vision Research. 2001;41(19):2511-20.

15. Ip JM, Saw SM, Rose KA, Morgan IG, Kifley A, Wang JJ, et al. Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008;49(7):2903-10.

16. Huang HM, Chang DS, Wu PC. The Association between Near Work Activities and Myopia in Children-A Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS One. 2015;10(10):e0140419.

17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Bmj. 2021;372:n71.

18. Saxena R, Vashist P, Tandon R, Pandey RM, Bhardawaj A, Gupta V, et al. Incidence and progression of myopia and associated factors in urban school children in Delhi: The North India Myopia Study (NIM Study). PLoS One. 2017;12(12):e0189774.

19. Saxena R, Vashist P, Tandon R, Pandey RM, Bhardawaj A, Menon V, et al. Prevalence of Myopia and Its Risk Factors in Urban School Children in Delhi: The North India Myopia Study (NIM Study). PLOS ONE. 2015;10(2):e0117349.

20. Luo HD, Gazzard G, Liang Y, Shankar A, Tan DT, Saw SM. Defining myopia using refractive error and uncorrected logMAR visual acuity >0.3 from 1334 Singapore school children ages 7-9 years. Br J Ophthalmol. 2006;90(3):362-6.

21. Harrer M, Cuijpers P, Furukawa T, Ebert D. Doing Meta-Analysis with R: A Hands-On Guide: CRC Press; 2021.

22. Begg CB, Mazumdar M. Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. Biometrics. 1994;50(4):1088-101.

23. Foster PJ, Jiang Y. Epidemiology of myopia. Eye (Lond). 2014;28(2):202-8.

24. Rudnicka AR, Kapetanakis VV, Wathern AK, Logan NS, Gilmartin B, Whincup PH, et al. Global variations and time trends in the prevalence of childhood myopia, a systematic review and quantitative meta-analysis: implications for aetiology and early prevention. Br J Ophthalmol. 2016;100(7):882-90.

25. Estacia P, Stramari LM, Schuch SB, Negrello D, Donato L. Prevalência de erros refrativos em escolares da primeira série do ensino fundamental da região Nordeste do Rio Grande do Sul. Prevalência de erros refrativos em escolares da primeira série do ensino fundamental da região Nordeste do Rio Grande do Sul. 2007;66(5):297-303.

26. Al IGe. Prevalence of Myopia Among Public Schoolchildren in Brazil. International Myopia Conference 2022. 2022.

27. N K-J, N H, ER T. [Refractive errors in school children in the city of São Paulo, Brazil]. Boletin de la Oficina Sanitaria Panamericana Pan American Sanitary Bureau. 1984;96(4).

28. CA G, F O, GF N, B SD, ML R, RN V. [Prevalence of refractive errors in students in Northeastern Brazil]. Arquivos brasileiros de oftalmologia. 2005;68(3).

29. Gus PI, de Maman RS, Lengler AD, Martins AS, Torres Arteche MA, Pieta MP, et al. PREVALENCE OF MYOPIA AMONG PUBLIC SCHOOL CHILDREN IN SOUTHERN BRAZIL. medRxiv. 2023:2023.05.12.23289894.

30. Yotsukura E, Torii H, Ozawa H, Hida RY, Shiraishi T, Corso Teixeira I, et al. Axial Length and Prevalence of Myopia among Schoolchildren in the Equatorial Region of Brazil. J Clin Med. 2020;10(1).

31. Garcia CA, Oréfice F, Nobre GF, Souza Dde B, Rocha ML, Vianna RN. [Prevalence of refractive errors in students in Northeastern Brazil]. Arq Bras Oftalmol. 2005;68(3):321-5.

32. Kara-José N, Holzchuh N, Temporini ER. [Refractive errors in school children in the city of São Paulo, Brazil]. Bol Oficina Sanit Panam. 1984;96(4):326-33.

33. Estacia P, Stramari LM, Schuch SB, Negrello D, Donato L. Prevalência de erros refrativos em escolares da primeira série do ensino fundamental da região Nordeste do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Oftalmologia. 2007;66.

34. Goldschmidt E, Jacobsen N. Genetic and environmental effects on myopia development and progression. Eye (Lond). 2014;28(2):126-33.

35. Armarnik S, Lavid M, Blum S, Wygnanski-Jaffe T, Granet DB, Kinori M. The relationship between education levels, lifestyle, and religion regarding the prevalence of myopia in Israel. BMC Ophthalmol. 2021;21(1):136.

36. Lim LT, Gong Y, Ah-Kee EY, Xiao G, Zhang X, Yu S. Impact of parental history of myopia on the development of myopia in mainland china school-aged children. Ophthalmol Eye Dis. 2014;6:31-5.

37. Sherwin JC, Reacher MH, Keogh RH, Khawaja AP, Mackey DA, Foster PJ. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. Ophthalmology. 2012;119(10):2141-51.

38. TheGlobalEconomy.com. The Global Economy.com. Business and economic data for 200 countries [Available from: https://www.theglobaleconomy.com/indicators_list.php.

39. Gajjar S, Ostrin LA. A systematic review of near work and myopia: measurement, relationships, mechanisms and clinical corollaries. Acta Ophthalmol. 2022;100(4):376-87.

40. French AN, Morgan IG, Burlutsky G, Mitchell P, Rose KA. Prevalence and 5- to 6-year incidence and progression of myopia and hyperopia in Australian schoolchildren. Ophthalmology. 2013;120(7):1482-91.

41. Hashemi H, Fotouhi A, Mohammad K. The age- and gender-specific prevalences of refractive errors in Tehran: the Tehran Eye Study. Ophthalmic Epidemiol. 2004;11(3):213-25.

42. Gong JF, Xie HL, Mao XJ, Zhu XB, Xie ZK, Yang HH, et al. Relevant factors of estrogen changes of myopia in adolescent females. Chin Med J (Engl). 2015;128(5):659-63.

43. Fotedar R, Rochtchina E, Morgan I, Wang JJ, Mitchell P, Rose KA. Necessity of cycloplegia for assessing refractive error in 12-year-old children: a population-based study. Am J Ophthalmol. 2007;144(2):307-9.

44. Morgan IG, Iribarren R, Fotouhi A, Grzybowski A. Cycloplegic refraction is the gold standard for epidemiological studies. Acta Ophthalmol. 2015;93(6):581-5.

Apêndice 3 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, «Nome», «Matricula», «CNS», tendo em vista os termos apresentados, de forma livre e esclarecida, declaro meu consentimento em participar da pesquisa de mestrado “Variabilidade da distância vértice posterior do refrator Vision-S™ 700 (Essilor) em uma população normal”, em anexo.

Rio de Janeiro, ___/___/_____.

_____
Assinatura do Participante da Pesquisa

_____
Assinatura do Pesquisador

_____
Assinatura do Orientador

Pesquisador Principal: Dr. Alexandre Batista da Costa Neto
Tel.: (31) 99262-4449

VARIABILIDADE DA DISTÂNCIA VÉRTICE POSTERIOR DO REFRATOR VISION-S™ 700 (ESSILOR) EM UMA POPULAÇÃO NORMAL

Nome do Pesquisador Principal: Dr. Alexandre Batista da Costa Neto, MD

Nome do Orientador: Prof. Dr. Renato Ambrósio Jr., PhD

Você está CONVIDADO a participar de um estudo acadêmico voltado à área oftalmológica, a fim de proporcionar melhora visual a usuários de lentes corretivas, além de trazer à luz da medicina novos conhecimentos atualizados para ajudar toda a classe médica.

OBJETIVO DO ESTUDO: Estudar a variação da distância vértice posterior, de acordo com o ajuste da testa e estimar seu impacto na refração manifesta.

ALTERNATIVA PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO: Você tem o direito de não participar deste estudo. Estamos coletando informações em forma de questionário. Se você não quiser participar do estudo, não irá interferir em sua vida pessoal/profissional/estudantil.

PROCEDIMENTO DO ESTUDO: Se você decidir integrar este estudo, você será convidado a preencher um questionário durante a participação. Esses dados serão analisados futuramente para a conclusão do estudo.

RISCOS e DESCONFORTOS: Você pode escolher não participar do estudo caso se sinta incomodado. A participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Este trabalho apresenta riscos em tipos e graus variados, como os de toda pesquisa que envolve seres humanos, por exemplo os relacionados à confidencialidade dos dados obtidos. Há o risco da manipulação dos dados, porém eles serão transformados em códigos para ocultar o participante da pesquisa. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução n. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade. Sempre que quiser, poderá pedir mais informações sobre a pesquisa ao pesquisador do projeto e, se necessário ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto (CEP-HUPE), cujo regimento indica todos os critérios[3].

BENEFÍCIOS: Sua participação não lhe trará nenhum benefício direto. Entretanto, ao fazer parte deste estudo, você fornecerá mais informações que podem ajudar o aprimoramento do conhecimento a respeito do tema analisado, permitindo a criação de novos algoritmos e estratégias para auxiliar oftalmologistas a proporcionar uma melhora visual aos pacientes, além de trazer

[3] Disponível em: https://www.hupe.uerj.br/wp-content/uploads/2021/02/01_Regimento-Interno-do-Comit%C3%AA-de-%C3%89tica-em-Pesquisa-do-HUPE.pdf. Acesso em 14 jun. 2024.

à luz da medicina novos conhecimentos atualizados para ajudar toda a classe médica.

CONFIDENCIALIDADE: Seu nome não aparecerá em nenhum formulário a ser preenchido. Nenhuma publicação partindo das respostas revelará os nomes de quaisquer participantes da pesquisa. Sem seu consentimento escrito, os pesquisadores não divulgarão nenhum dado de pesquisa no qual você seja identificado.

PAGAMENTO: Não haverá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nenhum pagamento por sua participação.

DÚVIDAS E RECLAMAÇÕES: Esta pesquisa está sendo realizada no Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE). Possui vínculo com a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), por meio do Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Medicina, sendo o aluno Alexandre Batista da Costa Neto o pesquisador principal, sob a orientação do Prof. Dr. Renato Ambrósio Júnior. Os investigadores estão disponíveis para responder a qualquer dúvida que você tenha. Caso seja necessário, contate Alexandre Batista da Costa Neto pelo telefone (31) 99262-4449, ou o CEP-HUPE: Av. Vinte e Oito de Setembro, 77, térreo – Vila Isabel. CEP 20551-030. Tel.: (21) 2868-8253 – *e-mail*: cep-hupe@uerj.br.

Você fornecerá nome, endereço e telefone de contato apenas para que a equipe do estudo possa lhe contactar em caso de necessidade.

Eu concordo em participar deste estudo

Assinatura: _____

Data: _____

Endereço: _____

Telefone de contato: _____

Após esses esclarecimentos, solicitamos seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa.

Observação: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

ANEXO

Anexo 1 – Parecer do CEP

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - HUUERJ

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Importância clínica da distância vértice na acurácia da refração.
Pesquisador: Alexandre Batista da Costa Neto
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 73407023.6.0000.5259
Instituição Proponente:
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.268.004

Apresentação do Projeto:
Transcrição editada do conteúdo registrado do protocolo "Nome do Arquivo: PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2169417" e dos arquivos anexados à Plataforma Brasil. Revisão da Literatura e Construção de ModeloRevisão da Literatura e construção de modelo teórico para demonstrar o impacto da variação da DV
em função da ametropia do paciente e do erro refrativo residual.Estudos ClínicosEstudo clínico para a obtenção da distância vértice por meio do
novo refrator digital da Essilor VT-800 (Figura 1 e 2) e comparação com o modelo Vision S-700.Estudo da repetitividade e reprodutibilidade dos
valores encontrados no Vision R-800 e Vision S-700.Estudo da distribuição e da variância dos valores encontrados em uma amostra
populacional.Mensuração da VD através dos equipamentos VT-800 e VS-700 da empresa Essilor em um grupo de 200 a 300 pessoas.

Objetivo da Pesquisa:
Objetivo Primário:
Confirmar que a mensuração da VD individual do paciente pode melhorar o tratamento corretivo visual prescrito, aumentando assim a satisfação e
qualidade visual do paciente

Endereço: Av. 28 de setembro, nº77 - CePeM - Centro de Pesquisa Clínica Multiusuário - 2º andar/sala nº 28 - prédio
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **E-mail:** cep@hupe.uerj.br

Metodologia Proposta:
Medida da VD com os equipamentos VT-800 e VS-700 na refração de pacientes da clínica de olhos Dr. Renato Ambrósio na Tijuca, RJ. Teste de
repetitividade para confiarmos na medida encontrada de VD no mesmo paciente em diferentes momentos do mesmo dia.Aferir refração e VD de 20
a 30 pacientes por semana. Com os dados de 150 a 300 pacientes analisaremos as informações para validar ou descartar as hipóteses do projeto.
Matematicamente vamos avaliar a importância da DV com tabelas e escalas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:
Riscos:
Os riscos dessa pesquisa são considerados mínimos, estando relacionados a um possível incomodo do paciente por ter de realizar mais um exame
durante a sua consulta oftalmológica. Para contornar tal risco, será designada uma máquina específica para a realização dessa pesquisa, assim, o
paciente não enfrentará fila para realizar o procedimento e sua participação durará o tempo do exame, em média cinco minutos.
Benefícios:
Quebra de um paradigma oftalmológico. Os médicos querem oferecer a melhor correção visual possível a seus pacientes, mas não medem uma das
características mais importantes para a visão e satisfação do paciente que é a VD. Aferir a VD pode melhorar a satisfação e qualidade da visão de
incontáveis pacientes. 2

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
Medida da VD com os equipamentos VT-800 e VS-700 na refração de pacientes da clínica de olhos Dr. Renato Ambrósio na Tijuca, RJ. Teste de
repetitividade para confiarmos na medida encontrada de VD no mesmo paciente em diferentes momentos do mesmo dia.Aferir refração e VD de 20
a 30 pacientes por semana. Com os dados de 150 a 300 pacientes analisaremos as informações para validar ou descartar as hipóteses do projeto.
Matematicamente vamos avaliar a importância da DV com tabelas e escalas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Foram analisados os seguintes documentos de apresentação obrigatória:

1) Folha de Rosto para pesquisa envolvendo seres humanos;
2) Projeto de Pesquisa;
3) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
4) Termo de Anuência Institucional;
5) Declaração de isenção de custos;
6) Orçamento;
7) Cronograma;
8) Currículo do pesquisador principal e demais colaboradores.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto pode ser realizado da forma como está apresentado. Após análise do protocolo foi verificado o atendimento à legislação vigente e o protocolo encontra-se apto para início. Caso o pesquisador precise fazer Emenda ao Projeto, é obrigatório o envio antecipado de Relatório Parcial via Notificação. A Emenda só poderá ser solicitada após aprovação da Notificação com relatório parcial. Diante do exposto e à luz da Resolução CNS nº466/2012, o projeto pode ser enquadrado na categoria – APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com o item X.1.3.b, da Resolução CNS n. 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais - a contar da data de aprovação do protocolo - que permitam ao CEP acompanhar o desenvolvimento do projeto. Esses relatórios devem conter as informações detalhadas - naqueles itens aplicáveis - nos moldes do relatório final contido no Ofício Circular n. 062/2011: conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/index.htm, bem como deve haver menção ao período a que se referem. Para cada relatório, deve haver uma notificação separada. As informações contidas no relatório devem ater-se ao período correspondente e não a todo o período da pesquisa até aquele momento. Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas de forma clara e sucinta, identificando-se, por cor, negrito ou sublinhado, a parte do documento a ser modificada, isto é, além de Apresentar o resumo das alterações, juntamente com a justificativa, é necessário destacá-las no decorrer do texto (item 2.2.H.1, da Norma Operacional CNS nº 001 de 2013). Pesquisador: Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e no termo de consentimento livre e esclarecido, para análise das mudanças. Informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa; Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2169417.pdf	17/07/2023 14:00:13		Aceito
Declaração do Patrocinador	Declaracao_de_isencaoo_de_custos.pdf	17/07/2023 13:59:50	Alexandre Batista da Costa Neto	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	05_Modelo_TCLE_CEP_RIO_DISTVERTICE.docx	13/07/2023 10:40:45	Alexandre Batista da Costa Neto	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_Vertex_Distance.docx	13/07/2023 10:39:46	Alexandre Batista da Costa Neto	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia_VERTEXassinada.pdf	26/06/2023 20:19:25	Alexandre Batista da Costa Neto	Aceito
Cronograma	Cronograma_VERTEX.pdf	26/06/2023 15:25:37	Alexandre Batista da Costa Neto	Aceito
Orçamento	OrcamentoVERTEX.pdf	26/06/2023 15:22:36	Alexandre Batista da Costa Neto	Aceito
Folha de Rosto	Folha_Assinada_2606.pdf	26/06/2023 15:17:12	Alexandre Batista da Costa Neto	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RIO DE JANEIRO, 29 de Agosto de 2023

Assinado por:
WILLE OIGMAN
(Coordenador(a))