

# Estudo Clínico MiYOSMART

Estudo de acompanhamento de 6 anos



**HOYA**  
FOR THE VISIONARIES

# Estudo Clínico MIYOSMART

**Efeito de controle de miopia a longo  
prazo e segurança em crianças que  
usam lentes de óculos DIMS  
por 6 anos**



**HOYA**  
FOR THE VISIONARIES

Carly Siu Yin Lam<sup>1,2</sup>, Wing Chun Tang<sup>1</sup>, Han Yu Zhang<sup>1,6</sup>, Paul H. Lee<sup>3</sup>, Dennis Yan Yin Tse<sup>1,2</sup>, Hua Qi<sup>4</sup>, Natalia Vlasak<sup>5</sup> & Chi Ho To<sup>1,2</sup>



## OPEN ACCESS

► Additional material is published online only. To view please visit the journal online (<http://dx.doi.org/10.1136/bjophthalmol-2020-317664>).

<sup>1</sup>Centre for Myopia Research, School of Optometry, The Hong Kong Polytechnic University, Kowloon, Hong Kong

<sup>2</sup>Centre for Eye and Vision Research (CEVR), Hong Kong, Hong Kong

<sup>3</sup>School of Nursing, The Hong Kong Polytechnic University, Kowloon, Hong Kong

<sup>4</sup>Technical Research & Development Department, Hoya Corporation Vision Care Section, Shinjuku-ku, Tokyo, Japan

### Correspondence to

Professor Carly SY Lam, Centre for Myopia Research, School of Optometry, The Hong Kong Polytechnic University, Kowloon, Hong Kong; [carly.lam@polyu.edu.hk](mailto:carly.lam@polyu.edu.hk)

Received 4 August 2020  
Revised 8 February 2021  
Accepted 20 February 2021



Check for updates

© Author(s) (or their employer(s)) 2021. Re-use permitted under CC BY-NC. No commercial re-use. See rights and permissions. Published by BMJ.

**To cite:** Lam CSY, Tang WC, Lee PH, et al. Br J Ophthalmol Epub ahead of print: [please include Day Month Year]. doi:10.1136/bjophthalmol-2020-317664

Este estudo avaliou o efeito de controle de miopia e segurança a longo prazo em crianças que usam lentes de óculos DIMS (Defocus Incorporated Multiple Segments). Os participantes que completaram o RCT de 2 anos foram acompanhados por um total de 6 anos; suas refrações com cicloplegia e comprimento axial foram medidos. O Grupo 1 (n = 36) usou óculos DIMS durante 6 anos; o Grupo 2 (n = 14) usou lentes DIMS durante os primeiros 3,5 anos e depois óculos VS; o Grupo 3 (n = 22) usou óculos VS nos primeiros 2 anos e mudou para DIMS; o Grupo 4 (n = 18) usou óculos VS nos primeiros 2 anos, mudou para DIMS durante 1,5 anos e depois voltou a usar óculos VS. O Grupo 1 não mostrou diferenças significativas na progressão da miopia ( $-0,52 \pm 0,66$  vs.  $-0,40 \pm 0,72$ D) e alongamento axial ( $0,32 \pm 0,26$  vs.  $0,28 \pm 0,28$  mm, ambos  $p > 0,05$ ) entre o primeiro e o último 3 anos. Nos últimos 2,5 anos, os grupos de lentes DIMS (Grupos 1 e 3) tiveram menos progressão da miopia e alongamento axial do que os grupos de visão simples (Grupos 2 e 4). Não houve evidência de recuperação após a interrupção do tratamento. As funções visuais pós-uso em todos os grupos estavam dentro das normas. Os resultados evidenciaram que as lentes DIMS proporcionaram um controle sustentado da miopia sem efeitos adversos durante o período de estudo de 6 anos. Registro de ensaios: [clinicaltrials.gov](https://clinicaltrials.gov); NCT02206217.

A miopia é agora uma preocupação alarmante em todo o mundo, pois estima-se que terá impacto sobre mais da metade da população mundial até 2050<sup>1</sup>. A prevalência de miopia alta ( $> 5,00$ D ou maior<sup>2,3</sup>) deve aumentar de 3% atualmente para 10% da população míope até 2050<sup>1</sup>. A miopia alta está associada a um risco maior de patologias que ameaçam a visão<sup>2</sup>, como a degeneração macular miópica, que é uma das principais causas de baixa visão e cegueira em diferentes países, como as regiões europeias e a China<sup>4,5</sup>. Assim, a alta prevalência da miopia traz problemas significativos de saúde pública e socioeconômicos<sup>7</sup>.

Diferentes estratégias têm sido sugeridas para atrasar o início da miopia e desacelerar a progressão da miopia nas crianças. Atropina é uma das drogas populares usadas para controlar a progressão da miopia infantil e tem mostrado a maior eficácia entre os diferentes remédios<sup>8</sup>. Ensaios clínicos recentes indicaram que gotas de atropina de baixa concentração (0,01%) também obtiveram efeitos modestos de tratamento com baixa recuperação da miopia e efeitos colaterais mínimos<sup>9-11</sup>. Para intervenções óticas, ortoceratologia<sup>12-14</sup>, algumas lentes de óculos<sup>15,16</sup> e lentes de contato gelatinosas<sup>17-19</sup> são projetadas especialmente para impor o desfocamento miópico na retina e têm demonstrado reduções promissoras na taxa de progressão da miopia e do crescimento dos olhos.

A lente de óculos DIMS (Defocus Incorporated Multiple Segments) foi projetada para controlar a miopia impondo o defocus miópico com o princípio da correção simultânea. Ela é uma lente de óculos de foco duplo que consiste em uma zona ótica central para corrigir o erro de refração de distância, e um lote de pequenos segmentos circulares de + 3,50D igualmente distribuídos em toda a área periférica média em um padrão favo de mel<sup>15</sup>. Assim, a lente de óculos DIMS introduz o defocus miópico e proporciona uma visão clara para o usuário simultaneamente em todas as distâncias. O ensaio randomizado controlado (RCT) de 2 anos com dupla marcação revelou que o uso das lentes de óculos DIMS poderia desacelerar significativamente a progressão da miopia infantil em 0,44D e o alongamento axial em 0,34 mm em comparação com o uso regular das lentes de óculos com visão simples (VS) durante o período de avaliação<sup>15</sup>. No terceiro ano, as crianças do grupo de tratamento continuaram a usar óculos DIMS (grupo DIMS), e os resultados mostraram que o efeito de desaceleração na progressão da miopia se manteve durante 3 anos<sup>20</sup>. Por outro lado, as crianças do grupo de controle mudaram para o uso de lentes DIMS devido a preocupações éticas (grupo Controle-para-DIMS). Sua progressão de miopia e alongamento axial no terceiro ano foram reduzidos significativamente em comparação ao primeiro e segundo anos.

Assim, um bom efeito de controle de miopia foi mostrado em crianças quando elas mudaram o uso de lentes de óculos VS para DIMS. Entretanto, o efeito do tratamento a longo prazo e a segurança com óculos DIMS eram incertos. Este estudo teve como objetivo monitorar o erro refrativo e o comprimento axial (AL), bem como a segurança das crianças que usaram lentes de óculos DIMS durante 6 anos e determinar se o uso da lente de óculos DIMS desacelerou a progressão da miopia e o alongamento axial ao longo deste período. Este estudo também determina o efeito de parar o uso das lentes de óculos DIMS e as mudanças no erro de refração e crescimento axial nas crianças que voltaram a usar lentes de óculos VS. Também avaliamos quaisquer efeitos de recuperação após a descontinuação do uso das lentes de óculos DIMS.

## Materiais e métodos

### Participantes e desenho do estudo.

As crianças de etnia chinesa de Hong Kong que completaram tanto o RCT<sup>15</sup> de 2 anos como o estudo do 3º ano de lentes de óculos DIMS<sup>20</sup> foram convidadas a participar deste estudo de acompanhamento. Um exame compreensivo dos olhos e a coleta de dados oculares relacionados foram realizados por mais de 6 anos após o início do RCT inicial. Foi perguntado aos participantes que tipos de lentes óticas e intervenções de miopia estavam utilizando. As crianças que mudaram para outros métodos de controle de miopia ou tiveram qualquer anomalia ocular foram excluídas deste estudo.

Havia a intenção de visitas de acompanhamento contínuas com intervalos de 6 meses após o 3º ano; entretanto, o campus universitário foi fechado devido a eventos sociais inesperados e a pandemia da COVID também irrompeu, e todas as crianças foram liberadas do estudo em 3,5 anos. As crianças e os pais foram aconselhados a optar pelo uso de lentes de óculos de sua escolha. Quaisquer atividades de acompanhamento e coleta de dados não poderiam ser realizadas até maio de 2020. As crianças foram convidadas para o sexto ano de acompanhamento, independentemente de sua escolha atual de lentes de óculos (DIMS ou VS). A coleta de dados foi concluída em outubro de 2021.

Os participantes foram divididos em 4 grupos (eTabela 1). O Grupo 1 usava óculos DIMS de 0 a 6 anos; o Grupo 2 usava óculos DIMS de 0 a 3,5 anos e mudou para óculos VS depois; o Grupo 3 usava óculos VS nos primeiros 2 anos e mudou para óculos DIMS depois; o Grupo 4 usava óculos VS nos primeiros 2 anos, mudou para óculos DIMS por 1,5 anos e depois mudou para óculos VS novamente. As mudanças na refração equivalente esférica (SER) e AL ao longo de 6 anos foram analisadas e comparadas.

### Procedimentos de estudo e coleta de dados.

Como para a RCT anterior da lente de óculos DIMS, toda a coleta de dados foi realizada no Centro de Pesquisa da Miopia, a Universidade Politécnica de Hong Kong. Todos os procedimentos do estudo seguiram os princípios da Declaração de Helsinque. Este estudo foi aprovado pelo Subcomitê de Ética de Assuntos Humanos da Universidade Politécnica de Hong Kong (HSEARS20191008002) antes do início do estudo. O consentimento por escrito e o consentimento informado foram obtidos das crianças e de seus pais após explicações sobre a natureza e as possíveis consequências do estudo. Os resultados primários e secundários foram mudanças SER (D) e AL (mm). Os procedimentos de coleta de dados seguiram os dos ensaios anteriores das lentes DIMS. SER foi medido por autorrefração com cicloplegia usando um autorrefrator de campo aberto (Shin-Nippon NVision-K5001, Ajinomoto Trading Inc.), enquanto a AL foi medida por interferometria de coerência parcial usando um IOL Master (Carl Zeiss Meditec). Uma gota de Alcaína a 0,5% e depois foram instiladas de 1 a 2 gotas de cloridrato de ciclopentolato a 1% para induzir a cicloplegia. Uma média de cinco medidas de autorrefração e AL para cada olho foram usadas para análise de dados.

Outras medidas, como distância e acuidades visuais próximas (AV), distância e quase foria, estereocuidade e amplitude de acomodação (AA) foram realizadas quando as crianças estavam usando correção de distância total com base em refrações subjetivas não cíclicas.

## Análise estatística

O software de análise estatística SPSS, versão 26 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA), foi usado para análise de dados. Os meios e desvios padrão (DP) de todas as variáveis contínuas são apresentados, a menos que seja indicado o contrário. Somente dados dos olhos direitos foram apresentados. A progressão da miopia em 6 anos em cada grupo foi calculada como a diferença entre SER a 6 anos e a linha de base. A progressão cumulativa da miopia e o alongamento axial por 6 meses em 6 anos foram calculados. A tendência de mudanças em SER e AL foi traçada contra o tempo. As mudanças em SER ou AL entre 3,5 e 6 anos foram as diferenças entre SER ou AL na visita de 6 anos e a visita de 3,5 anos. As mudanças em SER e AL foram comparadas entre 4 grupos.

## Resultados

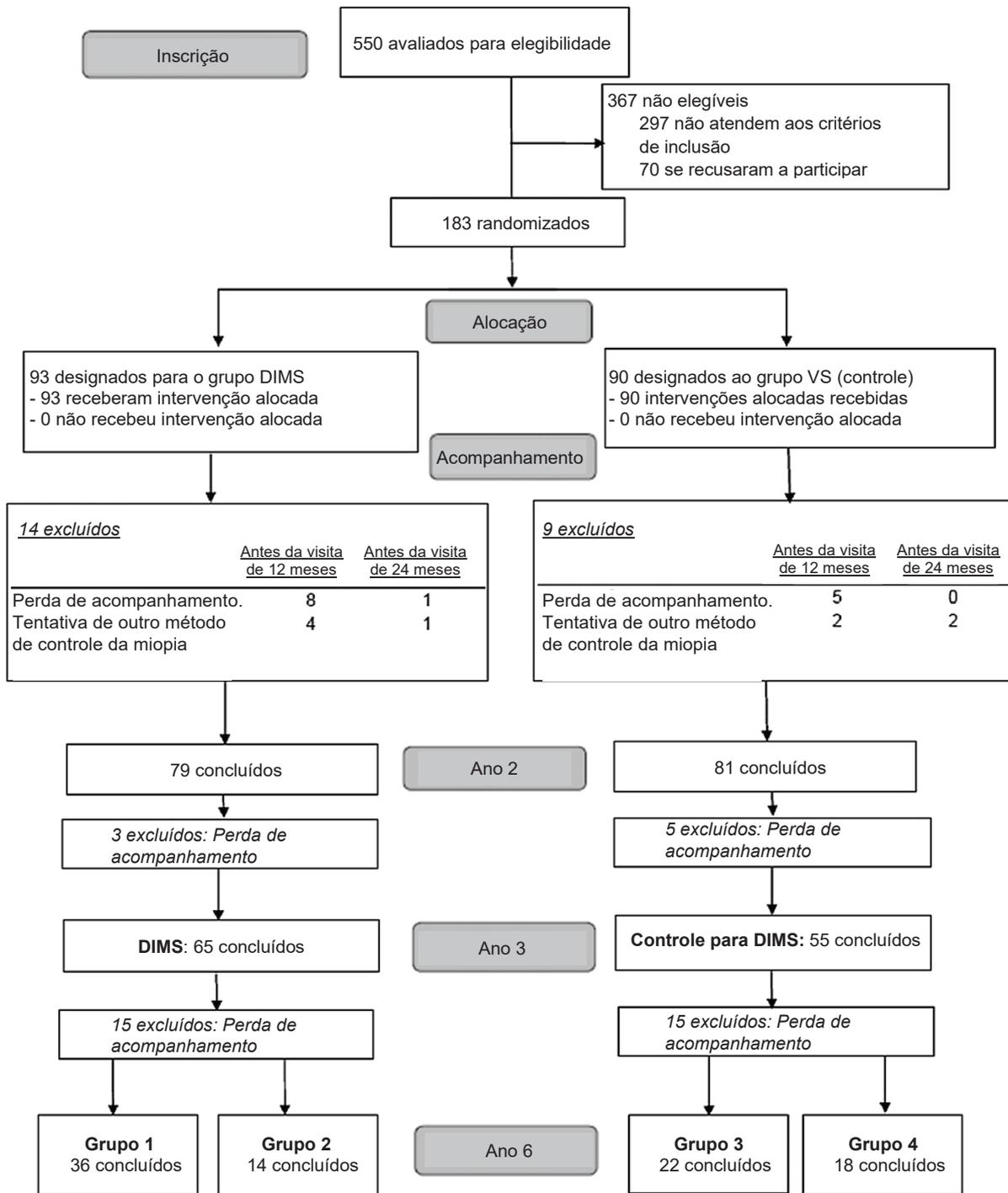
### Número de participantes e dados demográficos.

A Figura 1 mostra o número de participantes e as perdas de acompanhamento. 120 crianças que completaram o 3º ano de experiência (DIMS, n = 65; Controle-para-DIMS, n = 55) foram convidadas a participar deste estudo de acompanhamento. Um total de 92 crianças (77%) inscritas, e 28 (23%) não aderiram ou foram excluídas (eTabela 2). A maioria das crianças (n = 20) não estava disposta ou muito ocupada para voltar para um exame oftalmológico; 3 crianças estudaram no exterior e 4 crianças mudaram para outros métodos de controle de miopia (3 mudaram para ortoceratologia e 1 criança usou colírio atropina). Além disso, uma criança do grupo DIMS foi excluída por sofrer de doença ocular. Finalmente, 90 crianças completaram a coleta de dados de 6 anos.

A Tabela 1 resume os achados demográficos, SER médio e AL em diferentes visitas. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em idade, sexo, SER e AL na linha de base e no ano 3 (p > 0,05) entre os grupos. Todas as crianças usavam seus óculos diariamente em tempo integral (pelo menos 15 h/dia em média).

### Mudanças em SER e AL ao longo de 6 anos de uso de lentes de óculos DIMS.

A tabela 2 resume as mudanças médias enquanto a eTabela 3 resume as mudanças cumulativas em SER e AL da linha de base para 6 anos. As crianças do Grupo 1 (n = 36) apresentaram a menor progressão da miopia e alongamento axial que foram - 0,92 ± 1,15D (média ±DP) e 0,60 ±0,49 mm. O Grupo 1 manteve uma taxa semelhante de progressão da miopia ao longo de 6 anos



**Figura 1.** Fluxograma mostrando a alocação do tratamento e o número de participantes em diferentes estágios do estudo DIMS ao longo de 6 anos. Ambos os grupos DIMS e Controle-para-DIMS usaram lentes DIMS no ano 3. Grupo 1: usou lentes DIMS durante 6 anos, Grupo 2: usou lentes DIMS durante os primeiros 3,5 anos e óculos VS depois. Grupo 3: usou óculos VS nos primeiros 2 anos e mudou para DIMS, Grupo 4: usou óculos VS nos primeiros 2 anos e mudou para DIMS por 1,5 anos e depois voltou a usar óculos VS.

Média ± DP	Perda de acompanhamento (N = 15)	DIMS		Perda de acompanhamento (N = 15)	Controle-para-DIMS		P
		Grupo 1 (N = 36)	Grupo 2 (N = 14)		Grupo 3 (N = 22)	Grupo 4 (N = 18)	
Inscrição	10.80 ± 1.57	9.75 ± 1.42	10.21 ± 1.53	9.73 ± 1.61	10.50 ± 1.41	10.33 ± 1.71	0.11
Gênero, % (número)							
Masculino	60% (9)	47% (17)	79% (11)	60% (9)	45% (10)	50% (9)	0.38
Feminino	40% (6)	53% (19)	21% (3)	40% (6)	55% (12)	50% (9)	-
SER na linha de base (D)	-2.83 ± 0.98	-3.04 ± 0.89	-2.98 ± 1.13	-2.92 ± 0.91	<b>-2.68 ± 0.88</b>	<b>-2.65 ± 1.18</b>	0.68
SER em 2 anos (D)	-3.07 ± 0.83	-3.44 ± 1.02	-3.29 ± 1.15	-3.94 ± 1.15	<b>-3.67 ± 0.95</b>	<b>-3.24 ± 1.33</b>	0.09
SER em 3 anos (D)	-3.19 ± 0.86	-3.57 ± 1.08	-3.73 ± 1.30	-4.05 ± 1.34	-3.78 ± 1.19	-3.19 ± 1.47	0.25
SER aos 6 anos (D)	-	-3.96 ± 1.42	<b>-4.28 ± 1.15</b>	-	-3.92 ± 1.18	<b>-3.87 ± 1.53</b>	-
AL na linha de base (mm)	24.38 ± 0.90	24.68 ± 0.76	25.00 ± 0.80	24.59 ± 1.05	<b>24.62 ± 0.79</b>	<b>24.42 ± 0.86</b>	0.40
AL em 2 anos (mm)	24.54 ± 0.83	24.90 ± 0.77	25.20 ± 0.72	25.16 ± 1.15	<b>25.21 ± 0.89</b>	<b>24.80 ± 0.86</b>	0.11
AL em 3 anos (mm)	24.65 ± 0.84	25.00 ± 0.77	25.33 ± 0.76	25.28 ± 0.28	25.30 ± 0.95	24.83 ± 0.85	0.14
AL em 6 anos (mm)	-	25.28 ± 0.81	<b>25.71 ± 0.69</b>	-	25.43 ± 1.01	<b>25.14 ± 0.87</b>	-

**Tabela 1.** Resumo dos dados demográficos para as perdas de acompanhamento e as crianças que completaram o estudo de acompanhamento de 6 anos. Os números em negrito nas filas de SER e AL representam o tempo de uso de lentes de óculos VS e as figuras sem negrito representam o tempo de uso de lentes de óculos DIMS.

	DIMS		Controle-para-DIMS	
	Grupo 1 (N = 36)	Grupo 2 (N = 14)	Grupo 3 (N = 22)	Grupo 4 (N = 18)
Tempo/SER (D) ± DP				
6 meses	-0.11 ± 0.31	-0.14 ± 0.30	<b>-0.36 ± 0.31</b>	<b>-0.30 ± 0.38</b>
12 meses	-0.07 ± 0.29	-0.08 ± 0.28	<b>-0.22 ± 0.28</b>	<b>-0.08 ± 0.28</b>
18 meses	-0.11 ± 0.36	-0.03 ± 0.24	<b>-0.20 ± 0.25</b>	<b>-0.07 ± 0.31</b>
24 meses	-0.11 ± 0.31	-0.05 ± 0.23	<b>-0.22 ± 0.22</b>	<b>-0.14 ± 0.36</b>
30 meses	0.02 ± 0.28	-0.15 ± 0.29	-0.13 ± 0.31	-0.10 ± 0.23
36 meses	-0.15 ± 0.39	-0.29 ± 0.39	-0.02 ± 0.36	0.16 ± 0.41
42 meses	-0.12 ± 0.42	-0.08 ± 0.34	-0.00 ± 0.27	-0.07 ± 0.36
72 meses	-0.30 ± 0.65	<b>-0.48 ± 0.37</b>	-0.13 ± 0.42	<b>-0.63 ± 0.49</b>
Tempo/AL (mm) ± DP				
6 meses	0.03 ± 0.10	0.04 ± 0.12	<b>0.19 ± 0.08</b>	<b>0.15 ± 0.08</b>
12 meses	0.07 ± 0.07	0.06 ± 0.07	<b>0.13 ± 0.07</b>	<b>0.08 ± 0.09</b>
18 meses	0.04 ± 0.07	0.02 ± 0.11	<b>0.12 ± 0.07</b>	<b>0.08 ± 0.09</b>
24 meses	0.07 ± 0.06	0.07 ± 0.07	<b>0.10 ± 0.06</b>	<b>0.08 ± 0.08</b>
30 meses	0.05 ± 0.07	0.07 ± 0.07	0.08 ± 0.07	0.05 ± 0.05
36 meses	0.05 ± 0.06	0.06 ± 0.06	0.02 ± 0.09	-0.02 ± 0.08
42 meses	0.04 ± 0.07	0.07 ± 0.06	0.01 ± 0.10	0.01 ± 0.09
72 meses	0.25 ± 0.24	<b>0.31 ± 0.21</b>	0.12 ± 0.13	<b>0.30 ± 0.19</b>

**Tabela 2.** Mudanças na refração do equivalente cíclico esférico (SER) e no comprimento axial (AL) entre diferentes visitas nos Grupos 1-4. SER: refração equivalente esférica, D = dioptrias, AL: comprimento axial. Os números em negrito representam o tempo de uso de lentes de óculos VS e as figuras não arrojadas representam o tempo de uso de lentes de óculos DIMS.

(Fig. 2), e nenhuma diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) na progressão da miopia foi encontrada entre os primeiros 3 anos e 4 a 6 anos. A progressão da miopia nos primeiros 3 anos foi de  $-0,52 \pm 0,66D$  (taxa anual:  $-0,17D/ano$ ) enquanto a progressão entre 3 e 6 anos foi de  $-0,40 \pm 0,71D$  ( $-0,13D/ano$ ).

### Mudanças em SER e AL de 3,5 para 6 anos.

A Figura 3 mostra as mudanças em SER e AL entre 3,5 e 6 anos em diferentes grupos. O Grupo 3 mostrou a menor progressão de miopia e alongamento axial nos últimos 2,5 anos entre os grupos. Ambos os grupos de lentes DIMS (Grupo 1 e Grupo 3) tiveram menos progressão da miopia e alongamento axial do que os grupos de lentes de visão simples (Grupo 2 e Grupo 4). Entre os grupos que usam lentes DIMS, as crianças do Grupo 3 apresentaram nos últimos 2,5 anos uma progressão mais lenta da miopia e alongamento axial do que o Grupo 1, mas somente as mudanças de AL ( $0,13 \pm 0,46$  mm,  $p = 0,023$ ) apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Grupo 2 e O Grupo 4 teve mudanças similares na AL nos últimos 2,5 anos

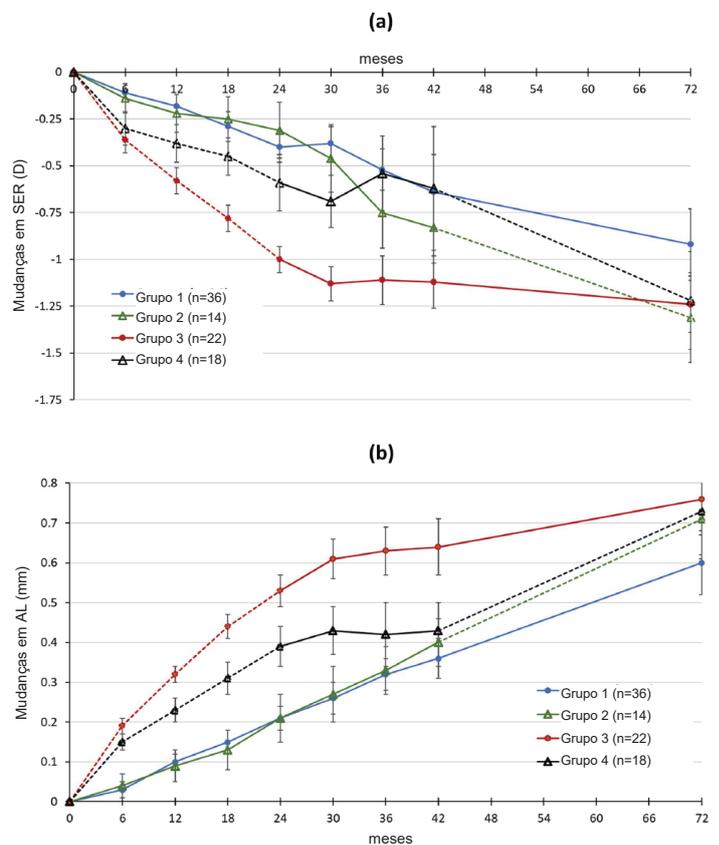


Figura 2. O erro médio e padrão de (a) progressão da miopia (mudanças em SER) e (b) alongamento axial (mudanças em AL) da linha de base para 6 anos para os Grupos 1-4. As linhas sólidas representam o tempo de uso de lentes de óculos DIMS e as linhas pontilhadas representam o tempo de uso de lentes de óculos de visão simples.

Embora o Grupo 4 exibisse uma evolução mais rápida da miopia (Tabela 2) do que o Grupo 2, as diferenças não foram estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ). A progressão da miopia e o alongamento axial entre 3,5 e 6 anos no Grupo 2 foram  $-0,48 \pm 0,37D$  ( $-0,19D/\text{ano}$ ) e  $0,31 \pm 0,21 \text{ mm}$  ( $0,12 \text{ mm}/\text{ano}$ ) e no Grupo 4 foram  $-0,63 \pm 0,49D$  ( $-0,25D/\text{ano}$ ) e  $0,30 \pm 0,19 \text{ mm}$  ( $0,12 \text{ mm}/\text{ano}$ ). Entretanto, tal quantidade de miopia no Grupo 2 e no Grupo 4 não indicou um efeito de rebote. Isto pode ser observado na duração do uso das lentes DIMS mostrando inclinação mais plana da progressão da miopia e alongamento axial, e a inclinação do uso das lentes de óculos VS nos últimos 2,5 anos não mostrou uma taxa de progressão mais rápida quando comparada com as dos 2 anos iniciais (Fig. 2). O efeito de tratamento das lentes de óculos DIMS foi mantido.

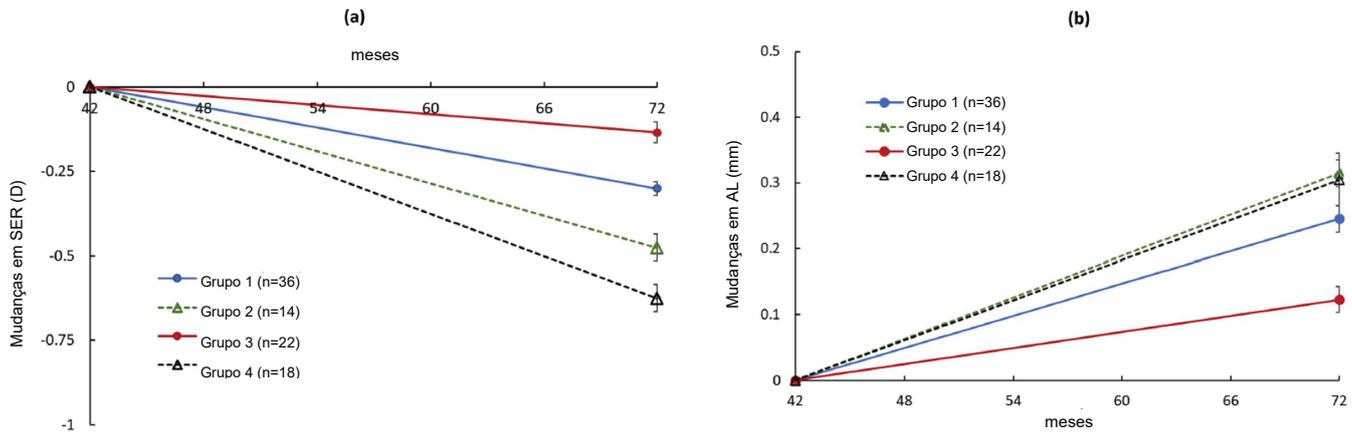


Figura 3. Mudanças em SER e AL entre 3,5 e 6 anos nos Grupos 1-4. As linhas sólidas representam o tempo de uso de lentes de óculos DIMS e as linhas pontilhadas representam o tempo de uso de lentes de óculos de visão simples.

### Progressão da miopia em indivíduos.

No Grupo 1 (eFigura 1) 8 das 36 crianças (22,2%) não tiveram nenhuma progressão míope ( $0 \text{ a } +0,50D$ ) durante 6 anos; 3 delas começaram a usar os óculos DIMS aos 9 anos, 2 aos 10 anos e 3 aos 11 ou 12 anos de idade. Cinco crianças mostraram  $0,25 \text{ a } 0,50D$  de redução de miopia. Doze crianças (33%) tiveram um alongamento axial inferior a  $0,3 \text{ mm}$  durante 6 anos ( $\sim 0,05 \text{ mm}/\text{ano}$ ). Uma pequena parcela das crianças teve respostas baixas ao tratamento, 8% tiveram mais de  $3,00D$  de progressão da miopia ( $0,50D/\text{ano}$  em média) e 11% tiveram mais de  $1,2 \text{ mm}$  de alongamento axial durante 6 anos ( $0,20 \text{ mm}/\text{ano}$ ).

### Efeito da idade sobre o efeito da desaceleração.

Tanto a progressão da miopia quanto o alongamento axial diminuíram com a idade para crianças do Grupo 1 (eFigura 2). eFigura 3 mostra as mudanças em SER e AL acima de 6 anos em diferentes faixas etárias, crianças mais velhas no início dos estudos ganharam melhor controle de miopia com lentes DIMS do que crianças mais novas. E a eTabela 4 mostra as mudanças médias em cada faixa etária.

### Funções visuais após 6 anos de uso da lente.

A tabela 3 mostra as funções visuais durante a visita de 6 anos. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os 4 grupos em AV melhor corrigido, distância e perto da foria, estereopsia e AA (teste Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Todos os resultados dos testes de função visual estavam dentro dos intervalos normais. O uso prolongado das lentes de óculos DIMS não causou nenhum efeito adverso sobre as funções visuais.

Média ± DP	Grupo 1 (n = 36)	Grupo 2 (n = 14)	Grupo 3 (n = 22)	Grupo 4 (n = 18)	Teste Kruskal-Wallis, P valor
BCVA (distância), Log MAR	$-0,09 \pm 0,16$	$-0,13 \pm 0,26$	$-0,12 \pm 0,20$	$-0,05 \pm 0,09$	0,53
Foria distância, A	$-1,36 \pm 2,00$	$-0,86 \pm 1,75$	$-1,45 \pm 1,82$	$-0,67 \pm 1,19$	0,46
Foria próxima, A	$-3,86 \pm 5,00$	$-3,86 \pm 3,46$	$-4,23 \pm 5,02$	$-2,72 \pm 3,97$	0,59
Estereacuidade, segundos de arco	$25,14 \pm 8,32$	$25,00 \pm 7,84$	$24,32 \pm 7,12$	$24,17 \pm 7,52$	0,94
Amplitude monocular de acomodação (olho direito), D	$17,06 \pm 3,06$	$15,64 \pm 2,79$	$16,49 \pm 2,74$	$16,21 \pm 2,88$	0,33
Binocular AA, D	$18,31 \pm 2,44$	$17,71 \pm 2,30$	$18,18 \pm 2,79$	$17,87 \pm 2,67$	0,61

Tabela 3. Funções visuais pós-teste.

## Discussão

Este estudo de mais de 6 anos (incluindo o seguimento de 2,5 anos) sobre o uso de lentes de óculos DIMS é um dos mais longos estudos de intervenção no controle da miopia. As crianças que usaram lentes DIMS durante 6 anos (Grupo 1) tiveram - 0,92D de progressão da miopia (-0,15D/ano) e 0,60 mm de alongamento axial (0,10 mm/ano). Não houve diferenças estatisticamente significativas na progressão da miopia durante os três primeiros anos e nos três anos seguintes. Embora a progressão da miopia abrande com a idade, era encorajador que o efeito de controle da miopia ainda se manifestasse ao longo dos 6 anos. Por outro lado, as crianças (Grupo 2 e Grupo 4) que interromperam o uso das lentes DIMS exibiram uma progressão mais rápida da miopia e alongamento axial em comparação com aquelas que mantiveram o uso das lentes DIMS (Grupo 1 e Grupo 3). Estas constatações sustentam que o efeito de controle da miopia foi mantido nos grupos de tratamento. Tanto o Grupo 1 como o Grupo 3 usaram óculos DIMS nos últimos 2,5 anos. As crianças do Grupo 3 usaram as lentes de tratamento por 4 anos (iniciado após 2 anos de RCT) e iniciaram o tratamento em uma idade maior, enquanto as do Grupo 1 usaram as lentes DIMS por 6 anos. Surpreendentemente, o Grupo 3 mostrou uma progressão mais lenta da miopia e um crescimento axial do que o Grupo 1.

Alguns RCTs de intervenções de miopia ótica relataram dados durante 3 anos<sup>13,18,19,21</sup>. Cheng et al.<sup>21</sup> descobriram que as crianças chinesas-canadenses que usavam bifocais executivos comuns e bifocais prismáticos mostraram - 1,25 ± 0,10D e - 1,01 ± 0,13D durante 3 anos, respectivamente, ou seja, as progressões da miopia foram cerca de 0,41D/ano e 0,34D/ano. Os resultados da progressão no DIMS usando crianças mostraram cerca de 56 a 63% menos do que elas. No entanto, as crianças daquele estudo tinham uma rápida progressão da miopia antes do início dos estudos. Um estudo de 5 anos indicou que a ortofonia pode efetivamente desacelerar o alongamento axial em crianças<sup>13</sup>. O alongamento durante 5 anos foi de 0,99 ± 0,47 mm para o grupo de ortoceratologia (0,20 mm/ano). Para lentes de contato gelatinosas, um estudo de 3 anos<sup>19</sup> relatou a progressão absoluta da miopia e o alongamento axial em crianças usando lentes de contato gelatinosas multifocais foi de -0,60D e 0,39 mm (0,20D/ano e 0,13 mm/ano).

Apenas um ensaio clínico foi relatado com dados ao longo de 6 anos<sup>22</sup>. As lentes de contato RCT da MiSight 1-day mostraram a progressão da miopia e o alongamento axial no grupo de tratamento foram - 0,51 ± 0,64D e 0,30 ± 0,27 mm (0,17D/ano e 0,1 mm/ano) durante os primeiros 3 anos<sup>11</sup>. As crianças que completaram o RCT de 3 anos foram designadas para usar as lentes de tratamento durante os outros 3 anos. O grupo de controle original mudou para usar as mesmas lentes de tratamento e exibiu uma redução significativa na progressão míope em relação ao uso das lentes de contato VS 1-day anterior. Os resultados indicaram que as crianças que continuaram a usar lentes de contato de foco duplo mostraram um efeito de controle de miopia sustentado por até 6 anos. O tratamento prévio nos primeiros 3 anos não afetou a eficácia do tratamento posterior (Tabela 4)<sup>22</sup>. Sua progressão média de miopia e alongamento axial foram - 0,92 ± 0,87D e 0,49 ± 0,39 mm, que foram comparáveis aos resultados das crianças que usaram as lentes DIMS continuamente durante 6 anos (- 0,92 ± 1,15D e 0,60 ± 0,49 mm). Seu estudo foi realizado em centros múltiplos, incluindo crianças de diferentes etnias, enquanto nosso estudo incluiu apenas crianças de etnia chinesa. Isto pode indicar que a raça das crianças pode não ser um fator para influenciar a eficácia do controle da miopia. Bullimore et al.<sup>23</sup> avaliaram os resultados de diferentes estudos sobre o controle da miopia e também sugeriram que não importa qual seja a raça das crianças, o benefício de qualquer tratamento de controle de miopia parece ser o mesmo.

Embora os tratamentos de controle de miopia sejam eficazes, há uma preocupação com um efeito de recuperação que é uma progressão acelerada da miopia ou crescimento dos olhos após a interrupção do tratamento, em comparação com as crianças não tratadas de idades semelhantes, a ponto de neutralizar o efeito de controle de miopia anterior<sup>24</sup>. A maioria dos estudos investigou a presença de qualquer efeito de rebote após a interrupção do tratamento de 6 a 12 meses. Este estudo é o primeiro estudo a observar a taxa de progressão da miopia ao longo de 2,5 anos após a descontinuação do controle da miopia. Nossos resultados revelaram que a progressão média da miopia e o alongamento axial foram de cerca de 0,22D/ano e 0,12 mm/ano após a interrupção do uso das lentes DIMS (combinando o Grupo 2 e o Grupo 4), e tal quantidade de progressão da miopia foi clinicamente insignificante em comparação com crianças na mesma faixa etária

Lentes de controle de miopia	SER muda Média ± DP (D)		AL muda Média ± DP (mm)	
	primeiros 3 anos	3 a 6 anos	primeiros 3 anos	3 a 6 anos
Lentes de contato de duplo foco <sup>22</sup>	- 0.52 ± 0.64	- 0.45 ± 0.41	0.30 ± 0.28	0.22 ± 0.17
Lente de óculos DIMS	- 0.52 ± 0.66	- 0.40 ± 0.72	0.32 ± 0.26	0.28 ± 0.28

Tabela 4. Comparação de SER e AL muda com uma lente de contato de duplo foco.

Assim, concluímos que não havia evidência de um efeito de rebote. Da mesma forma, as lentes de contato MiSight<sup>26</sup> e as lentes adicionais progressivas<sup>29</sup> apresentaram um recuo míope insignificante após a troca para lentes de contato VS e óculos VS por um ano, respectivamente. Por outro lado, a descontinuação da atropina de alta dose (> 0,1%)<sup>30</sup> levou a mais de 0,1 mm de alongamento axial do que os grupos de controle durante um ano, e a descontinuação das lentes de ortoceratologia<sup>31</sup> levou a mais de 0,07 mm de alongamento axial do que o uso de lentes de óculos VS durante 6 meses. A razão para a recuperação míope nestes métodos não é clara. Por outro lado, o sinal de desfocagem míope de dispositivos óticos, tais como lentes de óculos DIMS e lentes de contato de duplo foco, parece ser relativamente estável na resistência ao efeito rebote.

Fan et al.<sup>32</sup> relataram que a taxa média de progressão da miopia em Hong Kong para crianças de 5 a 16 anos de idade foi de - 0,63 D/ano. Sankariidurg et al.<sup>26</sup> e Donovan et al.<sup>27</sup> revisaram extensivamente os estudos epidemiológicos anteriores sobre a prevalência da miopia e construíram uma equação para estimar a taxa anual de progressão da miopia em crianças asiáticas (eTabela 5). Ambos os estudos indicaram que quanto mais jovem a idade, maior a progressão da miopia. O modelo quadrático absurdo de Donovan previu que a progressão da miopia não diminui, mas continua a acelerar aos 15 anos de idade<sup>27</sup>. Em nosso estudo, todos os subgrupos etários do Grupo 1 mostraram uma taxa anual de progressão da miopia mais lenta do que a taxa desses estudos. Um estudo sobre crianças europeias estimou a progressão anual da miopia em - 0,50 D para a idade inferior a 10 anos e - 0,38 D para a idade de 10 a 12 anos<sup>33</sup>. A progressão média anual da miopia no grupo puramente DIMS (Grupo 1: - 0,15D) foi muito menor do que as populações gerais de crianças com etnia semelhante e de europeus em idades semelhantes.

Semelhante aos primeiros 3 anos<sup>15,20</sup>, os resultados de 6 anos do Grupo 1 também indicaram que as crianças mais velhas pareciam exibir um melhor efeito de tratamento com o uso das lentes de óculos DIMS. Crianças com uma idade básica de 10 a 13 anos não tiveram quase nenhuma progressão de miopia e menos de 0,08 mm/ano de alongamento axial aos 42 a 72 meses (eFigura 3) e esta quantidade de alongamento axial tem sido sugerida como sendo o crescimento fisiológico do olho<sup>34,35</sup>. A idade tem sido documentada como um fator associado à progressão da miopia<sup>25</sup>. Assim, o controle da miopia usando lentes de óculos DIMS poderia desacelerar a progressão mais rápida da miopia na primeira infância e depois manter quase nenhuma progressão da miopia nos últimos estágios de sua infância.

Uma recente revisão dos estudos de controle de miopia indicou que a idade não é um fator que afeta a eficácia da modalidade de controle de miopia<sup>36</sup>. Entretanto, nosso estudo descobriu que as crianças mais velhas progrediram mais lentamente que as mais novas. eFigura 3 mostra o progresso da miopia dos usuários de lentes DIMS de cada faixa etária desde a linha de base até os 6 anos. O grupo de 8 anos sempre mostrou mais progressão da miopia e alongamento axial. Nos 42 a 72 meses, a progressão míope no grupo de 8 anos ainda era mais rápida do que em outras faixas etárias. Discutimos esta observação em duas publicações<sup>37,38</sup> que a refração periférica relativa (RPR) no início do tratamento tem algum impacto nos resultados do controle da miopia. A maioria das crianças com idade inferior (8 anos) na RCT de 2 anos de lentes DIMS tinha RPR míope na linha de base<sup>37,38</sup>. Eles mostraram menos efeitos de controle de miopia em comparação com os outros grupos etários que tinham RPR hipermetrópe de linha de base e este impacto continua até a idade mais avançada, apesar da continuação com lentes de tratamento. Uma possível explicação para a variação na eficácia do controle da miopia entre as idades poderia ser devido à interação do perfil RPR e o desfocamento imposto da miopia durante o tratamento. O efeito de controle da miopia depende do contrapeso do desfoco hiperópico do olho pelo desfoco míopico da lente DIMS. A situação ideal é mudar o desfoco hiperópico do olho para se tornar um desfoco míopico. Crianças míopes com RPR míope quando combinadas com o desfoco míope de + 3,5D da lente de tratamento podem estar recebendo muito desfoco míope na retina periférica média, e esta situação pode resultar em uma imagem periférica mais embaçada e tal embaçamento pode estar além do limiar de detecção do sinal, e o controle da miopia seria, portanto, menos eficaz nesta faixa etária<sup>37,38</sup>. Da mesma forma, os Grupos 3 e 4 começaram a usar lentes DIMS aos 24 meses, estes dois grupos mostraram melhor controle de miopia do que o Grupo 1.

Também poderia estar relacionado ao perfil RPR dos Grupos 3 e 4, tendo mais RPR hipermetrópe do que o Grupo 1, que mostraram ter mais RPR míope no início do tratamento (eTabela 6 a,b,c). A partir destas descobertas, esperamos que possa haver um limite para a quantidade de desfocagem míope imposta que poderia desacelerar o crescimento dos olhos e a progressão da miopia. E isto é incomum na pesquisa da miopia animal<sup>37,38</sup>. Além disso, as crianças das faixas etárias mais velhas tornaram-se maiores de 16 anos durante esse período, e sua miopia pode ter se tornado mais estável de acordo com o desenvolvimento normal dos olhos.

Havia algumas limitações neste estudo. Primeiro, as crianças selecionaram elas mesmas suas escolhas de uso de lentes de óculos nos últimos 2,5 anos, de modo que houve quatro grupos separados com diferentes combinações de óculos durante os 6 anos. Portanto, o estudo não foi randomizado e teve um viés de seleção. Entretanto, ele se beneficiou da comparação da tendência de progressão da miopia nos grupos de tratamento com os grupos que pararam o uso das lentes DIMS nos últimos 2,5 anos. Em segundo lugar, devido a várias razões, não foi possível continuar com o monitoramento a cada 6 meses e o estudo foi interrompido até três anos e meio após o início do estudo. Além disso, o tamanho da amostra em cada grupo tornou-se menor, e a taxa de uso (25%) foi relativamente alta devido ao longo período de acompanhamento e à pandemia inesperada da COVID, o que causou relutância de muitos participantes em integrar novamente a pesquisa. Entretanto, acreditamos ser uma limitação menor, pois a comparação entre as desistências e aqueles que completaram o estudo de 6 anos não mostrou diferenças substanciais (Tabela 1).

Além disso, os Grupos 3 e 4 mostraram diferenças na taxa de progressão da miopia (Fig. 2) nos primeiros 2 anos. Ambos os grupos usavam óculos VS nos 2 anos de RCT e se esperava que tivessem uma tendência semelhante nas mudanças de SER e AL. Pode haver outras diferenças sutis e desmedidas entre esses dois grupos, de modo que tais diferenças limitam a comparação e interpretação do efeito subsequente nos últimos 2,5 anos. Ao considerar o efeito de rebote, extrapolamos a tendência de progressão do grupo de controle original nos 2 anos RCT e descobrimos que quando as crianças pararam de usar as lentes DIMS e voltaram a usar lentes de visão simples e não houve nenhuma mudança brusca na taxa de progressão da miopia (comparando as inclinações dos primeiros 2 anos de controle RCT com os últimos 2,5 anos de uso de lentes de visão simples). Ao avaliar o efeito de repercussão, os dados da progressão natural da miopia para pessoas que não são controladas, ideais para a idade e SER devem ser usados para comparação. Entretanto, os atuais participantes de todos os quatro grupos receberam certos graus de intervenção, de modo que seus dados nos anos 3,5 a 6 não puderam ser tratados como controle. Com apenas dados preliminares de um único grupo, embora haja uma sugestão de que não há efeito de rebote, são necessários mais estudos com amostras maiores para confirmar esta observação.

### Conclusões

Nosso estudo demonstrou que as lentes para óculos DIMS proporcionaram um efeito sustentado de diminuição da progressão da miopia e alongamento axial em crianças míopes que usavam lentes DIMS por até 6 anos. Por outro lado, as crianças que interromperam o tratamento não apresentaram evidência de um efeito de rebote. As descobertas das funções visuais indicaram que o uso de lentes de óculos DIMS a longo prazo não mostrou nenhum efeito adverso, concluímos que as lentes de óculos DIMS são seguras para serem usadas como uma intervenção clínica para o controle da miopia infantil.

### Disponibilidade de dados

Os conjuntos de dados utilizados e/ou analisados durante o estudo atual estão disponíveis junto ao autor correspondente mediante solicitação razoável.

Recebido: 29 de novembro de 2022; Aceito: 31 de março de 2023

Publicado online: 04 de abril de 2023

<sup>1</sup>Centro de Pesquisa da Miopia, Escola de Optometria, Universidade Politécnica de Hong Kong, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong. <sup>2</sup>Centre for Eye and Vision Research, Sha Tin, Hong Kong. <sup>3</sup>Southampton Clinical Trials Unit, University of Southampton, Southampton, UK. <sup>4</sup>Technical Research and Development Department, Hoya Vision Care, Tóquio, Japão. <sup>5</sup>Technical Research and Development Department, Hoya Vision Care, Amsterdam, The Netherlands. <sup>6</sup>Escolade Medicina, Universidade Nankai, Tianjin, China. email: carly.lam@polyu.edu.hk

## Referências

- Holden, B. A. et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* 123(5), 1036-1042 (2016).
- IAPB: WHO - Global initiative for the elimination of blindness. <https://www.iapb.org/resources/who-global-initiative-for-the-elimination-of-blindness/> (cited on 5th May 2020)
- Flitcroft, D. I. et al. IMI—Defining and classifying myopia: A proposed set of standards for clinical and epidemiologic studies. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 60, M20-30 (2019).
- Tideman, J. W. et al. Association of axial length with risk of uncorrectable visual impairment for Europeans with myopia. *JAMA Ophthalmol.* 134, 1355-1363 (2016).
- Tang, Y. et al. Prevalence and causes of visual impairment in a Chinese adult population: The Taizhou Eye Study. *Ophthalmology* 122, 1480-1488 (2015).
- Dolgin, E. The myopia boom. *Nature* 519, 276-278 (2015).
- Morgan, I. G., Ohno-Matsui, K. & Saw, S. M. Myopia. *The Lancet* 379, 1739-1748 (2012).
- Chua, W. H. et al. Atropine for the treatment of childhood myopia. *Ophthalmology* 113, 2285-2291 (2006).
- Chia, A., Lu, Q. S. & Tan, D. (ATOM-2) five-year clinical trial on Atropine for the treatment of Myopia 2: Myopia control with atropine 0.01% eyedrops. *Ophthalmology* 123, 391-399 (2016).
- Clark, T. Y. & Clark, R. A. Atropine 0.01% Eyedrops significantly reduce the progression of childhood myopia. *J. Ocul. Pharmacol. Ther.* 31, 541-545 (2015).
- Yam, J. C. et al. Low-concentration atropine for myopia progression (LAMP) study: A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial of 0.05%, 0.025%, and 0.01% atropine eye drops in myopia control. *Ophthalmology* 126, 113-124 (2019).
- Cho, P. & Cheung, S. W. Retardation of myopia in orthokeratology (ROMIO) study: A 2-year randomized clinical trial. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 53, 7077-7085 (2012).
- Hiraoka, T. et al. Long-term effect of overnight orthokeratology on axial length elongation in childhood myopia: A 5-year follow-up study. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 53, 3913-3919 (2012).
- Santodomingo-Rubido, J. et al. Myopia control with orthokeratology contact lenses in Spain: Refractive and biometric changes. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 53, 5060-5065 (2012).
- Lam, C. S. Y. et al. Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression: A 2-year randomised clinical trial. *Br. J. Ophthalmol.* 104, 363-368 (2020).
- Bao, J. et al. Spectacle lenses with aspherical lenslets for myopia control versus single-vision spectacle lenses: A randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol.* 140(5), 472-478 (2022).
- Lam, C. S. et al. Defocus incorporated soft contact (DISC) lens slows myopia progression in Hong Kong Chinese schoolchildren: A 2-year randomized clinical trial. *Br. J. Ophthalmol.* 98, 40-45 (2014).
- Chamberlain, P. et al. A 3-year randomized clinical trial of MiSight lenses for myopia control. *Optom. Vis. Sci.* 96, 556-567 (2019).
- Walline, J. J. et al. BLINK Study Group. Effect of high add power, medium add power, or single-vision contact lenses on Myopia progression in children: The BLINK randomized clinical trial. *JAMA* 24, 571-580 (2020).
- Lam, C. S. et al. Myopia control effect of defocus incorporated multiple segments (DIMS) spectacle lens in Chinese children: Results of a 3-year follow-up study. *Br. J. Ophthalmol.* 106, 1110-1114 (2022).
- Cheng, D. et al. Effect of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopia progression in children: Three-year results of a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol.* 132, 258-264 (2014).
- Chamberlain, P. et al. Long-term effect of dual-focus contact lenses on myopia progression in children: A 6-year multicenter clinical trial. *Optom. Vis. Sci.* 99, 204-212 (2022).
- Bullimore, M. A. & Brennan, N. A. Efficacy in Myopia control: Does race matter?. *Optom. Vis. Sci.* 100, 5-8 (2023).
- Wolffsohn, J. S. et al. IMI—Clinical Myopia control trials and instrumentation report. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 60, M132-M160 (2019).
- Ducloux, A. et al. Progression of myopia in teenagers and adults: A nationwide longitudinal study of a prevalent cohort. *Br. J. Ophthalmol.* <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2021-319568> (2021).
- Sankaridurg, P. et al. An annual rate of myopic progression model for Asian children. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 55, 3629 (2014).
- Donovan, L. et al. Myopia progression rates in urban children wearing single-vision spectacles. *Optom. Vis. Sci.* 89, 27-32 (2012).
- Chamberlain, P. et al. Myopia progression on cessation of dual-focus contact lens wear: MiSight 1 day 7-year findings. *Optom. Vis. Sci.* 98, E-abstract 210049 (2021).
- Berntsen, D. A. et al. A randomized trial using progressive addition lenses to evaluate theories of myopia progression in children with a high lag of accommodation. *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.* 53, 640-649 (2012).
- Tong, L. et al. Atropine for the treatment of childhood myopia: Effect on myopia progression after cessation of atropine. *Ophthalmology* 116, 572-579 (2009).
- Cho, P. & Cheung, S. W. Discontinuation of orthokeratology on eyeball elongation (DOEE). *Cont. Lens. Anterior. Eye.* 40, 82-87 (2017).
- Fan, D. S. et al. Prevalence, incidence, and progression of myopia of school children in Hong Kong. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 45, 1071-1075 (2004).
- Polling, J. R., Klaver, C. & Tideman, J. W. Myopia progression from wearing first glasses to adult age: The DREAM Study. *Br. J. Ophthalmol.* 106, 820-824 (2022).
- Mutti, D. O. et al. Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 48, 2510-2519 (2007).
- Zhou, W. J. et al. Five-year progression of refractive errors and incidence of Myopia in school-aged children in western China. *J Epidemiol.* 26, 386-395 (2016).
- Brennan, N. A. et al. Efficacy in myopia control. *Prog. Retin. Eye. Res.* 83, 100923 (2021).
- Zhang, H. et al. Myopia control effect is influenced by baseline relative peripheral refraction in children wearing Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses. *J. Clin. Med.* 11, 2294 (2022).
- Zhang, H. Y. et al. Defocus incorporated multiple segments spectacle lenses changed the relative peripheral refraction: A 2-year randomized clinical trial. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 61, 53 (2020).

## Agradecimentos

Este foi um estudo de pesquisa colaborativa com a Hoya Corporation (Tóquio, Japão), apoiado por seus financiamentos H-ZGAB e bolsas PolyU: 848K, RUQT e apoio financeiro da iniciativa InnoHK e do Governo da Região Administrativa Especial de Hong Kong. A Hoya também fabricou lentes para óculos e forneceu armações. Os autores agradecem a Yee Mui Kwok pela ligação com os pais e pela entrada de dados.

## Contribuições dos autores

C.L., W.C.T. e H.Y.Z. escreveram o texto principal do manuscrito. C.L. e W.C.T. prepararam todas as figuras e tabelas. Todos os autores revisaram o manuscrito.

## Interesses concorrentes

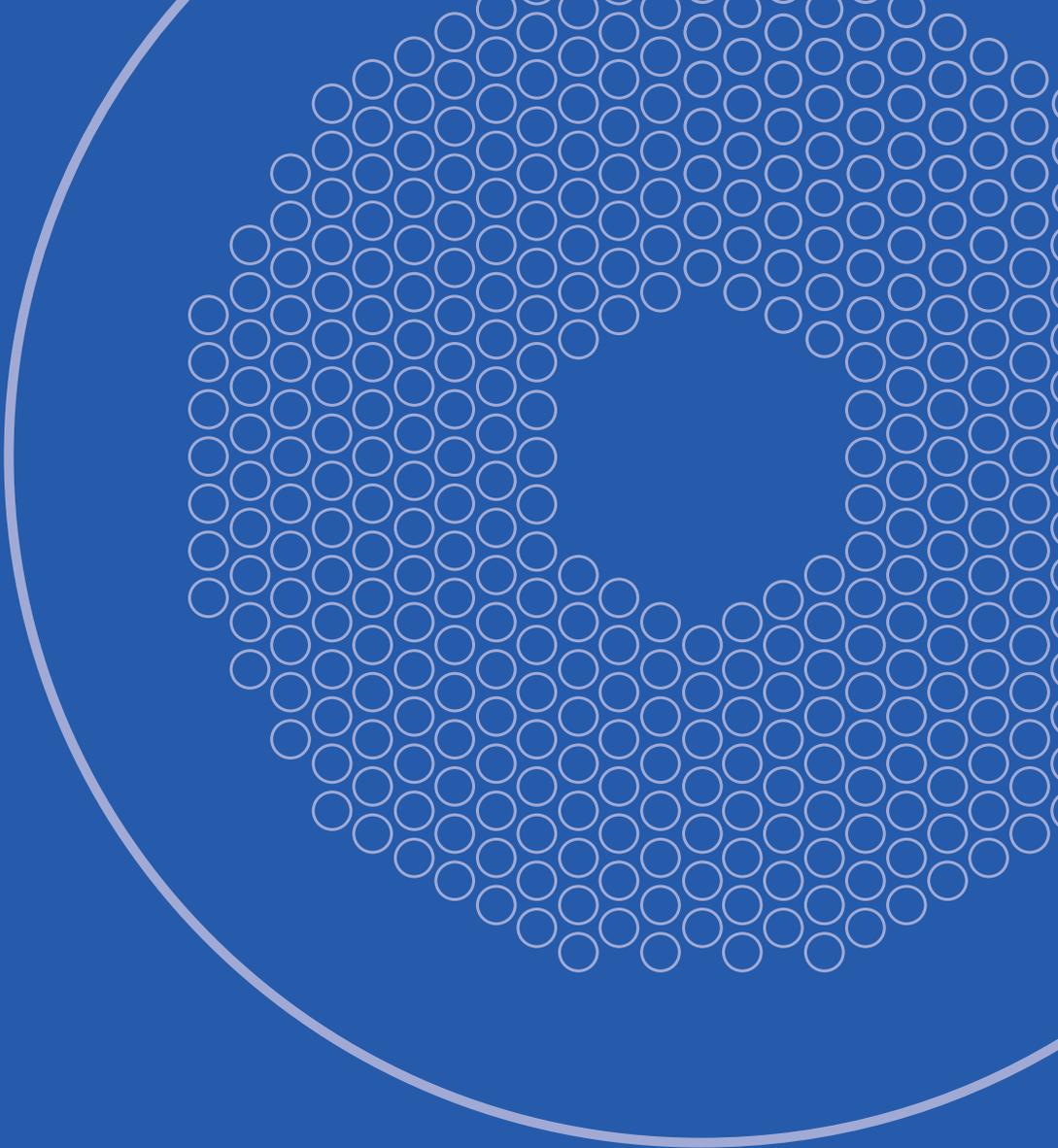
Os autores declaram que não há interesses concorrentes.

## Informações adicionais

Informações suplementares A versão on-line contém material suplementar disponível em <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32700-7>.

Correspondência e pedidos de materiais devem ser endereçados a C.S.Y.L. As informações sobre reimpressões e permissões estão disponíveis em [www.nature.com/reprints](http://www.nature.com/reprints).

Nota da Editora A Springer Nature permanece neutra em relação a reivindicações jurisdicionais em mapas publicados e filiações institucionais.



[www.miyosmart.com.br](http://www.miyosmart.com.br)



[www.hoyavision.com/br](http://www.hoyavision.com/br)



lentes-hoya



lenteshoyabrasil



hoya-vision-care

**HOYA**  
FOR THE VISIONARIES