



Interventions pour ralentir la progression de la myopie

La prévalence de la myopie a augmenté dans le monde entier. Outre les facteurs génétiques, il existe désormais des preuves que de nombreux facteurs environnementaux contribuent au développement de la myopie. Il est bien connu que les formes courantes de myopie infantile sont dues à l'élongation axiale (c'est-à-dire à l'allongement du globe oculaire). Grâce à un regain d'activité de recherche sur la myopie, il est clair que certaines formes d'intervention précoce ralentissent le processus d'élongation axiale et donc la progression de la myopie. Chez un faible pourcentage de myopes, le processus d'élongation devient "pathologique" et est associé à un risque accru de cataracte, de glaucome, de décollement de la rétine, de strabisme (syndrome de l'œil lourd) et de maculopathie myopique¹. En outre, des déficits fonctionnels peuvent survenir lorsque la myopie n'est pas corrigée, et avoir un impact sur les choix de carrière. Il n'est pas clair à l'heure actuelle si les nouvelles interventions peuvent prévenir ou réduire ces complications, bien qu'il y ait de bonnes raisons hypothétiques de le croire. Dans cette déclaration de consensus, toutes les interventions que nous avons décrites sont basées sur des études qui ont montré une signification statistique et clinique.

Ce qui ne fonctionne pas ou à effet minime

La sous-correction: Les données des essais cliniques prospectifs suggèrent que la sous-correction de la myopie augmente ou n'a aucun effet sur la progression de la myopie²⁻⁷. La sous-correction ne ralentit pas la progression de la myopie et ne devrait plus être préconisée.

Lunettes à trous sténopéïque: Pas d'effet.

Lunettes bloquant la lumière bleue: Pas d'effet.

Lunettes bifocales: Des essais cliniques randomisés menés aux États-Unis, en Finlande et au Danemark n'ont montré aucun ralentissement significatif de la myopie avec des lunettes à double foyer seules⁸⁻¹¹. Les seuls résultats prometteurs avec 39 % de réduction ont été rapportés par Cheng et al dans un groupe d'enfants canadiens d'origine chinoise, mais ils n'ont pas été corroborés par d'autres études¹².

Verres de lunettes progressifs: L'utilisation de verres à addition progressive (PAL) a produit des effets relativement faibles¹³⁻¹⁷. L'essai d'évaluation de la correction de la myopie (COMET, un essai clinique multicentrique, randomisé, à double insu), a conclu que l'effet de traitement global ajusté à 3 ans était statistiquement significatif mais sans bénéfices cliniques notables¹⁸. Les effets du traitement à 3 ans diminuaient encore plus après 5 ans^{19,20}. Dans l'ensemble, les verres (lunettes bifocales ou à additions progressives) ont eu un faible effet sur le ralentissement de la progression de la myopie.

Verres de lunettes corrigeant la défocalisation périphérique: Bien que l'on ait émis l'hypothèse que la défocalisation hyperopique subie par la périphérie de la rétine puisse entraîner un allongement axial supplémentaire, les modèles de verres de lunettes asphériques développés pour réduire la défocalisation hyperopique périphérique relative n'ont pas entraîné de diminution significative de la vitesse de progression de la myopie ou de l'allongement axial²¹⁻²³. Aucun avantage n'a également été constaté dans les PAL à asphéricité positive (PA-PAL) qui combinent une correction de la défocalisation périphérique avec une zone d'addition progressive pour réduire le retard d'accommodation pendant le travail de près et une défocalisation hyperopique dans la rétine périphérique lorsque l'on regarde à travers la partie de vision loin du verre²⁴. Veuillez noter que les nouvelles générations de verres qui traitent toujours la défocalisation périphérique sont présentés ci-dessous et semblent fonctionner.

Lentilles de contact souples unifocales / lentilles de contact rigides perméables au gaz, diurnes: Il y avait peu ou pas d'effet sur la réduction de la progression de la myopie et l'allongement de la longueur axiale chez les enfants portant des lentilles de contact unifocales ou des lentilles de contact rigides perméables au gaz²⁵⁻³².

Interventions ergonomiques

Augmentation du temps passé à l'extérieur:

Alors que toutes les études initiales^{33,34} et les plus récentes^{35,36} suggèrent que l'augmentation du temps passé à l'extérieur est efficace pour prévenir l'apparition de la myopie, on ne sait toujours pas si le temps passé à l'extérieur est efficace pour ralentir la progression des yeux déjà myopes ; certaines études montrent que oui³⁶ et d'autres que non³⁵. Des études portant sur des enfants âgés de 6 à 8 ans confinés à l'intérieur pendant le confinement lié à la pandémie de COVID ont montré une évolution myopique significative³⁷⁻³⁹. Le conseil est donc que si les parents sont myopes et que l'enfant ne l'est pas, une exposition à la lumière du jour d'au moins 2 heures³⁴ aidera à prévenir l'apparition de la myopie. Même si la myopie est déjà apparue, 2 heures d'exposition à la lumière du jour constituent un petit changement de comportement qui pourrait être utile. [\[Voir aussi WSPOS Sunlight Exposure & Children's Eyes Consensus Statement\]](#).

Réduction du temps passé sur les Smartphones/Dispositifs numériques proches/Tâches proches :

Une revue systématique et une méta-analyse portant sur toutes les données pertinentes publiées entre 1989 et 2014 ont suggéré que le temps passé à effectuer des tâches de travail de près était associé à un risque plus élevé de myopie ; les chances de myopie augmentaient de 2 % pour chaque dioptrie-heure de travail de près par semaine⁴⁰. En utilisant des mesures objectives du travail de près et de l'intensité lumineuse, une distance de travail <20 cm, quelle que soit l'intensité lumineuse, s'est avérée être un facteur de risque de progression de la myopie⁴¹. Non seulement le travail de près pourrait être impliqué dans l'augmentation de la myopie, mais également l'utilisation accrue de smartphones⁴⁰. Dans une comparaison entre le travail à domicile effectué sur un smartphone ou une tablette portable, par rapport à une télévision ou un projecteur pendant le confinement forcé de la COVID-19, ces derniers ont montré une moindre progression de la myopie chez les enfants de 7 à 12 ans par rapport à ceux utilisant des smartphones ou des tablettes. Peut-être même plus important encore, il a été démontré que la tâche de près en faible lumière est un facteur de risque possible pour la progression de la myopie⁴⁰. Cependant, une récente revue systématique et méta-analyse⁴² a conclu à l'interprétation selon laquelle l'exposition aux dispositifs intelligents pourrait être associée à un risque accru de myopie. Il n'est pas clair s'il s'agit de l'utilisation des appareils numériques en soi ou du changement de comportement qu'ils entraînent.

Les tâches de travail de près font partie de l'éducation quotidienne dans le monde d'aujourd'hui⁴³. On ne sait pas si le fait de faire une pause dans les tâches de près a un effet protecteur sur le développement de la myopie. Cependant, le fait d'empêcher les enfants de lire avec une lumière faible, en particulier le soir dans leur lit, peut avoir un effet protecteur. Pour les enfants scolarisés à domicile, les premières données suggèrent que l'utilisation d'un téléviseur ou d'un projecteur et l'augmentation de la distance d'observation, à plus de 20 cm, semblent également protéger.

Traitements optiques

Verres de lunettes:

Il existe un certain nombre de verres relativement récents, mais les deux pour lesquels il existe le plus de données à l'heure actuelle sont les verres D.I.M.S. et H.A.L.

Verres de lunettes Defocus-Incorporated Multisegment (D.I.M.S.): Ce verre de lunettes à double foyer se compose d'une zone optique centrale de vision de loin de 9 mm de diamètre, entourée d'une zone périphérique médiane annulaire qui comprend de multiples (396) petits segments ronds d'environ 1,03 mm de diamètre avec une puissance d'addition de +3,50 dioptries, pour permettre simultanément une vision centrale claire et introduire une défocalisation myopique dans la rétine périphérique. Lors d'un essai randomisé à double insu de deux ans portant sur 183 enfants chinois myopes (93 groupe DIMS/90 groupe témoin) âgés de 8 à 13 ans, l'effet de contrôle de la myopie était de 50 %. La progression myopique moyenne sur deux ans était plus faible dans le groupe DIMS ($-0,41 \pm 0,06$ D) que dans le groupe témoin portant des verres de lunettes standards ($-0,85 \pm 0,08$ D). L'allongement axial moyen était également moins important dans le groupe DIMS que dans le groupe portant des verres de lunettes standards ($0,21 \pm 0,02$ mm contre $0,55 \pm 0,02$ mm)⁴⁴. Bien que non randomisée, l'étude à 3 ans a montré que l'effet de contrôle de la myopie était maintenu au cours de la troisième année chez les enfants qui avaient utilisé les verres DIMS au cours des 2 années précédentes et que cet effet de contrôle de la myopie était démontré chez les enfants passant des verres standards unifocaux (SV) aux verres DIMS⁴⁵. L'effet de contrôle de la myopie des lentilles DIMS était meilleur chez les enfants présentant une réfraction périphérique relative (RPR) hyperopique de base que chez ceux présentant une RPR myopique⁴⁶. De plus, dans les conditions de regard temporal et nasal, l'acuité visuelle avec les verres DIMS a diminué de $0,23 \pm 0,19$ logMAR par rapport aux verres SV. Une diminution de la sensibilité au contraste des verres DIMS uniquement dans les conditions de regard nasal et temporal et de seulement $-0,12 \pm 0,20$ et $-0,18 \pm 0,20$ logCS, respectivement, correspond à une défocalisation d'environ 0,5D^{47,48}. La vision floue médio- périphérique était la principale plainte visuelle, qui n'était remarquée qu'une ou deux fois par jour⁴⁹.

Verres de lunettes à lentilles hautement asphériques (H.A.L.): 157 enfants âgés de 8 à 13 ans présentant une myopie de -0,75D à -4,75D ont été randomisés pour recevoir des verres de lunettes avec des lentilles hautement asphériques (HAL), des verres de lunettes avec des lentilles légèrement asphériques (SAL) ou des verres de lunettes simple vision (SVL). Les résultats à un an ont démontré un ralentissement de la progression de la myopie avec les verres HAL et SAL de 0,53D (67%) et de 0,33D (41%), et un ralentissement de l'allongement axial de 0,23 mm (64%) et de 0,11 mm (31%)⁵⁰. Après 2 ans, les verres HAL et SAL ont ralenti la progression de la myopie de 0,80 et 0,42D, et l'allongement axial de 0,35 et 0,18 mm, respectivement⁵¹. L'efficacité du contrôle de

la myopie des verres de lunettes avec des lentilles asphériques augmente avec l'asphéricité des lentilles. L'acuité visuelle à faible contraste et la lecture étaient légèrement réduites, tandis que l'acuité visuelle à fort contraste n'était pas affectée lors de la fixation à travers la périphérie des nouveaux modèles de verres.

Sur les 157 participants qui ont effectué chaque visite, 54 ont été analysés dans le groupe HAL, 53 dans le groupe SAL et 50 dans le groupe SVL. La progression moyenne de la myopie à 2 ans dans le groupe SVL était de 1,46 (0,09) D. Par rapport au groupe SVL, le changement moyen de la SER (réfraction équivalente sphérique) était inférieur pour HAL (de 0,80 [0,11] D) et SAL (de 0,42 [0,11] D ; $P \leq 0,001$).

L'augmentation moyenne de la longueur axiale était de 0,69 (0,04) mm pour la SVL. Par rapport à la SVL, l'augmentation de la longueur axiale a été ralentie de 0,35 (0,05) mm en moyenne pour HAL et de 0,18 (0,05) mm pour SAL ($P \leq 0,001$). Par rapport à la SVL, pour les enfants qui portaient HAL au moins 12 heures par jour, le changement moyen de la SER (réfraction équivalente sphérique) a été ralenti de 0,99 (0,12) D et l'augmentation de la longueur axiale a ralenti de 0,41 (0,05) mm⁵².

Lentilles de contact:

Il existe deux types d'interventions en lentilles de contact: les lentilles de contact souples multifocales et l'orthokératologie.

Lentilles de contact souples multifocales: Ces lentilles de contact souples multifocales à zones concentriques ont un design à vision de loin centrale et comprennent des progressions concentriques de puissance positive relative, avec un gradient qui présente une puissance positive relative croissante vers la périphérie de la lentille. Ces lentilles de contact souples multifocales ont montré une réduction de la progression de la myopie de 36,4 % en moyenne et une diminution de l'allongement axial de 37,9 %⁵³⁻⁵⁶. Un autre type de lentille est une conception optique à double foyer à vision de loin centrale avec une alternance de zones de correction et de zones de traitement. Il ne s'agit pas d'une lentille de contact multifocale au sens traditionnel de celles prescrites pour la presbytie. L'utilisation de cette lentille de contact a montré que la modification de la réfraction en équivalent sphérique sur une période de 3 ans chez 144 enfants âgés de 8 à 12 ans était de $-0,51 \pm 0,64$ contre $-1,24 \pm 0,61$ D (réduction de 59 %) par rapport aux lentilles de contact simple vision⁵⁷⁻⁵⁸. De même, le changement moyen de la longueur axiale était de $0,30 \pm 0,27$ mm contre $0,62 \pm 0,30$ mm (réduction de 52 %). Une publication récente a montré que ces lentilles de contact souples à double focalisation continuent de ralentir la progression de la myopie chez les enfants sur une période de 6 ans, révélant une accumulation de l'effet du traitement⁵⁹. L'hypermétropie périphérique relative à 30° et 40° en nasal et 40° en temporal par rapport à la fovéa a été significativement corrélée à une réduction de la progression de l'erreur réfractive myopique et à l'importance de l'élongation axiale⁶⁰. L'étude clinique randomisée BLINK (Bifocal Lenses in Near-sighted Kids) a examiné l'efficacité de lentilles de contact avec une correction centrale de la myopie et une puissance d'addition élevée (+2,50 dioptries) ou moyenne (+1,50 dioptrie) à la zone périphérique, par rapport à des lentilles de contact à vision simple (sans addition) chez 292 participants âgés de $10,3 \pm 1,2$ ans et présentant une erreur réfractive moyenne en équivalent sphérique de $-2,39 \pm 1,00$ D⁶¹. La différence dans la progression ajustée de la myopie à trois ans entre le groupe avec puissance d'addition élevée et le groupe sans vision était de -0,46 D et -0,23 mm, entre le groupe avec puissance d'addition élevée et le groupe avec puissance d'addition moyenne était de -0,30 D et -0,16 mm et entre le groupe avec puissance d'addition moyenne et le groupe sans vision était de -0,16 D et -0,07 mm. La signification statistique n'a été atteinte que pour le groupe à forte puissance d'addition. Il reste donc à déterminer la répartition optimale de la puissance réfractive à travers les groupes pour maximiser le contrôle de la myopie tout en préservant la vision fonctionnelle.

Orthokératologie: Dans le cadre de l'orthokératologie (OK), le patient porte des lentilles de contact à géométrie inverse pendant la nuit afin d'aplatir temporairement la cornée et de permettre une vision nette pendant la journée sans lunettes ni lentilles de contact. La correction de la myopie (jusqu'à -6 D sphérique et -1,75 d'astigmatisme) est obtenue par l'amincissement de l'épithélium cornéen central, l'épaississement épithélial médio-périphérique et stromal. Des essais cliniques randomisés sur le contrôle de la myopie par orthokératologie ont démontré une élongation axiale significativement plus lente chez les enfants portant des lentilles d'orthokératologie que chez les enfants portant des lunettes à vision simple. Dans une méta-analyse récente, l'effet de l'OK a été décrit comme étant modestement bénéfique⁶²⁻⁸². L'effet global est une réduction de 50 % de la progression de la myopie en 2 ans avec un taux d'abandon élevé dans certaines études. Quelques études suggèrent également que l'efficacité relative du traitement peut diminuer avec le temps^{66,83,84}. Cela s'applique dans une certaine mesure à tous les traitements de contrôle de la myopie⁸⁵. Les recherches visant à comprendre le mécanisme sous-jacent à l'effet de contrôle de la myopie de la lentille OK sont en cours, bien que l'hypothèse soit une diminution de l'hypermétropie périphérique relative causée par la raideur de la surface cornéenne médiane. Les groupes d'âge plus jeunes et les personnes dont la taille de la pupille est supérieure à la moyenne pourraient bénéficier d'un effet plus important avec OK. Un effet rebond peut se produire après l'arrêt ou le passage à un autre traitement réfractif. Les complications potentielles comprennent la kératite microbienne, la formation d'anneaux pigmentés et l'altération de la structure du nerf cornéen (lignes fibrillaires). Le risque estimé de kératite microbienne chez les enfants porteurs de lentilles de type OK est de 13,9/10 000 patients-années, contre 7,7/10 000 chez tous les porteurs de lentilles de type OK. Cela contraste avec le risque chez les porteurs de lentilles cornéennes perméables au gaz à port quotidien (1,2/10 000) et est assez similaire au risque chez les porteurs de lentilles de contact souples à port prolongé^{86,87}.

Traitement pharmacologique

Goutte d'atropine :

L'atropine bloque les récepteurs muscariniques de manière non sélective. Les récepteurs muscariniques sont présents dans le muscle ciliaire, la rétine et la sclérotique humains. Bien que le mécanisme exact de l'atropine dans le contrôle de la myopie ne

soit pas connu, on pense que l'atropine agit directement ou indirectement sur la rétine ou la sclère, inhibant l'aminocissement ou l'étirement de la sclère, et donc la croissance de l'œil. Des études ont montré un certain effet clinique sur le ralentissement de la progression de la myopie chez les enfants. Les études sur l'atropine pour le traitement de la myopie (ATOM 1 et 2) étaient des essais randomisés, à double insu, contrôlés par placebo, portant chacun sur 400 enfants de Singapour⁸⁸⁻⁹². L'étude ATOM 1 a suggéré que l'administration de gouttes oculaires à 1 % d'atropine tous les soirs dans un œil pendant une période de 2 ans a ralenti la progression myopique de 77 % et a réduit l'allongement de la longueur axiale (augmentation moyenne de la longueur axiale de 0,39 mm chez les témoins contre aucune croissance dans le groupe atropine). Dans l'étude ATOM 1, 12,1% des enfants (qui avaient tendance à être plus jeunes et plus myopes) ont vu leur myopie progresser de plus de 0,5D après 1 an de traitement par l'atropine 1%. L'étude ATOM 2 a démontré une réponse liée à la dose, l'atropine à 0,5%, 0,1% et 0,01% ralentissant la progression de la myopie d'environ 75%, 70% et 60% avec des changements d'équivalent sphérique de 0,30 D, 0,38 D et 0,48 D, respectivement, sur 2 ans.

Cependant, lorsque l'atropine a été arrêtée, on a observé une augmentation de la myopie, le rebond étant plus important chez les enfants précédemment traités par des doses plus élevées. En conséquence, la progression de la myopie était significativement plus faible chez les enfants précédemment assignés au groupe 0,01% à 36 mois que chez ceux des groupes 0,1% et 0,5%. Les enfants plus jeunes et ceux dont la progression de la myopie était plus importante au cours de la première année étaient plus susceptibles de nécessiter un nouveau traitement. Au bout de 5 ans, la progression de la myopie restait la plus faible dans le groupe 0,01%. On a estimé que, dans l'ensemble, l'atropine 0,01% ralentissait la progression de la myopie d'au moins 50%.

L'efficacité de l'atropine à faible dose est corroborée par les études de cohorte taiwanaises. Cependant, il se peut que certains enfants répondent mal à l'atropine. L'atropine à 0,01 % a provoqué une dilatation minimale de la pupille (en moyenne 0,8 mm), une perte mineure de l'accommodation (2-3 D) et aucun problème de vision de près (les enfants sous atropine à 0,01 % n'ont pas eu besoin de lentilles progressives supplémentaires). Néanmoins, dans des études plus récentes examinant le taux d'élongation axiale, l'atropine à 0,01 % a eu un bénéfice minime^{93,94}.

Dans l'étude LAMP (Low-Concentration Atropine for Myopia Progression) portant sur 438 enfants de Hong Kong âgés de 4 à 12 ans, traités avec de l'atropine à 0,01 %, 0,025 % et 0,05 %, une réduction de la progression de l'équivalent sphérique (ES) de 27 %, 43 % et 67 %, et un ralentissement de la croissance de la longueur axiale de 12 %, 29 % et 51 %, respectivement, après un an sont observés⁹⁵. Il est intéressant de noter que l'effet sur la réfraction en équivalent sphérique était plus important que celui sur la longueur axiale. L'efficacité du collyre d'atropine à 0,05 % et du collyre d'atropine à 0,025 % après un an est restée similaire ($p > 0,1$) et s'est légèrement améliorée dans le groupe atropine à 0,01 % ($p = 0,04$)⁹⁶. Dans l'étude LAMP-II, l'efficacité du collyre d'atropine à 0,05 % était le double de celle du collyre à 0,01 % et, par conséquent, le collyre à 0,05 % a été considéré comme la concentration optimale. Au cours de la troisième année, les enfants de chaque groupe ont été randomisés selon un rapport 1:1 dans les sous-groupes traitement⁹⁷. Au cours de la troisième année, la poursuite du traitement à l'atropine a permis d'obtenir un meilleur effet à toutes les concentrations par rapport au protocole. L'atropine à 0,05 % est restée la concentration optimale sur 3 ans chez les enfants chinois. Les différences dans les effets de rebond étaient cliniquement faibles pour les trois concentrations d'atropine étudiées. L'arrêt du traitement à un âge plus avancé et une concentration plus faible étaient associés à un rebond plus faible⁹⁸.

Une récente méta-analyse de réseau portant sur 30 comparaisons par paires issues de 16 essais contrôlés randomisés (3 272 participants) a classé les concentrations d'atropine de 1 %, 0,5 % et 0,05 % comme les trois plus bénéfiques pour le contrôle de la myopie, tel qu'évalué pour les deux résultats primaires : Atropine à 1% (différences moyennes par rapport au contrôle) : réfraction, 0,81 ; allongement de la longueur axiale (AXL), -0,35 ; Atropine à 0,5% : réfraction, 0,70 ; AXL, -0,23 ; atropine à 0,05% : réfraction, 0,62 ; AXL, -0,21⁹⁹. En termes de contrôle de la myopie, évalué par le risque relatif (RR) de progression globale de la myopie, la concentration de 0,05 % a été classée comme la plus bénéfique (RR, 0,39). Le risque d'effets indésirables a eu tendance à augmenter avec la concentration d'atropine, mais cette tendance n'était pas évidente pour la BCVA de loin.

Un rapport de l'American Academy of Ophthalmology a conclu que l'utilisation de l'atropine pour prévenir la progression myopique est soutenue par des preuves de niveau I¹⁰⁰. En général, il existe une réponse liée à la dose d'atropine pour le contrôle de la myopie^{101,102}. L'atropine à faible dose (0,01%-0,1%) a une efficacité de 30-60% dans le contrôle de la myopie. 20 à 30 % des enfants ayant reçu une faible dose d'atropine peuvent bénéficier d'une concentration plus élevée, en particulier les jeunes enfants ayant des antécédents familiaux de myopie élevée. L'atropine à forte dose (0,5 %-1 %) est plus efficace à 60-80 %. 10 % peuvent encore mal répondre. Les enfants recevant une dose plus élevée d'atropine peuvent avoir besoin de lunettes photochromatiques avec ou sans addition pour la lecture.

Les doses plus faibles sont également associées à un moindre effet de rebond à l'arrêt, alors que les enfants sous atropine à forte dose nécessitent une diminution lente et ne doivent pas être arrêtés soudainement. Les patients peuvent également avoir besoin de doses différentes à différents moments de leur vie.

Conclusions

Il existe suffisamment de preuves pour justifier l'adoption de mesures de prévention et de contrôle de la myopie dans la pratique clinique chez les enfants atteints de myopie progressive de l'enfance. Bien qu'il subsiste des lacunes dans les connaissances sur le mécanisme d'action et les résultats à long terme, les avantages l'emportent sur les risques s'ils sont gérés de manière appropriée. Cependant, l'efficacité de ces interventions, notamment pharmacologiques, n'est pas claire dans les cas de myopie pathologique due à des troubles du tissu conjonctif, à des dystrophies rétinienne, à des vitrorétinopathies, à une myopie associée à une rétinopathie de la prématurité, et dans la myopie observée chez les enfants atteints de pseudophakie.

References

1. Haarman AEG, Enthoven CA, Tideman JW, et al. The Complications of Myopia: A Review and Meta-Analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020 Apr 9;61(4):49.
2. Chung K, Mohidin N and O'Leary DJ. Undercorrection of myopia enhances rather than inhibits myopia progression. *Vision Res* 2002; 42: 2555–2559.
3. Adler D and Millodot M. The possible effect of undercorrection on myopic progression in children. *Clin Exp Optom* 2006; 89: 315–321.
4. Li SY, Li SM, Zhou YH, et al. Effect of undercorrection on myopia progression in 12-year-old children. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2015; 253: 1363–1368.
5. Wildsoet CF, Chia A, Cho P, et al. IMI-interventions for controlling myopia onset and progression report. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60: M106–M131.
6. Walline JJ, Lindsley KB, Vedula SS, et al. Interventions to slow progression of myopia in children. *Cochrane Database of Syst Rev* 2020; 1: CD004916.
7. Logan NS and Wolffsohn JS. Role of un-correction, undercorrection and over-correction of myopia as a strategy for slowing myopic progression. *Clin Exp Optom* 2020; 103: 133–137.
8. Fulk GW, Cyert LA, Parker DE. A randomized trial of the effect of single-vision vs. bifocal lenses on myopia progression in children with esophoria. *Optom Vis Sci.* 2000;77: 395–401.
9. Goss DA. Effect of bifocal lenses on the rate of childhood myopia progression. *Am J Optom Physiol Opt.* 1986;63:135– 141.
10. Parssinen O, Hemminki E, Klemetti A. Effect of spectacle use and accommodation on myopic progression: final results of a three-year randomised clinical trial among schoolchildren. *Br J Ophthalmol.* 1989;73:547–551.
11. Grosvenor T, Perrigin DM, Perrigin J, Maslovitz B. Houston Myopia Control Study: a randomized clinical trial. Part II. Final report by the patient care team. *Am J Optom Physiol Opt.* 1987;64:482–498.
12. Cheng D, Woo GC, Drobe B, Schmid KL. Effect of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopia progression in children: three-year results of a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol.* 2014;132:258–264.
13. Leung JT, Brown B. Progression of myopia in Hong Kong Chinese schoolchildren is slowed by wearing progressive lenses. *Optom Vis Sci.* 1999;76:346–354.
14. Edwards MH, Li RW, Lam CS, Lew JK, Yu BS. The Hong Kong progressive lens myopia control study: study design and main findings. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2002;43:2852– 2858.
15. Yang Z, Lan W, Ge J, et al. The effectiveness of progressive addition lenses on the progression of myopia in Chinese children. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2009;29:41–48.
16. Hasebe S, Ohtsuki H, Nonaka T, et al. Effect of progressive addition lenses on myopia progression in Japanese children: a prospective, randomized, double-masked, crossover trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49:2781–2789.
17. Berntsen DA, Sinnott LT, Mutti DO, Zadnik K. 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.* 2012;53:640– 649.
18. Gwiazda J, Hyman L, Hussein M, et al. A randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003;44:1492–1500.
19. Gwiazda JE, Hyman L, Everett D, et al. Five-year results from the correction of myopia evaluation trial (COMET). *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006; 47: 1166.
20. COMET2 Correction of Myopia Evaluation Trial 2 Study Group for the Pediatric Eye Disease Investigator Group.. Progressive-addition lenses versus single-vision lenses for slowing progression of myopia in children with high accommodative lag and near esophoria. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52:2749–2757.
21. Sankaridurg P, Donovan L, Varnas S, et al. Spectacle lenses designed to reduce progression of myopia: 12-month results. *Optometry and Vision Science* 2010;87(9):631–41.
22. Sankaridurg P, Donovan L, Varnas S, et al. Spectacle lenses designed to reduce progression of myopia: 12-month results. *Optom Vis Sci.* 2010;87:631–641.
23. Kanda H, Oshika T, Hiraoka T, et al. Effect of spectacle lenses designed to reduce relative peripheral hyperopia on myopia progression in Japanese children: a 2-year multicenter randomized controlled trial. *Jpn J Ophthalmol.* 2018 Sep;62(5):537–543
24. Hasebe S, Jun J, Varnas SR. Myopia control with positively aspherized progressive addition lenses: a 2-year, multicenter, randomized, controlled trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014;55:7177–7188.
25. Horner DG, Soni PS, Salmon TO, et al. Myopia progression in adolescent wearers of soft contact lenses and spectacles. *Optom Vis Sci* 1999; 76: 474–479.
26. Walline JJ, Jones LA, Sinnott L, et al. A randomized trial of the effect of soft contact lenses on myopia progression in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008; 49: 4702–4706.
27. Marsh-Tootle WL, Dong LM, Hyman L, et al. Myopia progression in children wearing spectacles vs. switching to contact lenses. *Optom Vis Sci* 2009; 86: 741–747.
28. Kelly TS, Chatfield C and Tustin G. Clinical assessment of the arrest of myopia. *Br J Ophthalmol* 1975; 59: 529–538.
29. Perrigin J, Perrigin D, Quintero S, et al. Silicone-acrylate contact lenses for myopia control: 3-year results. *Optom Vis Sci* 1990; 67: 764–769.
30. Stone J. The possible influence of contact lenses on myopia. *Br J Physiol Opt* 1976; 31: 89–114.
31. Katz J, Schein OD, Levy B, et al. A randomized trial of rigid gas permeable contact lenses to reduce progression of children's myopia. *Am J Ophthalmol* 2003; 136: 82–90.
32. Walline JJ, Jones LA, Mutti DO, et al. A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression. *Arch Ophthalmol* 2004; 122: 1760–1766.
33. Jones LA, Sinnott LT, Mutti DO, et al. Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007;48:3524–3532.
34. Rose KA, Morgan IG, Ip J, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology.*2008;115:1279–1285.
35. Xiong S, Sankaridurg P, Naduvilath T, Zang J, Zou H, Zhu J, Lv M, He X, Xu X. Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review. *Acta Ophthalmol.* 2017 Sep;95(6):551–566
36. Cao K, Wan Y, Yusufu M, Wang N. Significance of outdoor time for myopia prevention: a systematic review and meta-analysis based on randomized controlled trials. *Ophthalmic Res.* 2020;63:97–105.

37. Wang J, Li Y, Musch DC, Wei N, Qi X, Ding G, Li X, Li J, Song L, Zhang Y, Ning Y, Zeng X, Hua N, Li S, Qian X. Progression of Myopia in School-Aged Children After COVID-19 Home Confinement. *JAMA Ophthalmol*. 2021 Mar 1;139(3):293-300
38. Hu Y, Zhao F, Ding X, Zhang S, Li Z, Guo Y, Feng Z, Tang X, Li Q, Guo L, Lu C, Yang X, He M. Rates of Myopia Development in Young Chinese Schoolchildren During the Outbreak of COVID-19. *JAMA Ophthalmol*. 2021 Oct 1;139(10):1115-1121.
39. Ma M, Xiong S, Zhao S, Zheng Z, Sun T, Li C. COVID-19 Home Quarantine Accelerated the Progression of Myopia in Children Aged 7 to 12 Years in China. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2021 Aug 2;62(10):37. doi: 10.1167/iovs.62.10.37. PMID: 34463719; PMCID: PMC8411864.
40. 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 Oct 20;10(10):e0140419
41. Wen L, Cao Y, Cheng Q, Li X, Pan L, Li L, Zhu H, Lan W, Yang Z. Objectively measured near work, outdoor exposure and myopia in children. *Br J Ophthalmol*. 2020 Nov;104(11):1542-1547.
42. Foreman J, Salim AT, Praveen A, et al. Association between digital smart device use and myopia: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Digit Health* 2021;3:e806-e18.
43. He AQ, Liu SA, He SY, Yao H, Chen P, Li Y, Qiu J, Yu KM, Zhuang J. Investigation of children's habits of smartphone usage and parental awareness of myopia control in underdeveloped areas of China. *Int J Ophthalmol*. 2022 Oct 18;15(10):1691-1698.
44. Lam CSY, Tang WC, Tse DY, et al. Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression: a 2-year randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol*. 2020 Mar;104(3):363-368.
45. Zhang H, Lam CSY, Tang WC, 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*. 2022 Apr 20;11(9):2294.
46. Kaymak H, Neller K, Schütz S, et al. Vision tests on spectacle lenses and contact lenses for optical myopia correction: a pilot study. *BMJ Open Ophthalmol*. 2022 Apr 5;7(1):e000971.
47. Carlà MM, Boselli F, Giannuzzi F, et al. Overview on Defocus Incorporated Multiple Segments Lenses: A Novel Perspective in Myopia Progression Management. *Vision (Basel)*. 2022 Apr 2;6(2):20.
48. Lu Y, Lin Z, Wen L, et al. The Adaptation and Acceptance of Defocus Incorporated Multiple Segment Lens for Chinese Children. *Am. J. Ophthalmol*. 2020;211:207-216.
49. Lam CS, Tang WC, Lee PH, 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*. 2022 Aug;106(8):1110-1114.
50. Bao J, Yang A, Huang Y, Li X, Pan Y, Ding C, Lim EW, Zheng J, Spiegel DP, Drobe B, Lu F, Chen H. One-year myopia control efficacy of spectacle lenses with aspherical lenslets. *Br J Ophthalmol*. 2022 Aug;106(8):1171-1176.
51. Gao Y, Lim EW, Yang A, et al. The impact of spectacle lenses for myopia control on visual functions. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2021 Nov;41(6):1320-1331.
52. Bao J, Huang Y, Li X, et al. Spectacle Lenses With Aspherical Lenslets for Myopia Control vs Single-Vision Spectacle Lenses: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol*. 2022;140(5):472-478.
53. Anstice NS and Phillips JR. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *Ophthalmology* 2011; 118: 1152-1161.
54. Li SM, Kang MT, Wu SS, et al. Studies using concentric ring bifocal and peripheral add multifocal contact lenses to slow myopia progression in school-aged children: a metaanalysis. *Ophthalmic Physiol Opt* 2017; 37: 51-59.
55. Lam CSY, Tang WC, Tse DY-Y, et al. Defocus incorporated soft contact (DISC) lens slows myopia progression in Hong Kong Chinese schoolchildren: a 2-year randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol* 2014; 98: 40-45.
56. Paune J, Thivent S, Armengol J, et al. Changes in peripheral refraction, higher-order aberrations, and accommodative lag with a radial refractive gradient contact lens in young myopes. *Eye Contact Lens* 2016; 42: 380-387.
57. Ruiz-Pomeda A, Perez-Sanchez B, Valls I, et al. MiSight Assessment Study Spain (MASS). A 2-year randomized clinical trial. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018; 256: 1011-1021.
58. Chamberlain P, Peixoto-de-Matos SC, Logan NS, et al. A 3-year randomized clinical trial of MiSight lenses for myopia control. *Optom Vis Sci* 2019; 96: 556-567.
59. Chamberlain P, Bradley A, Arumugam B, et al. Long-term Effect of Dual-focus Contact Lenses on Myopia Progression in Children: A 6-year Multicenter Clinical Trial *Optom Vis Sci*. 2022 Mar 1;99(3):204-212.
60. Sankaridurg P, Bakaraju RC, Naduvilath T, et al Myopia control with novel central and peripheral plus contact lenses and extended depth of focus contact lenses: 2 year results from a randomised clinical trial. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2019; 39: 294-307.
61. Walline JJ, Walker MK, Mutti DO, et al. Effect of high add power, medium add power, or single-vision contact lenses on myopia progression in children: The BLINK Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2020; 324: 571-580.
62. Cho P, Cheung SW, Edwards M. The longitudinal orthokeratology research in children (LORIC) in Hong Kong: a pilot study on refractive changes and myopic control. *Curr Eye Res* 2005; 30: 71-80.
63. Walline JJ, Jones LA and Sinnott LT. Corneal reshaping and myopia progression. *Br J Ophthalmol* 2009; 93: 1181-1185.
64. Kakita T, Hiraoka T, Oshika T. Influence of overnight orthokeratology on axial elongation in childhood myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52: 2170-2174.
65. Cho P, Cheung SW. Retardation of myopia in orthokeratology (ROMIO) study: a 2-year randomized clinical trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012; 53: 7077-7085.
66. Hiraoka T, Kakita T, Okamoto F, 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* 2012; 53: 3913-3919.
67. Brennan NA, Toubouti YM, Cheng X, Bullimore MA. Efficacy in myopia control. *Prog Retin Eye Res* 2021;83:100923
68. Santodomingo-Rubido J, Villa-Collar C, Gilmartin B, et al. Myopia control with orthokeratology contact lenses in Spain: refractive and biometric changes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012; 53: 5060-5065.
69. Charm J and Cho P. High myopia-partial reduction orthok: a 2-year randomized study. *Optom Vis Sci* 2013; 90: 530-539.
70. Chen C, Cheung SW and Cho P. Myopia control using toric orthokeratology (TO-SEE study). *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54: 6510-6517.
71. Zhu MJ, Feng HY, He XG, et al. The control effect of orthokeratology on axial length elongation in Chinese children with myopia. *BMC Ophthalmol* 2014; 14: 141.

72. Na M and Yoo A. The effect of orthokeratology on axial length elongation in children with myopia: contralateral comparison study. *Jpn J Ophthalmol* 2018; 62: 327–334.
73. Santodomingo-Rubido J, Villa-Collar C, Gilmartin B, et al. Factors preventing myopia progression with orthokeratology correction. *Optom Vis Sci* 2013; 90: 1225–1236.
74. Lipson MJ, Brooks MM, Koffler BH. The role of orthokeratology in myopia control: a review. *Eye Contact Lens* 2018; 44: 224–230.
75. Wang B, Naidu RK, Qu X. Factors related to axial length elongation and myopia progression in orthokeratology practice. *PLoS One* 2017; 12: e0175913.
76. Zhong Y, Chen Z, Xue F, et al. Corneal power change is predictive of myopia progression in orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2014; 91: 404–411.
77. Chen Z, Niu L, Xue F, et al. Impact of pupil diameter on axial growth in orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2012; 89: 1636–1640.
78. Lee YC, Wang JH and Chiu CJ. Effect of orthokeratology on myopia progression: twelve-year results of a retrospective cohort study. *BMC Ophthalmol* 2017; 17: 243.
79. Fu AC, Chen XL, Lv Y, et al. Higher spherical equivalent refractive errors is associated with slower axial elongation wearing orthokeratology. *Cont Lens Anterior Eye* 2016; 39: 62–66.
80. Kim J, Lim DH, Han SH, et al. Predictive factors associated with axial length growth and myopia progression in orthokeratology. *PLoS One* 2019; 14: e0218140.
81. Cho P, Cheung SW. Discontinuation of orthokeratology on eyeball elongation (DOEE). *Cont Lens Anterior Eye* 2017; 40: 82–87.
82. Bullimore MA, Johnson LA. Overnight orthokeratology. *Cont Lens Anterior Eye*. 2020 Aug;43(4):322-332
83. Santodomingo-Rubido J, Villa-Collar C, Gilmartin B, et al. Long-term efficacy of orthokeratology contact lens wear in controlling the progression of childhood myopia. *Curr Eye Res* 2017; 42: 713–720.
84. Liu YM and Xie P. The safety of orthokeratology—a systematic review. *Eye Contact Lens* 2016; 42: 35–42. 266.
85. Brennan NA, Toubouti YM, Cheng X, Bullimore MA. Efficacy in myopia control. *Prog Retin Eye Res* 2021;83:100923.
86. Bullimore MA, Sinnott LT, Lones-Jordan LA. The risk of microbial keratitis with overnight corneal reshaping lenses. *Optom Vis Sci* 2013; 90: 937–944.
87. Wen D, Huang J, Chen H, et al. Efficacy and acceptability of orthokeratology for slowing myopic progression in children: a systematic review and meta-analysis. *J Ophthalmol* 2015; 2015: 360806.
88. Chua WH, Balakrishnan V, Chan YH, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia. *Ophthalmology* 2006; 113: 2285–2291.
89. Chia A, Chua WH, Cheung YB, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia: safety and efficacy of 0.5%, 0.1%, and 0.01% doses (atropine for the treatment of myopia 2). *Ophthalmology* 2012; 119: 347–354.
90. Tong L, Huang XL, Koh AL, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia: effect on myopia progression after cessation of atropine. *Ophthalmology* 2009; 116: 572–579.
91. Chia A, Chua WH, Wen L, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia: changes after stopping atropine 0.01%, 0.1% and 0.5%. *Am J Ophthalmol* 2014; 157: 451–457.
92. Chia A, Lu QS, Tan D. Five-year clinical trial on atropine for the treatment of myopia 2: myopia control with atropine 0.01% eyedrops. *Ophthalmology* 2016; 123: 391–399.
93. Bullimore MA and Berntsen DA. Low-dose atropine for myopia control: considering all the data. *JAMA Ophthalmol* 2018; 136: 303.
94. Bullimore MA and Richdale K. Myopia control 2020: where are we and where are we heading? *Ophthalmic Physiol Opt* 2020; 40: 254–270.
95. Yam JC, Jiang Y, Tang SM, 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* Jan;126(1):113-124.
96. Yam JC, Li FF, Zhang X, et al. Two-year clinical trial of the low-concentration atropine for myopia progression (LAMP) study: phase 2 report. *Ophthalmology* 2020; 127: 910–919.
97. T Yam JC, Zhang XJ, Zhang Y, et al. Three-Year Clinical Trial of Low-Concentration Atropine for Myopia Progression (LAMP) Study: Continued Versus Washout: Phase 3 Report. *Ophthalmology*. 2022 Mar;129(3):308-321.
98. Li FF, Zhang Y, Zhang X, et al. O Age Effect on Treatment Responses to 0.05%, 0.025%, and 0.01% Atropine: Low-Concentration Atropine for Myopia Progression Study. *Ophthalmology*. 2021 Aug;128(8):1180-1187
99. Ha A, Kim SJ, Shim SR, Kim YK, Jung JH. Efficacy and Safety of 8 Atropine Concentrations for Myopia Control in Children: A Network Meta-Analysis. *Ophthalmology*. 2022 Mar;129(3):322-333.
100. Pineles SL, Kraker RT, VanderVeen DK, et al. Atropine for the prevention of myopia progression in children: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2017; 124: 1857–1866.
101. Chuang MN, Fang PC, Wu PC. Stepwise low concentration atropine for myopic control: a 10-year cohort study. *Sci Rep*. 2021 Aug 30;11(1):1734.
102. Wildsoet CF, Chia A, Cho P, et al. IMI-interventions for controlling myopia onset and progression report. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60: M106–M131.