

LES PROGRÈS DE L'ORTHOKÉRATOLOGIE

L'orthokératologie, technique qui permet de modifier la courbure de la cornée pour contrôler l'évolution de la myopie, a fait des progrès considérables ces dix dernières années. Le Dr Cary M Herzberg, président de l'IAOMC (International Academy of Orthokeratology and Myopia Control), présente ici les progrès réalisés dans ce domaine et explique comment l'IAOMC espère repousser les limites de la science au cours des prochaines années. Le Dr Gonzalo Carracedo, de l'Université Complutense de Madrid, explique comment l'orthokératologie est aujourd'hui reconnue à travers le monde en tant que procédure sûre et efficace à long terme.



Dr Cary M Herzberg

OD FIAO, président de l'IAOMC (International Academy of Orthokeratology and Myopia Control), Etats-Unis.

Le Dr Herzberg exerce depuis plus de trente-cinq ans dans le domaine de l'orthokératologie et du contrôle de la myopie. Il a donné de nombreuses conférences sur le sujet, rédigé de nombreux articles et détient le brevet du premier modèle de lentille ortho-k sclérale. Il est en outre cofondateur, président, membre du Conseil d'administration et membre associé de l'IAOMC (International Academy of Orthokeratology & Myopia Control), fondateur, président et membre du conseil d'administration de l'AAOMC (American Academy of Orthokeratology and Myopia Control) anciennement OAA (Orthokeratology Academy of America). Il est membre du conseil consultatif du GPLI (Gas Permeable Lens Institute) et ex-consultant en design de lentilles de contact auprès de C&H Contact Lens. Il est également professeur invité de la Tianjin Medical University, de la Shandong Medical University et de la He Eye Hospital/University.



Dr Gonzalo Carracedo

OD, MsC, PhD, Université Complutense de Madrid, Espagne.

Le Dr Gonzalo Carracedo a intégré l'Université Complutense de Madrid comme professeur assistant en optométrie et lentilles de contact en 2006. Il est également maître assistant à l'Université Européenne de Madrid, où il enseigne dans le domaine des lentilles de contact. Il a obtenu le doctorat européen avec une thèse intitulée « Adenine dinucleotides as molecular biomarkers of dry eye » (Dinucléotides d'adénine comme biomarqueurs moléculaires de la sécheresse oculaire). Il est membre du groupe de recherche d'Ocupharm Diagnostics, dont les travaux de Recherche et Développement se concentrent sur la surface oculaire, les lentilles de contact et la sécheresse oculaire. Il est également membre du groupe de recherche GICO, spécialisé dans le contrôle de la myopie, les aberrations de la cornée et la vision. Il a rédigé 38 articles (dont certains sur le contrôle de la myopie et l'orthokératologie) dans des revues spécialisées évaluées par des pairs, comme IOVS, Current Eye Research et Experimental Eye Research. Il a également joué un rôle d'évaluateur pour ces revues, ainsi que pour le Journal of Optometry et le Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics. Il a participé à 16 projets de recherche (dont quatre en tant que chercheur principal) sur la surface oculaire (kératocône, sécheresse oculaire, myopie et lentilles de contact) et glaucome.

MOTS CLÉS

Orthokératologie, Ortho-K, contrôle de la myopie, remodelage de la cornée, défocus périphérique



« **NOTRE MISSION CONSISTE EN PARTIE À CONTRIBUER À LA DÉCOUVERTE DE SOLUTIONS POUR LUTTER CONTRE L'ÉPIDÉMIE DE MYOPIE QUI MENACE LA SANTÉ OCULAIRE DES GÉNÉRATIONS PRÉSENTES ET FUTURES.** »

DR CARY HERZBERG

Les effets de l'orthokératologie (Ortho-K) ont été observés pour la première fois comme effet secondaire des lentilles de contact en polyméthylméthacrylate (PPMA), qui aplatissent le rayon de courbure au fil du temps. « Ce qui était au départ une méthode destinée à réduire les défauts de réfraction des patients myopes est devenue, suite à des choix de design innovants, une technique avancée de modification de la surface de la cornée », explique Dr Cary Herzberg, OD FIAO, président de l'IAOMC (International Academy of Orthokeratology and Myopia Control).

Etant donné que les aberrations optiques d'une surface cornéenne oblate (ellipsoïde aplati) comprennent l'aberration sphérique, les modèles de lentilles plus sophistiqués pouvaient offrir des solutions contre la presbytie et la myopie évolutive. L'orthokératologie a également suscité l'intérêt de praticiens non-conformistes, qui ont insufflé un esprit novateur et imaginatif. « J'ai eu l'honneur de diriger certaines de ces organisations et d'avoir contribué à la fondation de l'International Academy, qui a désormais une portée mondiale », poursuit Dr Herzberg. « Notre mission consiste en partie à contribuer à la découverte de solutions pour lutter contre l'épidémie de myopie qui menace la santé oculaire des générations présentes et futures. »

Dix années de progrès

Trois thèmes principaux se détachent des progrès réalisés en orthokératologie ces dix dernières années : **technologies, rapport sécurité/efficacité et contrôle de la myopie.** « Des progrès réellement stupéfiants ont été réalisés dans ces trois domaines, ce qui a dégagé de nouvelles perspectives passionnantes en matière de traitement non-chirurgical des différents états réfractifs de l'œil myope », déclare Dr Herzberg.

Ces dix dernières années ont vu une croissance phénoménale des technologies qui impactent la conception de lentilles ortho-k. Il est difficile d'imaginer l'étendue des progrès réalisés sur une si courte période. Il y a moins de dix ans, la FDA a approuvé le Vision Shaping Treatment (VST) de Bausch&Lomb pour les applications sur la myopie et l'astigmatisme faibles à modérés. Ceci faisait suite à la certification des lentilles de contact CRT® de Paragon Vision deux ans



auparavant. L'approbation du mapping topographique associé à une technologie de conception et de fabrication assistées par ordinateur (CAD/CAM) pour les lentilles Ortho-K de pointe allait se révéler encore plus significative. En effet, les nouvelles avancées révolutionnaires en orthokératologie n'étaient plus limitées que par le seul pouvoir de l'imagination.

L'approbation du remodelage de la cornée par la FDA constituait une avancée de taille, mais les progrès ultérieurs ont été suscités par une industrie déterminée à développer un vaste potentiel resté latent pendant des décennies. Près de dix ans avant la décision de la FDA, les nouvelles technologies de fabrication de lentilles avaient atteint un nouveau degré de précision, avec des produits présentant une meilleure tolérance de traitement que le matériel utilisé pour mesurer le système visuel humain. Parallèlement, l'utilisation de systèmes d'usinage assisté par ordinateur a permis de concrétiser les designs les plus complexes, eux-mêmes issus de nouvelles technologies puissantes. Suite à l'approbation de la FDA, il a été possible de concentrer la recherche et le développement sur des procédures ortho-k plus précises et offrant des résultats plus rapides. Parallèlement, la recherche et le développement dans des domaines non approuvés par la FDA, principalement la myopie et l'astigmatisme forts, ont débouché sur de nouveaux investissements

et de nouveaux produits. Enfin, suite aux récents succès de designs plus classiques qui permettent d'envisager de nouvelles utilisations de ces applications, de nouveaux développements semblent se profiler dans le domaine de l'hypermétropie et de la presbytie.

Il est difficile de le croire, mais il y a moins de dix ans, l'orthokératologie était illégale en Chine. Les raisons invoquées à l'époque étaient un certain laxisme ambiant et les risques associés à l'utilisation et à l'entretien des lentilles. Des dizaines de cas de lésions cornéennes/lésions cicatricielles de la cornée accompagnées de perte de vision avaient entraîné cette interdiction gouvernementale au début du XXI^e siècle. « Aujourd'hui, la situation est totalement différente, du fait des réglementations du secteur et de l'élimination de comportements douteux et dangereux dans l'utilisation et l'entretien des lentilles Ortho-K », précise le Dr Herzberg. « Les chiffres recueillis en Chine sont très parlants - plus de 1,5 million de lentilles ont été posées sans aucune incidence de problèmes dangereux pour la vue. » Le secteur de l'orthokératologie aux Etats-Unis a toujours accordé la priorité à la sécurité, ce que reflète l'expérience passée en termes de remodelage de la cornée. En outre, **de nombreuses études ont démontré que le port de lentilles rigides Ortho-K la nuit ne comporte pas plus de risque que le port de lentilles souples la nuit.**

La plupart des praticiens qui exercent un remodelage de la cornée le font dans le but de réduire le développement de la myopie. Il est surprenant de constater que la recherche effectuée il y a un peu plus de dix ans par Pauline Cho (Longitudinal Orthokeratology Research in Children ou LORIC) est la première étude marquante à avoir démontré l'efficacité

de cette procédure. Depuis sa publication, bien d'autres études sont venues offrir une réponse catégorique à l'épidémie de myopie qui affecte les jeunes, endommageant leur système visuel au fil du temps. Associée à de faibles doses d'atropine, à des lentilles bifocales souples et à une modification du mode de vie, l'orthokératologie est amenée à jouer un rôle considérable dans le ralentissement de la progression de la myopie et ses complications dangereuses pour la vue.

L'avenir de l'International Academy of Orthokeratology & Myopia Control

« L'International Academy of Orthokeratology (IAO) a été créée il y a cinq ans à Orlando (Floride) lors de la cinquième assemblée annuelle de l'Orthokeratology Academy of America (OAA), rebaptisée depuis American Academy of Orthokeratology & Myopia Control (AAOMC), » déclare Dr Herzberg. Cette année, à l'occasion de l'assemblée annuelle de l'IAO à Gold Coast (Australie), le nom sera officiellement changé pour inclure les mots « Myopia Control ». L'association est ouverte à toutes les disciplines qui promettent d'apporter des solutions à l'épidémie croissante de myopie qui affecte les générations actuelles et futures. L'inclusion de « myopia control » a été approuvée à plus de quatre-vingt dix pour cent dans chacune de nos cinq régions : Europe (EurOK), Amérique latine (ALOCM), Océanie (OSO), Asie (IAOA) et Amérique du nord (AAOMC). L'accent sur le contrôle de la myopie et sur l'orthokératologie est une réalité pour l'IAO depuis déjà cinq ans, et le changement de nom n'est qu'une simple formalité.

L'IAO est restée relativement petite en nombre d'adhérents, mais elle est extrêmement influente et efficace en termes de résultats. A titre d'exemple, le concept d'un organisme international chargé de fixer des normes de pratique et de surveiller le développement de l'orthokératologie à l'international a été proposé pour la première fois en 2002 lors du premier Symposium International d'Orthokératologie à Toronto (Canada). Au cours des quelque dix années qui ont suivi, de nombreuses tentatives de créer un tel organisme ont échoué. Les premiers pourparlers significatifs, portant sur la création d'une organisation internationale au sein de notre académie, ont eu lieu en 2009 lors d'une réunion sur la formation à Phoenix (Arizona). Malgré les nombreuses difficultés

responsables de l'échec des tentatives précédentes, le groupe a vu le jour deux ans plus tard. Nous prévoyons une croissance exponentielle à l'avenir, mais nous nous efforcerons de préserver les caractéristiques de petite organisation flexible qui nous ont si bien servi par le passé.

Ces dix prochaines années, l'académie accordera davantage d'attention à la recherche dans les domaines du contrôle de la myopie et de l'orthokératologie. En effet, le changement de nom n'est qu'une petite partie du processus, car, des changements sont également intervenus au niveau structurel de l'organisation, débouchant sur un vaste éventail de nouvelles sources de financement pour des recherches futures. « L'avenir est particulièrement prometteur. Nous poursuivrons nos efforts à l'échelle internationale pour contenir l'épidémie de myopie, qui menace la santé et le bien-être de nos enfants », conclut le Dr Herzberg.

Les preuves de l'efficacité et de la sécurité en matière d'orthokératologie

Le rôle de la réfraction périphérique dans le contrôle de l'évolution de la myopie et la façon dont le défocus périphérique influence la croissance de l'œil font l'objet d'études depuis une dizaine d'années (Smith EL, 2013).¹ « Le développement de modèles animaux des défauts de réfraction a contribué de manière considérable à approfondir nos connaissances de la régulation de la croissance de l'œil », explique Gonzalo Carracedo, OD, MsC, PhD, Université Complutense of Madrid, Espagne.



« CES PROCHAINES ANNÉES, LA RECHERCHE DEVRAIT SE CONCENTRER SUR UNE MEILLEURE COMPRÉHENSION DU MÉCANISME DANS SON ENSEMBLE (PHYSIQUE OU OPTIQUE ET BIOCHIMIQUE) AFIN D'ÉLABORER DES SOLUTIONS MIEUX ABOUTIES ET PLUS EFFICACES POUR STOPPER TOTALEMENT L'ÉVOLUTION DE LA MYOPIE ».

DR GONZALO CARRACEDO

D'innombrables articles ont également été publiés sur le défocus rétinien périphérique et la croissance de l'œil. La première preuve de l'influence de l'expérience visuelle sur la croissance de l'œil a été découverte par Wiesel et Raviola en 1977.² Ils ont démontré que les yeux de singes suturés développaient une myopie associée à l'expansion du segment postérieur, aussi bien au niveau axial qu'équatorial, ce qui leur a permis de postuler que la raison en était l'absence d'image rétinienne nette. La preuve que l'image rétinienne périphérique peut avoir une influence sur la croissance de l'œil a été récemment apportée par des expériences effectuées sur des singes rhésus (Smith EL, 2005).³ Ces expériences ont montré que la privation de rétine périphérique peut stimuler la croissance axiale de l'œil malgré une vision centrale normale, et laisse penser que les influences sur la rétine

périphérique peuvent l'emporter sur les signaux issus de la rétine centrale.

Plus récemment, il a été démontré que l'hypermétropie périphérique induite par des lentilles entraîne une myopie centrale (Smith EL, 2009).⁴ Chez l'homme, le rôle de la rétine périphérique dans les défauts de réfraction et la croissance de l'œil a fait l'objet de nombreuses études, portant notamment sur le lien entre réfraction fovéale et réfraction périphérique (Flitcroft DI., 2012).⁵ Les recherches actuelles se concentrent principalement sur l'influence de la réfraction périphérique sur l'évolution de la myopie. Plusieurs stratégies de traitement optique basées sur cette théorie ont été proposées et testées et, comme pour l'orthokératologie (Ortho-K), utilisées pour modifier la courbure de la cornée d'un œil myope.

Plusieurs études portant sur le lien entre orthokératologie et contrôle de la myopie ont été réalisées depuis 2004. Dans le cadre de l'étude CRANYON (Walline et al. 2009), il a été découvert que les enfants qui portaient des lentilles Ortho-K



pendant deux ans présentait une croissance moins importante de la longueur axiale et, par conséquent une plus faible évolution de la myopie (57 %) que les enfants qui portaient des lentilles unifocales souples.⁶ Cependant, l'étude MICOS a montré une réduction de 32 % seulement de la myopie chez les porteurs de lentilles ortho-K par rapport aux porteurs de lunettes (Santodomingo et al., 2012).⁷

En ce qui concerne la sécurité de l'orthokératologie, 123 cas de kératite microbienne au total ont été signalés chez les patients d'orthokératologie entre 1997 et 2007. La plupart des cas signalés concernaient des enfants d'Asie orientale âgés de 9 à 15 ans, la raison principale étant une utilisation et un entretien inadéquats des lentilles, le patient ne suivant pas les instructions du praticien et continuant à porter les lentilles en dépit d'une sensation d'inconfort. *Pseudomonas aeruginosa* et *Acanthamoeba* figuraient parmi les principaux organismes découverts. D'autres études ont mis en évidence une incidence de kératites microbiennes chez 7,7 patients sur 10 000 par année de port de lentilles, indiquant que les porteurs de lentilles Ortho-K ne sont que légèrement plus susceptibles de développer une infection que les porteurs de lentilles souples journalières (4,1 sur 10 000) et moins susceptibles que les porteurs de lentilles en silicone hydrogel sur 30 jours (14,4 sur 10 000). En outre, l'incidence en orthokératologie est légèrement plus faible qu'en chirurgie LASIK, où elle est de 9 patients sur 10 000 par an (Solomon et al., 2003).⁸ Pour conclure, **le faible nombre d'incidents négatifs graves signalés et l'efficacité en termes de contrôle et de réduction de l'évolution de la myopie prouvent la sécurité et l'efficacité à long terme de l'orthokératologie.**

Des défis scientifiques et cliniques demeurent

Bien que la réfraction périphérique soit l'hypothèse la plus largement acceptée, les résultats de toutes les études montrent que d'autres mécanismes interviennent dans le contrôle de la myopie lors de l'utilisation de l'orthokératologie. Le mécanisme d'accommodation, les aberrations d'ordre supérieur et l'intensité lumineuse pourraient compliquer le contrôle de la croissance de l'œil. En outre, il s'agit ici uniquement de mécanismes physiques qui déclenchent un signal biochimique (Young et al., 2009).⁹ « Ces prochaines années, la recherche devrait se concentrer sur une meilleure compréhension du mécanisme dans son ensemble (physique ou optique et biochimique) afin d'élaborer des solutions mieux abouties et plus efficaces pour stopper totalement l'évolution de la myopie », suggère le Dr Carracedo. En termes de défis cliniques, la question qui se pose actuellement n'est pas de savoir si l'orthokératologie contrôle l'évolution de la myopie, mais à quel moment appliquer le traitement. A partir de quel degré de croissance de l'œil par an le traitement par orthokératologie doit-il devenir obligatoire ? A ce sujet, **les cliniciens devraient élaborer un protocole de bonnes pratiques et indiquer la meilleure façon d'utiliser les solutions de contrôle de la myopie comme l'orthokératologie.** •



INFORMATIONS CLÉS

- Ces dix dernières années, l'orthokératologie a fait des progrès considérables en termes de remodelage non-chirurgical de la surface de la cornée.
- L'IAOMC devrait connaître une croissance exponentielle, et se concentrer sur l'orthokératologie et le contrôle de la myopie ces dix prochaines années.
- Plusieurs études réalisées au cours des 12 dernières années ont établi un lien entre orthokératologie et contrôle de la myopie.
- L'efficacité de l'orthokératologie a été démontrée dans le contrôle et le ralentissement de l'évolution de la myopie.
- La question qui se pose aujourd'hui n'est pas de savoir si l'orthokératologie stoppe l'évolution de la myopie, mais à quel moment l'appliquer.

RÉFÉRENCES

1. Smith E.L., Optical treatment strategies to slow myopia progression: effects of the visual extent of the optical treatment zone. *Exp Eye Res.* 2013;114:77-88.
2. Wiesel T.N., Raviola E., Myopia and eye enlargement after neonatal lid fusion in monkeys, *Nature* 1977; 266, 66e68.
3. Smith E.L., Kee C.S., Ramamirtham R., Qiao-Grider Y., Hung L.F., Peripheral vision can influence eye growth and refractive development in infant monkeys, *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2005; 46, 3965e3972.
4. Smith E.L., Hung L.F., Huang J., Relative peripheral hyperopic defocus alters central refractive development in infant monkeys, *Vision Res.* 2009; 49, 2386e2392.
5. Flitcroft DJ. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog Retin Eye Res.* 2012;31:622-60.
6. Walline J.J., Jones L.A., Sinnott L.T., Corneal reshaping and myopia progression, *Br. J. Ophthalmol.* 2009; 93, 1181e1185.
7. Santodomingo-Rubido J, Villa-Collar C, Gilmartin B, Gutierrez-Ortega R., Myopia control with orthokeratology contact lenses in Spain: refractive and biometric changes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53:5060-5.
8. Solomon R, Donnenfeld ED, Azar DT, et al. Infectious keratitis after laser in situ keratomileusis: results of an ASCRS survey. *J Cataract Refract Surg.* 2003; 29(10):2001-2006.
9. Young T.L. Molecular genetics of human myopia: an update. *Optom Vis Sci.* 2009; 86:E8-E22