

Accentuation de la courbure de la couronne périphérique de la cornée après orthokératologie

Mhamed Ouzzani, MSc,
candidat au doctorat

Université d'Oran1, groupe
optométrique, LPCMME

Catherine Wright, OD

University of Waterloo,
School of Optometry and
Vision Science

Luigina Sorbara, OD, MSc,
FAAO, FBCLA, Diplo.

University of Waterloo, École
d'optométrie et des sciences
de la vision

Résumé

OBJECTIF

Cette étude avait pour but d'examiner rétrospectivement les données de patients qui avaient suivi un traitement d'orthokératologie afin de quantifier l'accentuation de la courbure de la couronne périphérique de la cornée par topographie en mode tangentiel (CT-CP) et la modification de la puissance de réfraction totale (PRT).

MÉTHODES

Les cartes ont été examinées et les données de Pentacam ont été recueillies avant le traitement d'orthokératologie et après la dernière visite. Les variables enregistrées comprenaient l'aplatissement central (TC-C), l'écœntricité cornéenne, les courbures de la couronne périphérique en mode tangentiel (CT-CP), la puissance de réfraction totale (PRT) de la cornée, la Rx initiale (sphère) et la courbure cornéenne initiale (kératométrie plate). Les patients ont ensuite été subdivisés en groupes de myopie forte et faible à des fins de comparaison. Tous les participants avaient reçu des lentilles Paragon CRT bien ajustées. Les données ont été analysées pour déterminer les effets des lentilles sur les courbes tangentielles (CT) et la PRT.

RÉSULTATS

Au total, 40 patients (80 yeux), âgés de $13,95 \pm 6,80$ ans, 34 sujets de sexe masculin et 46 sujets de sexe féminin, ont reçu des lentilles Paragon CRT ajustées à leurs yeux. La sphère moyenne était de $-4,23 \pm 0,90$ D pour le groupe à forte myopie et de $-1,89 \pm 0,62$ D pour le groupe à faible myopie. Les changements de CT et de PRT par rapport au niveau de référence étaient significatifs ($p < 0,0001$ pour les deux). La différence entre la superficie de CT-C et la superficie maximale de CT-CP était d'environ $\pm 4,00$ D au méridien horizontal et d'environ $\pm 3,00$ D au méridien vertical. Le changement de CT-CP par rapport au niveau de référence était d'environ $\pm 2,00$ D pour les deux méridiens. Il y a eu un changement semblable de la PRT : la distance entre le centre et la portion périphérique était d'environ $\pm 2,50$ D. Pour les valeurs CT-C, PRT-C, CT-CP et PRT-CP, il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes, dans l'ensemble ($p = 0,541$ [TC] et $p = 0,321$ [PRT]).

CONCLUSION

Ces résultats devraient fournir de précieux renseignements sur les changements topographiques et réfractaires qui surviennent chez les patients qui ont suivi un traitement d'orthokératologie.

MOTS CLÉS :

Orthokératologie, courbure tangentielle, pouvoir de réfraction total, accentuation de la courbure en couronne périphérique

INTRODUCTION

Les chercheurs, les cliniciens et les fabricants se montrent de plus en plus intéressés par la récente augmentation spectaculaire de la prévalence de la myopie. La myopie est l'un des types d'erreur de réfraction les plus courants ; cependant, elle peut affecter considérablement la qualité de

vie d'une personne lorsqu'elle n'est pas corrigée ou dans les cas où elle dépasse $> -6,00$ D¹. Étant donné qu'une myopie extrême ($> -6,00$ D) peut entraîner des changements lenticulaires irréversibles de la rétine, le praticien devrait avoir pour objectif de réduire la myopie à des niveaux plus sûrs².

L'un des défis actuels consiste à gérer la progression de la myopie chez les enfants chez qui elle risque d'évoluer rapidement, c'est-à-dire ceux qui ont des parents et des frères et sœurs myopes. Les options pour freiner la myopie chez les enfants comprennent des méthodes optiques comme les lentilles de contact multifocales^{3,4}, l'orthokératologie⁵ et des outils pharmaceutiques comme l'atropine.⁶ Il a également été démontré que l'augmentation du temps passé à l'extérieur ralentit la progression de la myopie^{7,8}.

À l'exception de la méthode pharmaceutique (atropine), les outils servant à la prise en charge de la myopie infantile sont fondés soit sur un changement de la topographie cornéenne visant à produire une défocalisation rétinienne hypermétropique en mi-périphérie soit en augmentant la force dans la couronne périphérique d'une lentille cornéenne souple. Ces deux méthodes provoquent un épaississement de la choroïde de la couronne périphérique, qui est censé réduire l'allongement de la longueur axiale, et donc ralentir la progression de la myopie^{9,10}. Avec l'orthokératologie en particulier, la courbure de la cornée est aplatie dans la portion centrale pour corriger l'erreur de réfraction et accentuée dans la couronne périphérique pour créer une défocalisation myopique¹¹.

Bien qu'on ait préconisé l'orthokératologie comme méthode efficace pour traiter la myopie chez les enfants, l'ajustement des lentilles d'orthokératologie prend du temps. Par conséquent, si une lentille multifocale souple pouvait permettre d'obtenir le même résultat, la plupart des praticiens préféreraient cette modalité plus simple. La lentille multifocale souple a une valeur nominale de $+2,00$ D et s'est révélée prometteuse chez les enfants atteints de myopie. La quantification de la défocalisation myopique induite par l'orthokératologie n'a pas été bien établie, car elle semble être liée à la conception des lentilles cornéennes, à l'asymétrie que la lentille peut induire, et à l'importance de la myopie au départ^{12,13}.

L'objectif de cette étude était d'examiner rétrospectivement les données de patients qui avaient suivi un traitement d'orthokératologie pour la correction de la myopie et le ralentissement de la progression myopique (chez les patients plus jeunes) afin de quantifier l'accentuation de la courbure de la couronne périphérique de la cornée et la modification de la puissance de réfraction totale suite au traitement.

MÉTHODES

L'objectif principal de cette étude était de procéder à un examen rétrospectif des dossiers de 40 participants afin d'étudier l'accentuation de la courbure de la couronne périphérique de la cornée suite au traitement d'orthokératologie. Cette étude a également cherché à savoir si cette accentuation était liée à l'aplatissement central (C-TC), à l'excentricité cornéenne, la Rx initiale (sphère) et la courbure cornéenne initiale (kératométrie plate). Les participants qui étaient des patients de la clinique de lentilles cornéennes et qui avaient donné leur consentement signé pour l'examen des dossiers au cours des quatre dernières années ont été inclus dans l'étude.

Cette analyse comprenait la mesure des caractéristiques cornéennes/oculaires initiales par rapport aux changements finaux de courbure et de Rx, qui représentaient la dernière visite d'ajustement réussi. Les variables comprenaient l'aplatissement central, l'excentricité cornéenne, les courbures tangentielles de la couronne périphérique, la puissance de réfraction cornéenne totale, la Rx initiale (sphère) et la courbure cornéenne initiale (kératométrie plate). Le groupe a ensuite été subdivisé en deux groupes : myopie forte ($> -3,25$ D, $n = 40$ yeux) et faible ($< -3,00$ D, $n = 40$ yeux) aux fins de comparaison.

Les données ont été recueillies et exportées à partir de l'option « 4 map selectable » sur un Pentacam®. L'Oculus Pentacam® (Oculus, Wetzlar, Allemagne) est un appareil médical de classe II optométrique standard qui a été utilisé pour mesurer la courbure cornéenne tangentielle (CT) et la puissance de réfraction cornéenne totale (PRT). Le Pentacam® mesure la hauteur géométrique (élévation) en mm des surfaces cornéennes antérieure et postérieure, qui sont ensuite converties en valeurs de courbure axiale (sagittale) ou tangentielle, comme le montre la figure 1.

Par contre, la carte de la puissance de réfraction totale (figure 2) n'utilise que les valeurs de la surface antérieure. Elle calcule la puissance cornéenne selon la loi de réfraction de Snell, en supposant un indice de réfraction de 1,3375 pour convertir la courbure en puissance de réfraction (figure 3)¹⁴. Il s'agit d'une carte que d'autres topographes de Placido, ainsi que des tomographes comme le Pentacam, peuvent montrer parce que seule la surface antérieure doit être prise en compte dans le calcul de la puissance de réfraction.

Figure 1 : Carte topographique de courbure en mode tangentiel, surface antérieure de la cornée

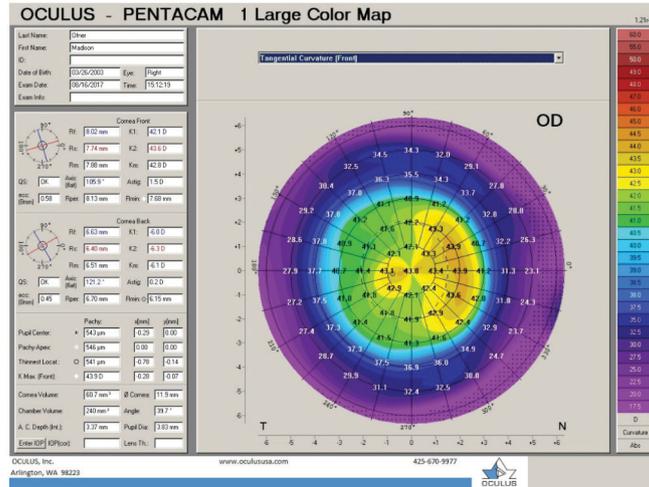


Figure 2 : Carte de la puissance de réfraction totale

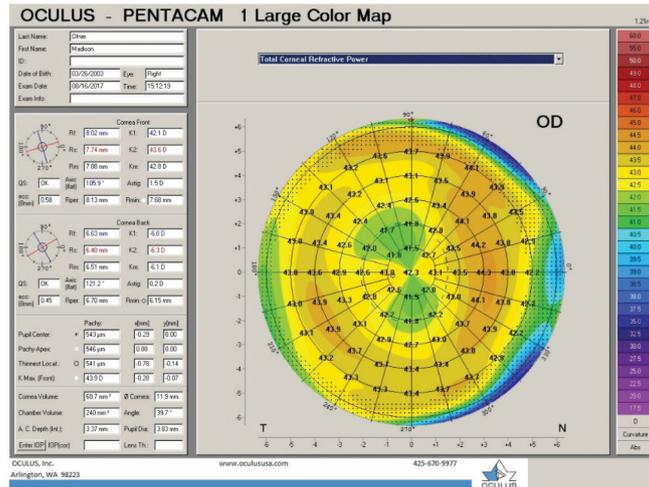
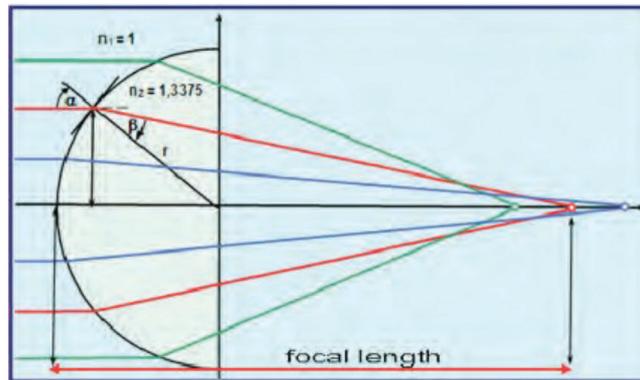


Figure 3 : Loi de la réfraction de Snell



Les données ont été analysées avant le début du traitement et à la dernière visite. Les données ont été recueillies dans la portion centrale et la couronne périphérique (nasale et temporale, supérieure et inférieure en incréments de 0,5 mm). Les données de réfraction au départ et à la dernière visite ont été recueillies à partir du dossier médical électronique.

Les lentilles cornéennes sélectionnées étaient des lentilles Paragon CRT[®] (Paragon, Mesa, AZ) faites de HDS 100 (un matériau d'acrylate de fluorosilicone de 100 DK), conçues pour corriger la myopie et réduire sa progression¹⁵. Les lentilles sont conçues pour avoir des surfaces antérieures et postérieures congruentes, chacune composée de trois zones : 1) la zone sphérique centrale, 2) une zone de retour (« return zone » conçue mathématiquement sigmoïdale à la cornée et 3) une « landing zone » sans courbure. Ce modèle de lentille comporte également une terminaison de bord elliptique convexe qui fait se joindre les surfaces antérieures et postérieures (guide d'ajustement CRT[®], Paragon Vision Sciences).

Un ajustement réussi a été confirmé pour tous les participants sur la base des données suivantes : réfraction manifeste, meilleure acuité visuelle corrigée, observations à la lampe à fente avec notation des résultats, acuité visuelle sans aide de même qu'aplatissement de la portion centrale de la cornée et accentuation de la courbure de la couronne périphérique illustrée sur les topographies cornéennes post-traitement d'orthokératologie.

Des statistiques descriptives ont été recueillies sur les variables de référence (âge, sexe, répartition des erreurs de réfraction, etc.). L'analyse des données a été effectuée à l'aide de STATISTICA (Tulsa, AZ). Les statistiques paramétriques (mesures répétées de l'ANOVA et tests *t*) ont été utilisées pour analyser les effets des lentilles sur l'erreur de réfraction, la topographie cornéenne et la puissance de réfraction totale de la cornée.

RÉSULTATS

Au total, 40 patients (80 yeux) âgés en moyenne de $13,95 \pm 6,80$ ans (plage de 7,5 à 45,25 ans), 34 sujets de sexe masculin et 46 sujets de sexe féminin, ont reçu des lentilles CRT ajustées à leurs yeux. La valeur globale moyenne de la sphère était de $-3,06 \pm 1,41$ D, l'excentricité cornéenne moyenne était de $0,46 \pm 0,10$ (de 0,11 à 0,76), et les lectures de kératométrie plate étaient de $42,51 \pm 0,23$ et $43,44 \pm 0,26$, respectivement, dans les méridiens horizontal et vertical, mesurés avec le Pentacam.

Nous avons réparti les participants en fonction de leur erreur de réfraction sphérique, puisque la composante cylindrique était négligeable, avec 40 yeux dans chaque groupe. Il n'y avait pas de différence d'âge significative entre les deux groupes (groupe 1 [forte myopie] : $14,56 \pm 7,12$ ans et groupe 2 [faible myopie] : $12,56 \pm 4,27$ ans, $p > 0,05$). Le groupe 1 avait une sphère moyenne de $-4,23 \pm 0,90$ D (variant de $-3,25$ à $-6,00$ D), une excentricité cornéenne moyenne de $0,47 \pm 0,10$ (0,26 à 0,76) et des lectures de kératométrie plate moyennes de $42,98 \pm 1,12$ et $44,07 \pm 1,47$ D dans les méridiens horizontaux et verticaux, respectivement. Le groupe 2 avait une sphère moyenne de $-1,89 \pm 0,62$ D ($-0,75$ à $-3,00$ D), une l'excentricité cornéenne moyenne de $0,45 \pm 0,10$ (0,11 à 0,58) et des lectures de kératométrie plate moyennes de $42,36 \pm 1,15$ D horizontalement et $43,26 \pm 1,25$ D verticalement. Il n'y avait pas de différence dans l'excentricité cornéenne entre les deux groupes ($p > 0,05$), malgré les différences dans la sphère de réfraction ($p < 0,0001$), ou dans les lectures de kératométrie plate lorsqu'on compare les méridiens horizontaux et verticaux ($p = 0,03$ et $p = 0,02$, respectivement).

La figure 4 présente des exemples de cartes de PRT et de CT à la dernière visite (après le traitement d'orthokératologie).

La figure 5a montre le changement topographique de la courbure tangentielle (CT) initiale pour tous les participants avec un pas d'échelle de 0,5 mm du centre, tant en nasal (N) qu'en temporal (T). À la fin du traitement, un changement significatif ($p < 0,0001$) a été observé dans le méridien horizontal. La différence entre la hauteur de l'aplatissement central (CT-C) et la surface maximale d'accentuation de la courbure de la couronne périphérique (CT-CP) était de $\pm 4,00$ D. Le différentiel entre la courbure initiale et après traitement de la couronne périphérique de la cornée était de $\pm 2,00$ D. Il y a une certaine asymétrie; la partie nasale est plus abrupte que la région temporale, ce qui indique un décentrement plus marqué en nasal ($p = 0,0001$).

Les CT-CP et PRT-CP verticales n'ont pas été analysées de façon aussi approfondie que les valeurs dans le méridien horizontal parce que la paupière supérieure empêchait souvent la collecte de données sur la cornée supérieure et inférieure et donc la détermination de la valeur exacte de l'accentuation de la courbure de la couronne périphérique. En général, cependant, les résultats verticaux étaient semblables aux résultats horizontaux, en ce

sens que la valeur maximale de l'accentuation en couronne périphérique (CT-CP) était de +/- 3,00 D et que le différentiel entre la courbure initiale et après traitement de la couronne périphérique de la cornée était encore de +/- 2,00 D ($p < 0,0001$) (figure 5b). On observait également une asymétrie, en ce sens que la courbure de la portion inférieure était plus accentuée que celle de la portion supérieure ($p = 0,003$).

Figure 4 : Exemples de cartes de puissance tangentielle et réfractive suite au traitement d'orthokératologie

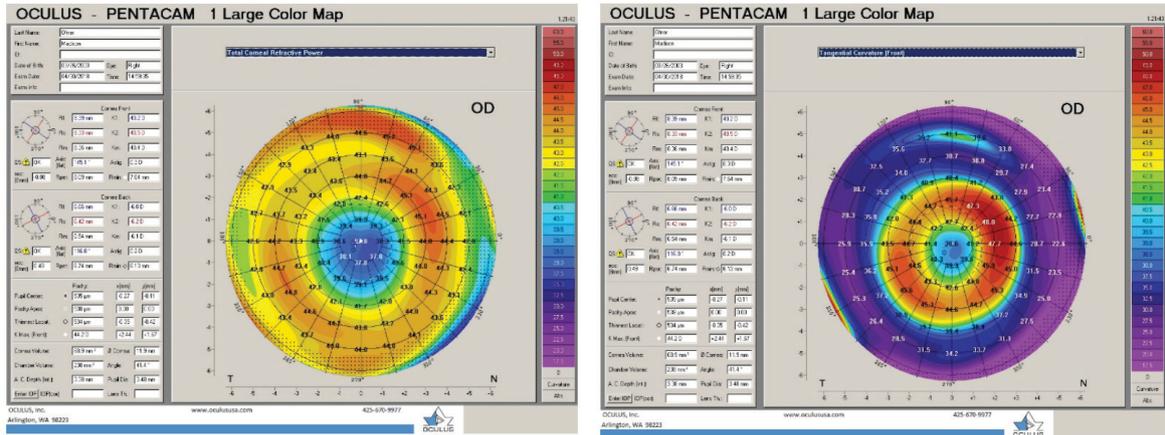
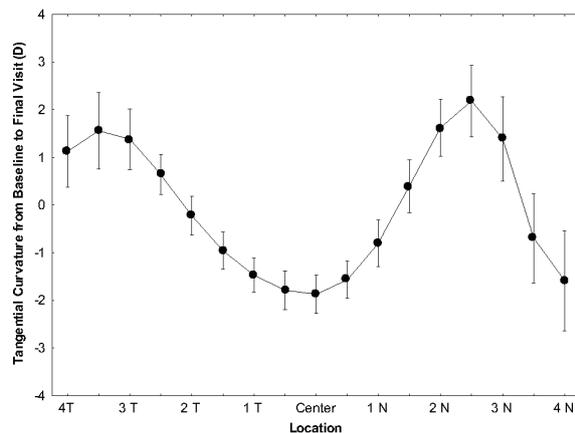
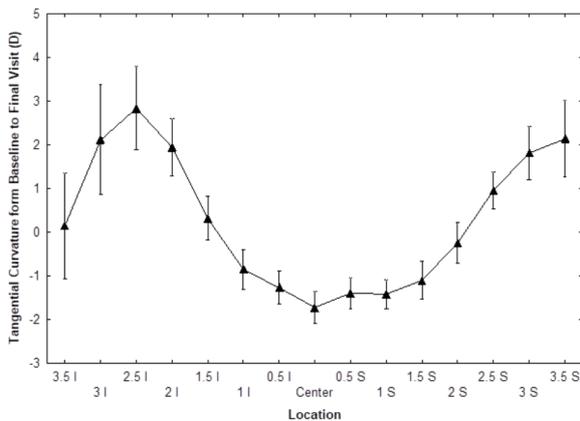


Figure 5a : Aplatissement central et accentuation de la courbure en couronne périphérique pour le méridien horizontal suite au traitement d'orthokératologie, groupe total ($n = 40$). Les barres verticales indiquent des intervalles de confiance de 95 %. Figure 5b : Aplatissement central et accentuation de la courbure en couronne périphérique pour le méridien vertical suite au traitement d'orthokératologie, groupe total ($n = 40$). Les barres verticales indiquent des intervalles de confiance de 95 %.

5a)

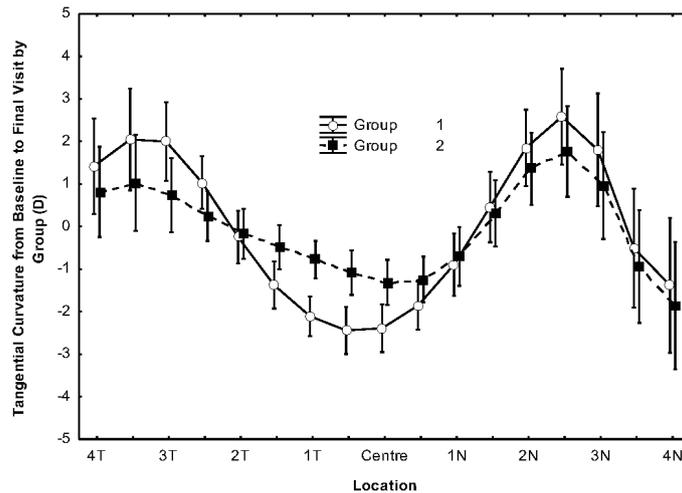


5b)



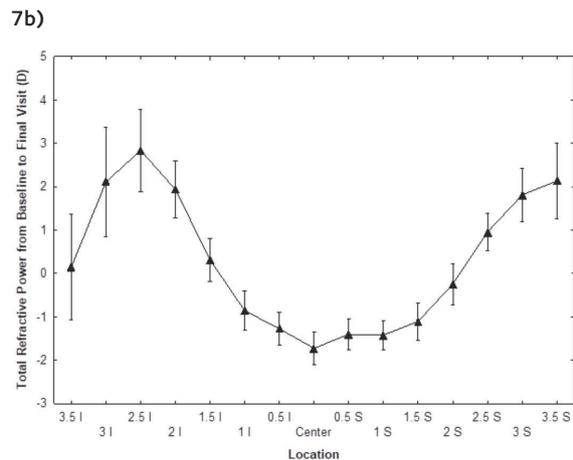
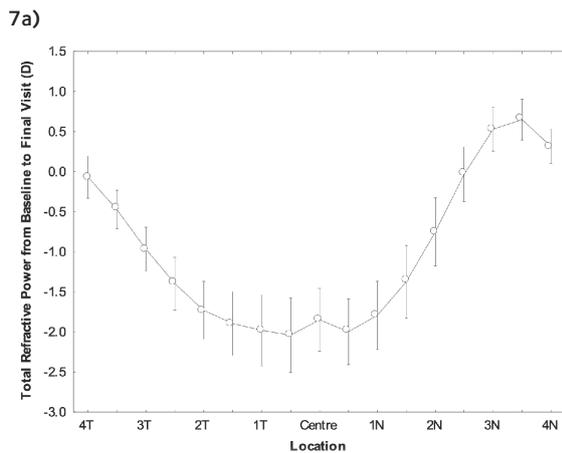
La figure 6 montre les différentiels de courbure tangentielle mesurées avec un pas d'échelle de 0,5 mm du centre, à la fois en nasal (N) et en temporal (T), en comparant les groupes de myopie forte (groupe 1) et faible (groupe 2). On observe une différence légèrement significative entre les deux groupes dans les portions centrales et périphériques ($p = 0,049$). Par ailleurs, la valeur de l'aplatissement central (CT-C) et de l'accentuation de la courbure en temporal (CT-CP) était significativement différente (post-hoc, $p = 0,01$), le groupe 2 affichait une asymétrie plus marquée par rapport aux données initiales.

Figure 6 : Aplatissement central et accentuation de la courbure en couronne périphérique suite au traitement d'orthokératologie dans les groupes de myopie forte et faible (n = 20 pour chaque groupe). Les barres verticales indiquent des intervalles de confiance de 95 %.



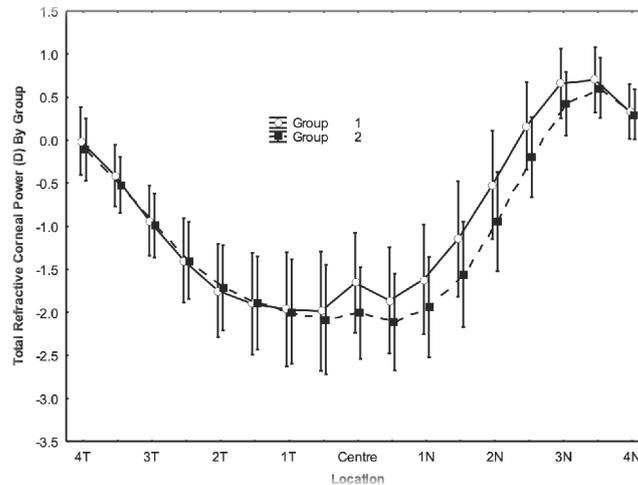
La figure 7a montre les changements de la puissance de réfraction totale (PRT) cornéenne pour tous les participants, mesurés avec un pas d'échelle de 0,5 mm du centre, tant du côté nasal (N) que du côté temporal (T) après traitement d'orthokératologie. Notez que la puissance de réfraction totale (définie comme la carte de réfraction selon la loi de Snell qui tient compte de l'aberration sphérique de l'œil et prend en considération les surfaces antérieure et postérieure de la cornée)¹⁶ diminue dans la portion centrale (+/- 2,00 D) et augmente en couronne périphérique (+/- 0,75 D) de façon significative ($p < 0,0001$) après traitement par rapport à sa valeur initiale (dernière visite). Les résultats de la comparaison entre les portions inférieure et supérieure (fig. 7 b) étaient également semblables aux résultats dans le méridien horizontal en nasal et en temporal, en ce sens que la portion inférieure de la cornée présentait une différence de puissance de réfraction plus importante ($0,88 \pm 1,80$ D) que la portion supérieure ($0,17 \pm 1,06$ D) lorsqu'on les compare aux valeurs initiales, probablement en raison d'un décentrement en inférieur ($p < 0,0001$).

Figure 7a : Changements de la puissance de réfraction cornéenne totale suite au traitement d'orthokératologie pour le méridien horizontal, groupe total (n = 40). Les barres verticales indiquent des intervalles de confiance de 95 %. **Figure 7b :** Changements de la puissance de réfraction cornéenne totale suite au traitement d'orthokératologie pour le méridien vertical, groupe total (n = 40). Les barres verticales indiquent des intervalles de confiance de 95 %.



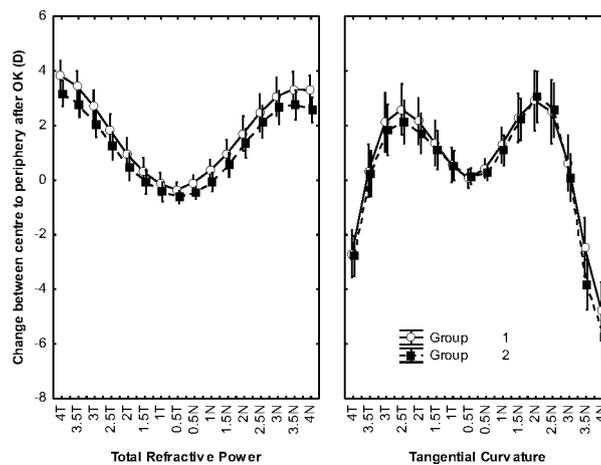
Il n'y avait pas de différence significative ($p = 0,321$) dans la puissance de réfraction totale à chaque endroit mesuré avec un pas d'échelle de 0,5 mm du centre, tant en nasal (N) qu'en temporal (T), comme le montre la figure 8. En outre, il n'y avait pas de différence entre la PRT en nasal, en temporal et centrale (post-hoc, $p > 0,05$). Par ailleurs, des différences significatives ont été observées lorsque l'on a comparé la portion centrale à la couronne périphérique pour les deux groupes ($p < 0,0001$).

Figure 8 : Changements de la puissance de réfraction cornéenne totale suite au traitement d'orthokérotologie dans les groupes de myopie forte et faible ($n = 20$ pour chaque groupe). Les barres verticales indiquent des intervalles de confiance de 95 %.



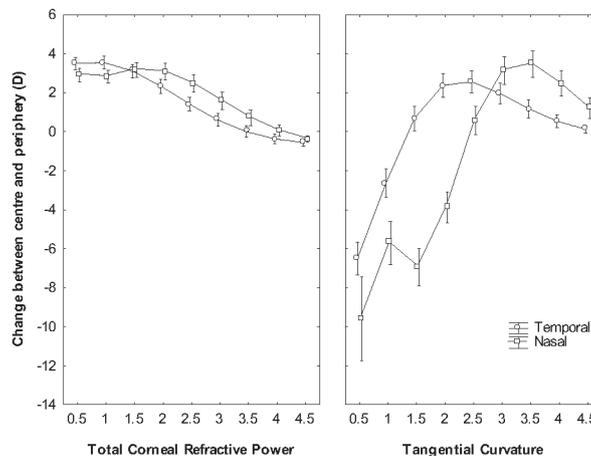
Les changements de topographie et de réfraction totale dans la portion centrale et la couronne périphérique après le traitement d'orthokérotologie (à la dernière visite seulement) ont été examinés pour chaque groupe, et les résultats sont présentés à la figure 9. Il y avait des différences importantes dans la topographie de la courbure et la puissance de réfraction totale ($p < 0,0001$) lorsque les deux groupes ont été comparés pour chaque emplacement ($p < 0,0001$).

Figure 9 : Changements topographiques de la courbure et les données de réfraction totale du centre à la périphérie moyenne après OK dans les groupes de myopie forte et faible ($n = 20$ pour chaque groupe). Les barres verticales indiquent des intervalles de confiance de 95 %.



Lorsque nous avons comparé les changements dans la portion centrale aux changements de la courbure de la couronne périphérique suite au traitement d'orthokératologie à la dernière visite seulement, nous avons observé un changement asymétrique de la couronne périphérique, comme on le voit à la figure 10, où la courbure tangentielle était plus affectée par un décentrement en nasal qu'en temporal ($p < 0,0001$). La variation de la puissance de réfraction totale a également été affectée de façon significative en nasal, mais dans une moindre mesure ($p < 0,0001$).

Figure 10 : Changement de la courbure tangentielle et de la puissance de réfraction cornéenne totale entre la portion centrale et la couronne périphérique, tant en nasal qu'en temporal, mettant en évidence l'asymétrie des résultats du traitement ($n = 40$). Les barres verticales indiquent des intervalles de confiance de 95 %.



Des calculs ont été effectués pour déterminer quelles variables prédictives étaient corrélées avec la quantité d'accentuation de la courbure de la couronne périphérique de la cornée. Aucune des variables prédictives (eccentricité cornéenne, kératométrie plate horizontale et sphère initiale) n'était significativement corrélée ($p > 0,05$) avec la quantité d'accentuation de la courbure de la couronne périphérique de la cornée. Il y avait des corrélations significatives entre la réfraction sphérique initiale, le changement de courbure tangentielle de la portion centrale et le changement de puissance de réfraction totale centrale ($R^2 = 0,33$ et $0,36$, respectivement, $p < 0,0001$).

DISCUSSION

Les premières études sur les animaux et les humains ont indiqué qu'un changement de la puissance de réfraction périphérique peut réduire la progression de la myopie en induisant des défocalisations myopiques dans la couronne périphérique de la rétine^{9,17}. La puissance de réfraction de l'œil n'est pas constante dans toute la cornée. En fait, la plus grande puissance de réfraction se produit en périphérie en raison de l'aberration sphérique, malgré l'elliptique prolata (aplatissement du centre à la périphérie) de la cornée. De plus, la lumière qui frappe la couronne périphérique de la cornée le fait de manière oblique, ce qui provoque plus d'aberrations¹⁸. Des études ont montré que les yeux myopes présentent des défocalisations hyperopiques de la couronne périphérique, ce qui entraîne une augmentation de la myopie. Lorsque ce problème est corrigé au moyen d'une défocalisation myopique en couronne périphérique de la cornée, la progression de la myopie peut être ralentie, car les changements à la couronne périphérique dominent sur tout changement fovéal¹⁹⁻²¹. Les lentilles CRT[®] utilisées dans cette étude ont été conçues pour corriger la myopie. À l'heure actuelle, il y a des modifications à la conception de cette lentille à géométrie inversée qui pourraient être plus efficaces pour contrôler la myopie. Le but de cet examen des dossiers était d'examiner les changements topographiques induits par cette lentille à géométrie inversée, car il s'agit de la base des modèles de contrôle de la myopie.

Les lentilles cornéennes d'orthokératologie créent des défocalisations myopiques de la couronne périphérique dans la région para-fovéale de la rétine par la géométrie unique de leur face arrière. La couronne périphérique de la zone centrale plus accentuée (aussi appelée courbe inverse) commence au bord de la zone optique arrière et est la zone la plus importante pour le contrôle de la myopie parce qu'elle crée des défocalisations myopiques dans les

régions para-fovéales^{9,10}. De nombreuses études ont montré que l'utilisation de ce type de lentilles cornéennes est efficace pour traiter des myopies faibles à moyennes^{22,23}. Cette étude a montré des résultats plus précis concernant les changements topographiques avec OK. Ni l'ampleur de l'aplatissement central avec l'accentuation correspondante de la courbure en couronne périphérique ni la quantité de changement de la puissance de réfraction totale n'étaient significativement différentes entre les groupes de myopie forte et faible. Toutefois, l'aplatissement central et l'accentuation de la courbure en couronne périphérique ont une influence significative sur la CT mais pas sur la puissance de réfraction totale. Cette étude montre que l'accentuation de la courbure plus prononcée observée seulement dans la portion nasale de la couronne périphérique chez les personnes atteintes de myopie forte comparativement aux cas de myopie faible qui a été relevée dans une étude récente pourrait être liée au décentrement des lentilles et à un aplatissement central plus marqué¹². Il n'y avait pas de différences significatives dans les lectures de kératométrie plate ou l'excentricité cornéenne entre les deux groupes. Si l'on tient compte de la différence significative entre la CT des groupes de myopie forte et faible, alors les changements dans l'accentuation de la courbure de la portion centrale et en couronne périphérique (moyenne de CT-C +/- 4 D et de CT-CP +/- 2 D) sont étroitement liés à l'erreur de réfraction initiale. Par contre, il n'y avait pas de différence entre les deux groupes en ce qui concerne la CT ou la PRT. Il y a deux explications possibles qui peuvent aider à interpréter les résultats. Premièrement, les changements topographiques, et donc la réfraction connexe, sont attribuables à la conception des lentilles cornéennes. Les lentilles sont conçues pour que l'accentuation de la courbure de la couronne périphérique par rapport à la courbure initiale soit assez constante (de 500 à 550 microns)¹⁵. Par conséquent, il est possible de déduire que l'accentuation de la courbure de la couronne périphérique correspond uniquement à la géométrie inverse de la lentille lorsque les résultats sont considérés globalement. Deuxièmement, il y a des données probantes qui montrent que l'utilisation de lentilles d'orthokératologie entraîne un épaissement de valeur constante de l'épithélium (entre 13 et 16 microns)^{24,25} dans la zone inversée, ce qui appuie également le résultat d'une quantité à peu près constante de changements en couronne périphérique. Cela est en outre corroboré par le fait que nos variables prédictives n'étaient pas corrélées à la quantité d'accentuation de la courbure de la couronne périphérique, puisque cette dernière n'a pas varié avec le changement de la puissance de réfraction.

La thérapie réfractive de la cornée et le remodelage de la forme de la cornée qui en résulte sont contrôlés par les lois mathématiques. Selon la formule de Munnerlyn²⁶, les changements de la forme cornéenne ne peuvent dépasser la quantité prévue d'aplatissement central. Dans son analyse des changements de la forme de la cornée, Mountford²⁷ a découvert que l'erreur de réfraction induite par un traitement d'orthokératologie accéléré entraînait une réduction moyenne de la myopie de $2,19 \pm 0,80$ D, avec une réduction maximale de 5,00 D, ce qui correspond à nos résultats. Mountford a également découvert des corrélations entre la puissance cornéenne apicale et le rayon avec un changement de réfraction. Cette étude a également révélé une corrélation significative entre le changement de la réfraction sphérique et celui de la courbure tangentielle de la portion centrale et de la puissance de réfraction totale. D'autres études ont trouvé une quantité similaire d'accentuation de la courbure de la couronne périphérique, ce qui appuie encore davantage notre hypothèse^{13,28,29}.

Comme on s'y attendait, cette étude a montré des changements importants de la courbure tangentielle et de la puissance de réfraction cornéenne totale dans la portion centrale et la couronne périphérique. Cela a été signalé par Swarbrick *et coll.*³⁰, qui ont discuté des changements de topographie entre le centre et 3 emplacements situés en nasal et en temporal, de 0,5 mm à 1,75 mm et de 0,25 mm à 2,50 mm, respectivement, et n'ont pas trouvé de changement significatif de la topographie selon l'emplacement. Cependant, nos données topographiques ont été analysées avec un pas d'échelle de 0,5 mm dans le méridien horizontal et il y a eu des changements importants entre les données initiales et les données observées au moment de la visite finale pour chaque emplacement. Cette méthode nous a permis de déterminer des changements plus subtils, ce qui aide à expliquer les différences statistiques qui n'ont pas été relevées dans l'étude de Swarbrick.

Il y a des études qui montrent que le remodelage cornéen qui se produit avec l'orthokératologie est le résultat de changements dans l'épaisseur de l'épithélium.^{24-26,31} Dans une étude de Reinstein *et coll.*³¹, l'épithélium périphérique moyen a épaissi de 16 µm avec l'orthokératologie. Wang *et coll.*²⁵ et Haque *et coll.*²⁴ ont montré que les changements d'épaisseur de l'épithélium observés dans la portion centrale et en couronne périphérique sont les mêmes, quelle que soit le degré myopie initial. Ils ont montré un amincissement de l'épithélium central de $5,1 \% \pm 4,5 \%$ par rapport à son épaisseur initiale et un épaissement important en couronne périphérique (1,9 % en temporal et 2,4 % en nasal). Alharbi *et coll.*²⁶ ont également observé cette quantité asymétrique de changement de l'épaisseur épithéliale cornéenne de la couronne périphérique en nasal et en temporal, et attribuaient ce phénomène à un léger décentrement des lentilles dans la plupart des cas. Dans la présente étude, la comparaison de la CT et de la PRT de la cornée

en nasal et en temporal a également révélé des changements asymétriques, ce qui pourrait être lié aux changements épithéliaux qui ont été observés par d'autres.

Cette étude a certaines limites, puisqu'il s'agissait d'un examen rétrospectif des dossiers plutôt que d'un essai clinique contrôlé. De plus, la taille de l'échantillon pourrait être plus grande en raison de la prévalence élevée de la myopie.

CONCLUSION

Avec les lentilles d'orthokératologie, les variations de la puissance de réfraction en couronne périphérique et de la courbure par topographie tangentielle étaient respectivement de +/- 0,75 D et de +/- 2,00 D dans les méridiens horizontaux et verticaux. Dans les portions centrale et nasale, on observait une variation significative selon l'erreur de réfraction sphérique initiale. Les résultats de cette étude devraient fournir de précieux renseignements sur les changements topographiques et de réfraction qui se produisent avec un traitement d'orthokératologie utilisant des lentilles de cette conception.

RÉFÉRENCES

- Rose K, Harper R, Tromans C, et al. Quality of life in myopia. *Br J Ophthalmol* 2000 Sep; 84(9): 1031-4.
- Saw SM, Gazzard G, Shih-Yen EC, Chua WH. Myopia and associated pathological complications. *Ophthalmic Physiol Opt* 2005 Sep;25(5):381-91.
- Aller TA, Liu M, Wildsoet CF. Myopia control with bifocal contact lenses: a randomized clinical trial. *Optom Vis Sci* 2016 Apr;93(4):344-52.
- Walline JJ, Greiner KL, McVey ME, Jones-Jordan LA. Multifocal contact lens myopia control. *Optom Vis Sci* 2013 Nov;90(11):1207-14.
- Sun Y, Xu F, Zhang T, et al. Orthokeratology to control myopia progression: a meta-analysis. *PLoS One* 2015 Apr 9;10(4):e0124535.
- Li SM, Wu SS, Kang MT, et al. Atropine slows myopia progression more in Asian than white children by meta-analysis. *Optom Vis Sci* 2014 Mar;91(3):342-50.
- Sherwin JC, Hewitt AW, Coroneo MT, Kearns LS, Griffiths LR, Mackey DA. The association between time spent outdoors and myopia using a novel biomarker of outdoor light exposure. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012 Jul 1;53(8):4363-70.
- Sherwin JC, Reacher MH, Keogh RH, Khawaja AP, Mackey DA, Foster PJ. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2012 Oct;119(10):2141-51.
- Smith EL 3rd, Kee CS, Ramamirtham R, Qiao-Grider Y, Hung LF. Peripheral vision can influence eye growth and refractive development in infant monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005 Nov;46(11):3965-72.
- Smith EL 3rd, Hung LF. The role of optical defocus in regulating refractive development in infant monkeys. *Vision Res* 1999 Apr;39(8):1415-35.
- Woo GC, Chow E, Cheng D, Woo S. A study of the central and peripheral refractive power of the cornea with orthokeratology treatment. *Int Contact Lens Clin* 1994;21:132-6.
- Marcotte-Collard R, Simard P, Michaud L. Analysis of two orthokeratology lens designs and comparison of their optical effects on the cornea. *Eye Contact Lens* 2018 Sep;44(5):322-9.
- Maseedupally V, Gifford P, Lum E, Swarbrick H. Central and paracentral corneal curvature changes during orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2013 Nov;90(11):1249-58.
- Hr P. OCULUS Pentacam® Pentacam® HR Interpretation Guide 3rd edition. https://www.pentacam.com/fileadmin/user_upload/pentacam.de/downloads/interpretations-leitfaden/interpretation_guideline_3rd_edition_0915.pdf, Accessed February 10, 2019.
- Paragon CRT. Perspectives on Fitting Paragon CRT® Dual Axis™. https://www.artoptical.com/storage/docs/CRT_Dual_Axis.pdf.
- Sanders DR, Koch DD, eds. An atlas of corneal topography. Thorofare, NJ: Slack Incorporated, 1993.
- Sankaridurg P, Holden B, Smith E 3rd, et al. Decrease in rate of myopia progression with a contact lens designed to reduce relative peripheral hyperopia: one-year results. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011 Dec 9;52(13):9362-7.
- Calossi A. Corneal asphericity and spherical aberration. *J Refract Surg* 2007 May;23(5):505-14.
- Atchison DA, Pritchard N, Schmid KL. Peripheral refraction along the horizontal and vertical visual fields in myopia. *Vision Res* 2006 Apr;46(8-9):1450-8.
- Chen X, Sankaridurg P, Donovan L, et al. Characteristics of peripheral refractive errors of myopic and non-myopic Chinese eyes. *Vision Res* 2010 Jan;50(1):31-5.
- Mutti DO, Sholtz RI, Friedman NE, Zadnik K. Peripheral refraction and ocular shape in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000 Apr;41(5):1022-30.
- 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 Jan;30(1):71-80.
- Walline JJ, Rah MJ, Jones LA. The children's overnight orthokeratology investigation (COOKI) pilot study. *Optom Vis Sci* 2004 Jun;81(6):407-13.
- Haque S, Fonn D, Simpson T, Jones L. Corneal and epithelial thickness changes after 4 weeks of overnight corneal refractive therapy lens wear, measured with optical coherence tomography. *Eye Contact Lens* 2004 Oct;30(4):189-93; discussion 205-6.
- Wang J, Fonn D, Simpson TL, Sorbara L, Kort R, Jones L. Topographical thickness of the epithelium and total cornea after overnight wear of reverse-geometry rigid contact lenses for myopia reduction. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003 Nov;44(11):4742-6.
- Alharbi A, Swarbrick HA. The effects of overnight orthokeratology lens wear on corneal thickness. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003 Jun;44(6):2518-23.
- Mountford, J. An analysis of the changes in corneal shape and refractive error induced by accelerated orthokeratology. *Int Contact Lens Clin* 1997;24:128-44.
- Charman WN, Mountford J, Atchison DA, Markwell EL. Peripheral refraction in orthokeratology patients. *Optom Vis Sci* 2006 Sep;83(9):641-8.
- Queirós A, González-Méijome JM, Jorge J, Villa-Collar C, Gutiérrez AR. Peripheral refraction in myopic patients after orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2010 May;87(5):323-9.
- Swarbrick HA, Wong G, O'Leary DJ. Corneal response to orthokeratology. *Optom Vis Sci* 1998 Nov;75(11):791-9.
- Reinstein DZ, Gobbe M, Archer TJ, Couch D, Bloom B. Epithelial, stromal, and corneal pachymetry changes during orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2009 Aug;86(8):E1006-14.