

Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie

Al-Amiedy, B. & Heijden, van der, J.S.

B.Al-Amiedy@student.hu.nl, J.vanderHeijden@student.hu.nl

05-06-2011, Optometrie, Hogeschool Utrecht, UVO

Abstract

This article describes the influence of the epithelial thickness on the maximum refractive error corrected by orthokeratology.

Method: Recognized databases had been used to collect literature for this research. All articles were examined on quality.

Results: Research shows that the epithelium is the most influential factor in the central corneal flattening. The stromal change has no significant influence on this flattening. A maximum of 30% epithelial thinning should be maintained to ensure the patients safety. On average 30% equals about 16 μm of epithelial thinning. Using the Munnerlyn's formula, the maximum optical zone for each refractive error could be calculated.

The epithelial thickness is significantly correlated with the maximum refractive error. To correct higher amounts of myopia, the optical zone should be reduced in diameter. A small optical zone will result in unsatisfied patients, due to an increased amount of aberrations.

Conclusion: Using larger optical zones on higher myopia, will lead to an higher reduction in epithelial thickness. If this reduction exceeds the 30% border, the functioning of the epithelium can be affected. This will result in reduced resistance to micro organisms.

In dit artikel wordt beschreven wat de invloed is van de epitheeldikte op de maximaal te corrigeren sterkte door middel van orthokeratologie.

Methode: Deze literatuurstudie is uitgevoerd met literatuur welke vergaard is via erkende databanken. De artikelen, gevonden via deze bronnen, zijn beoordeeld op een aantal kwaliteitspunten.

Resultaten: Onderzoek wijst uit dat de centrale verdunning van de cornea bijna volledig door het epitheel veroorzaakt wordt. Hierop heeft het stroma geen significante invloed. Om de veiligheid van de aanpassing te kunnen garanderen, mag het epitheel maximaal 30% dunner gemaakt worden. Dit komt gemiddeld neer op een maximale epitheelverdunning van 16 μm . Met deze gegevens kan door middel van de Munnerlyn's formule, per sterkte een maximale optische zone berekend worden.

De dikte van het epitheel is in sterke mate van invloed op de maximaal te corrigeren sterkte. Om bij orthokeratologie een hogere sterkte te kunnen corrigeren wordt er ingeleverd op de optische zone.

Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

Al-Amiedy, B. & Heijden, van der, J.S.

Een te kleine optische zone is erg storend voor de drager waarbij problemen op kunnen treden op het gebied van aberraties.

Conclusie: Indien de optische zone toch groter gemaakt wordt, ontstaat er meer verdunning van het epitheel dan er in diverse onderzoeken als veilig wordt beschouwd. Als deze verdunning meer dan 30% van het volledige epitheel wordt, dan kan het functioneren van het epitheel negatief beïnvloedt worden. Dit kan vervolgens leiden tot vermindering van de weerstand tegen lichaamsvreemde organismen.

Inleiding

Orthokeratologie is de techniek om doormiddel van contactlenzen gecontroleerd de keratometriewaarden van de cornea te veranderen en hierdoor de refractiewaarden te corrigeren.

Deze verandering wordt veroorzaakt door een contactlens met specifieke geometrie op de cornea te plaatsen. De contactlens oefent lichte druk uit op de cornea. Er ontstaat een centrale verdunning, gecombineerd met een verdikking aan de rand van de optische zone. Hierdoor ontstaat er een centrale afvlakking. De locatie van de rand van deze optische zone wordt, binnen het vakgebied, de mid-periferie benoemd. Dit bevindt zich op $2.25 \text{ mm} \pm 0.5$ van het centrum van de optische zone.

Orthokeratologie is een techniek die al langere tijd bestaat. Rond 1950 ontdekte men dat door het te vlak aanpassen van een vormstabiele lens de myopie af nam (Zhong *et al.*, 2009). Op dat moment was hier nog geen interesse voor. In 1964 beschreef Jessen de eerste zogenaamde “reverse geometry” lens. Deze lens had een vlakke centrale curve, ook wel optische zone genoemd, voor de correctie van de myopie. Aan de rand van deze optische zone staat de lens relatief ver van de cornea af. Hiervoor is aansluitend een zogenaamde “Reverse curve”, bedacht. Deze brengt de lens terug richting de cornea. Daarnaast biedt deze reverse curve, door de grote afstand tot de cornea, een traan reservoir. Dit reservoir zorgt er op zijn beurt voor dat de cornea van voldoende zuurstof wordt voorzien. Vervolgens dient de “Alignment curve” voor een goede passing van de lens, zodat deze goed gecentreerd blijft zitten. Deze techniek is van belang voor een succesvolle orthokeratologie aanpassing en wordt momenteel nog steeds toegepast.

Tot 1980 werden vormstabiele en orthokeratologie lenzen gemaakt van PMMA materiaal. Door dit materiaal ontstond regelmatig een zuurstoftekort op de cornea. Door de uitvinding van zuurstof doorlatende materialen werd dit probleem in grote mate gereduceerd. (Swarbrick, H.A., 2006).

Pas in de jaren 90 kwam er meer interesse in orthokeratologie. Rond deze tijd werd de corneatopograaf betaalbaar voor contactlenspraktijken. Hierdoor werd het aanpassen van orthokeratologie lenzen vergemakkelijkt, omdat men geen passet meer hoefde te gebruiken. Door de corneatopograaf konden ook passingproblemen makkelijker worden opgelost. Met dit apparaat waren de veranderingen van de cornea te monitoren, zodat het effect van de aanpassing goed te zien was (Swarbrick, H.A., 2006).

In dezelfde periode ontwierpen Wlodyga and Stoyan een verbeterde versie van de orthokeratologie lens, met de “reverse curve”, waardoor er een snellere reductie van myopie mogelijk was (Worp en Ruston, 2006).

Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

Zoals hiervoor beschreven heeft orthokeratologie de laatste jaren veel positieve veranderingen doorgemaakt, waardoor de voorspelbaarheid enorm is verbeterd. Er zijn echter nog wel beperkingen, onder andere de refractie-afwijking. In Europa wordt over het algemeen een grens aangehouden van minimaal -0.75 dpt en maximaal -4.50 dpt. Deze ondergrens is vanwege het feit dat het standaard ontwerp van de orthokeratologie lens enkel voor myopie werkt. Dit komt doordat het huidige ontwerp gebaseerd is op het centraal afvlakken van de cornea.

Daarnaast is er een overcorrectie noodzakelijk, omdat gedurende de periode waarin de lens niet op het oog zit, de cornea langzaam terugloopt richting de originele vorm. Hierdoor zou zonder de overcorrectie de drager gedurende de dag ondergecorrigeerd raken (Mountford J., 1998 geciteerd door Nichols, 2000).

Het doel van dit artikel is een verband leggen tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte.

Materiaal en methode

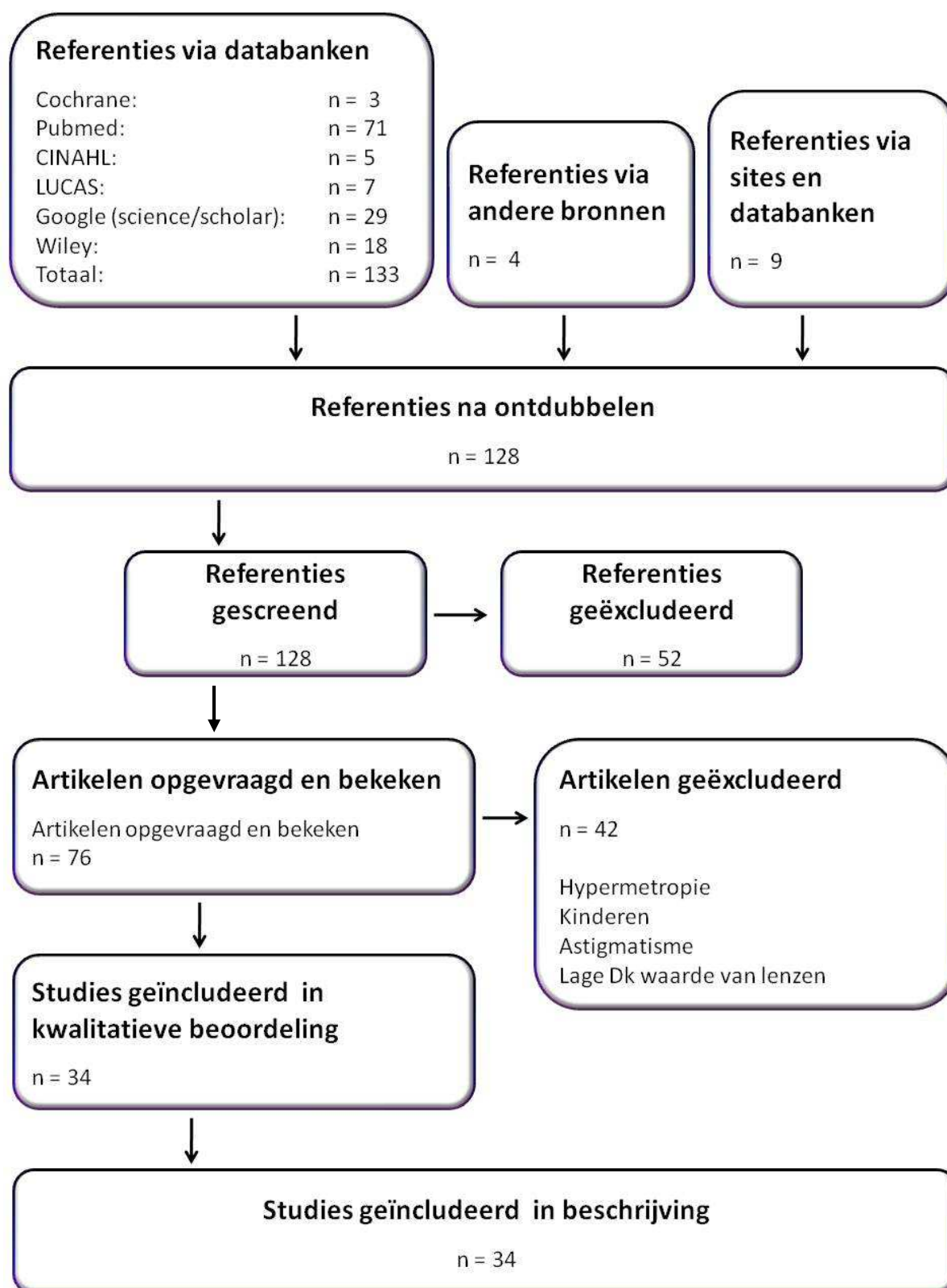
Zoals weergegeven in figuur 1, is bij het zoeken naar de literatuur gebruik gemaakt van enkele informatiebronnen. Hieronder vallen enkele erkende wetenschappelijke databanken: PubMed, CochRaine, Lucas en Google Science/Scholar. Enkele vakgerelateerde websites zoals I-site en Contact Lens Spectrum zijn ook gebruikt voor het vinden van achtergrondinformatie. Hierna zijn deze honderdachtentwintig artikelen kort gescreend. Waarna er zesenzeventig artikelen overbleven. Deze zijn uitgebreider gescreend op geschiktheid voor deze literatuurstudie, waarvoor ze moesten voldoen aan een aantal inclusie en exclusie criteria.

Onder de inclusie criteria vallen de volgende punten: Het moet gaan over de techniek orthokeratologie. Er moet gebruik gemaakt zijn van moderne hoog zuurstof doorlatende materialen, zodat de resultaten in mindere mate beïnvloed zijn door het mogelijkerwijs optreden van oedeem (Gifford en Swarbrick, 2008).

Het type orthokeratologie lens en de leverancier zijn in dit onderzoek niet van belang, omdat deze nauwelijks tot geen invloed hebben op het eindresultaat (Tahan *et. al.*, 2003).

De contactlensgerelateerde geschiedenis van de proefpersonen is voor dit onderzoek niet van belang zolang de proefpersonen gelijkwaardig geïnstrueerd en onderzocht werden.

De exclusie criteria zijn onderzoeken op het gebied van astigmatisme en hypermetropie bij orthokeratologie. Dit omdat de literatuurstudie gericht is op de mate van myopie welke mogelijk is bij orthokeratologie.



Figuur 1: Stroomschema van de gebruikte zoekstrategie, met het aantal artikelen per fase

Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

Na het toepassen van de inclusie en exclusie criteria, is er een twintigtal artikelen geselecteerd. Hierin is het oudste artikel uit 1998 en het recentste uit 2011. De artikelen zijn beoordeeld op een aantal kwaliteitspunten en op de significantie van de resultaten.

Met het analyseren van de literatuur is rekening gehouden met de hiërarchie van de betrouwbaarheid binnen de verschillende soorten literatuur.

Naast de gebruikte wetenschappelijke artikelen en websites is er ook gebruik gemaakt van een aantal boeken. Deze zijn vooral gebruikt als achtergrond informatie en daardoor dus ook van mindere invloed op het trekken van de conclusie.

Uit het twintigtal artikelen is er een overzicht gemaakt van benodigde gegevens om de optische zone te kunnen berekenen. De optische zone heeft invloed op de kwaliteit van het zien en is gerelateerd aan de sterkte en de verdunning van de cornea. Om de berekening van de maximaal te behalen optische zone te kunnen maken is de Munnerlyn's formule gebruikt. Deze geeft het verband aan tussen de verdunning van de cornea, de diameter van de optische zone en de gecorrigeerde refractie. De Munnerlyn's formule is als volgt:

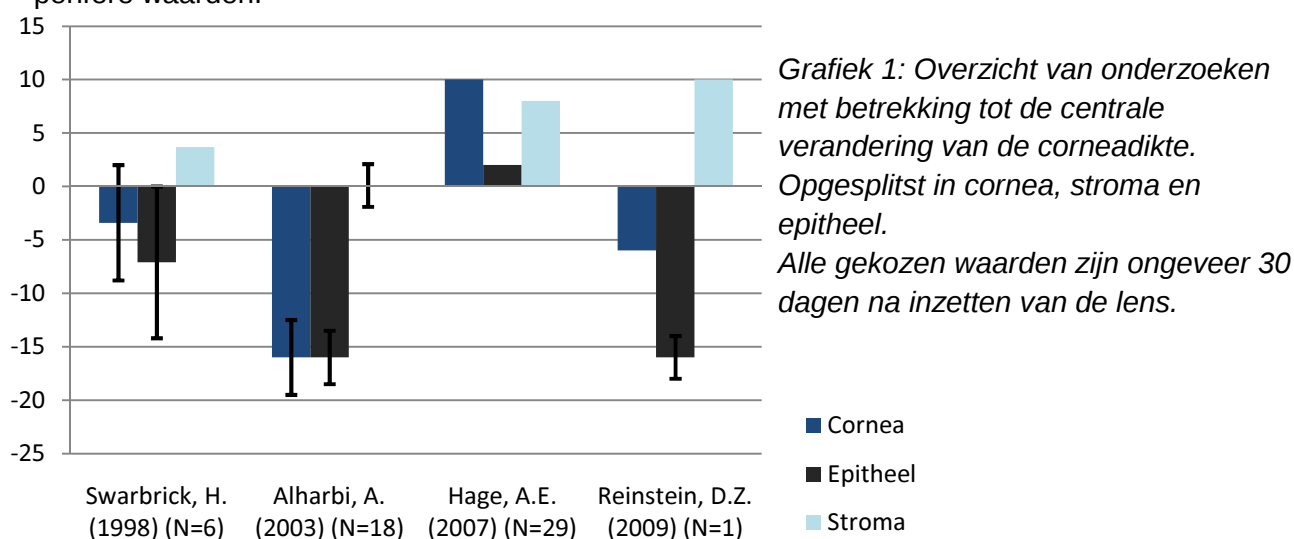
$$t = -S^2 \times D/8(n - 1)$$

Hierin staat 't' voor de hoeveelheid te verdunnen epitheel in μm . 'S' staat voor de diameter van de optische zone in mm. 'D' staat voor de te corrigeren sterkte in dpt. 'n' is de brekingsindex van de cornea. In dit artikel is gebruik gemaakt van een brekingsindex van 1.377 (Mountford, 2004).

Ook zijn artikelen opgezocht om te beoordelen welk verband de diameter van de optische zone heeft op de subjectieve bevindingen van de drager.

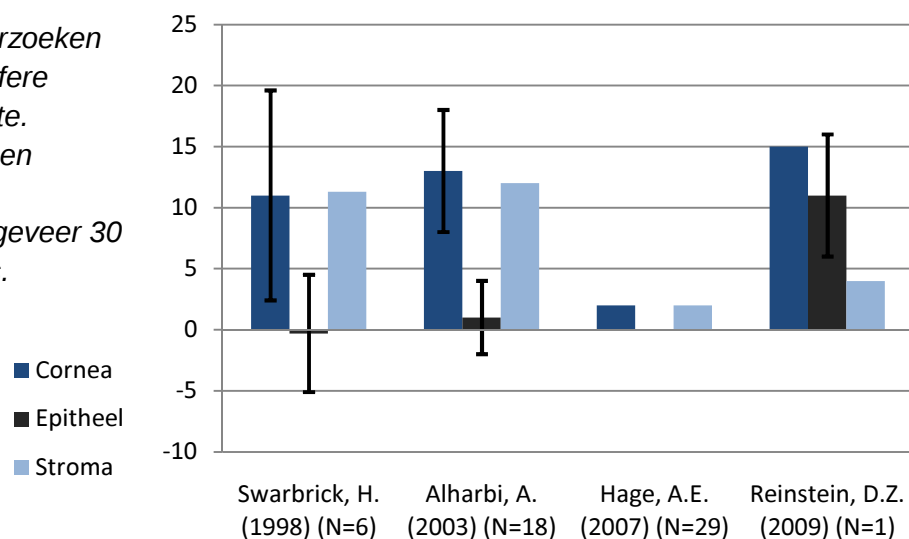
Resultaten

Door de afvlakking van de cornea binnen de optische zone ontstaat er centraal een verdunning. Onderzoek wijst uit dat de cornea verdunning centraal volledig epitheliaal is (Alharbi *et. al.*, 2003). De verdikking mid-perifeer is daarentegen bijna volledig stroomaal. Voor een overzicht van de resultaten van de verschillende onderzoeken op dit gebied zie grafiek 1 en 2, waarbij grafiek 1 de centrale cornea waarden bevat en grafiek 2 de mid-perifere waarden.



Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

Grafiek 2: Overzicht van onderzoeken met betrekking tot de mid-perifere verandering van de corneadikte. Opgesplitst in cornea, stroma en epitheel. Alle gekozen waarden zijn ongeveer 30 dagen na inzetten van de lens.



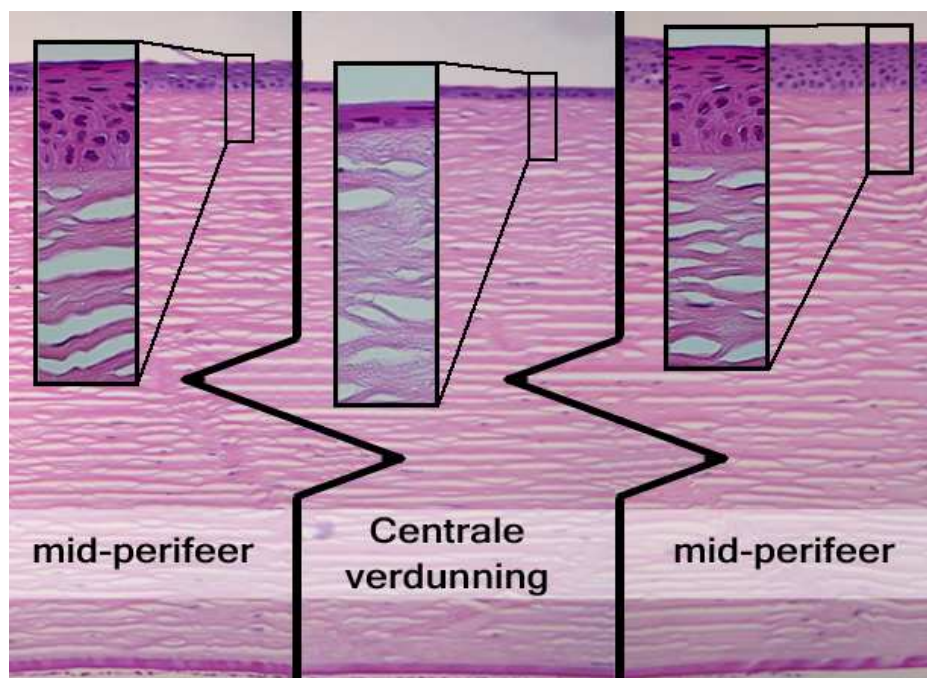
Uit het onderzoek van Swarbrick *et al.* (1998) blijkt dat de verdunning in de centrale cornea $3.4 \pm 5.4 \mu\text{m}$ ($p=0.086$) bedraagt. In het centrale epitheel treedt een verdunning op van $7.1 \pm 7.1 \mu\text{m}$ ($p<0.05$). Tevens is er een verdikking van de cornea gemeten, wat inhoudt dat er elders in de cornea een verdikking moet ontstaan. Deze verdikking vindt plaats in het stroma. In het onderzoek wordt tevens aangetoond dat er mid-perifeer (2.25 mm vanuit het centrum) een verdikking in de cornea ontstaat. Deze verdikking bedraagt $11.0 \pm 8.6 \mu\text{m}$ ($p<0.05$). Het epitheel vertoont daarentegen een verdunning van $0.3 \pm 4.8 \mu\text{m}$.

Enkele jaren later wijst een onderzoek van Alharbi, A. en Swarbrick H.A. (2003) uit dat er een significante verdunning in de centrale cornea ontstaat van $16.0 \pm 3.5 \mu\text{m}$ die vrijwel volledig door een epitheliale verdunning veroorzaakt wordt. Deze verdunning van het epitheel bedraagt $-16.0 \pm 2.5 \mu\text{m}$ ($p=0.001$). Daarnaast wordt in dit onderzoek een verdikking waargenomen die mid-perifeer (1.75 mm vanuit het centrum) is. Deze verdikking bedraagt $13.0 \pm 5.0 \mu\text{m}$, waarvan de verdikking in het epitheel $1.0 \pm 3.0 \mu\text{m}$ bedraagt.

Vier jaar later toonde het onderzoek van Hage, E.S. *et al.* (2007) tegenstrijdige resultaten ten opzichte van de voorgaande twee onderzoeken. In dit onderzoek werd centraal een cornea verdikking van $10.0 \mu\text{m}$ waargenomen. De verdikking van het epitheel bedraagt in deze $2.0 \mu\text{m}$. De cornea heeft in de mid-periferie (2 mm van de apex) een verdikking van $2.0 \mu\text{m}$. In de mid-periferie is geen verdikking van het epitheel gevonden.

Twee jaar terug maakte Reinstein, D. *et al.* (2009) een case rapport over de cornea veranderingen bij orthokeratologie. In dit onderzoek wordt een centrale epitheelverdunning waargenomen van $16.0 \pm 2.0 \mu\text{m}$, het stroma verdunt op deze plaats $10 \mu\text{m}$. In de mid-periferie is een verdikking van de cornea gevonden. De verdikking van het epitheel bedraagt $11.0 \pm 5.0 \mu\text{m}$, tevens verdikt het stroma op deze plaats met $4.0 \mu\text{m}$.

Zie figuur 2, voor een impressie van de cornea veranderingen. Hierin is duidelijk te zien dat het epitheel centraal significant dunner is ten opzichte van de mid-perifere epitheellaag.

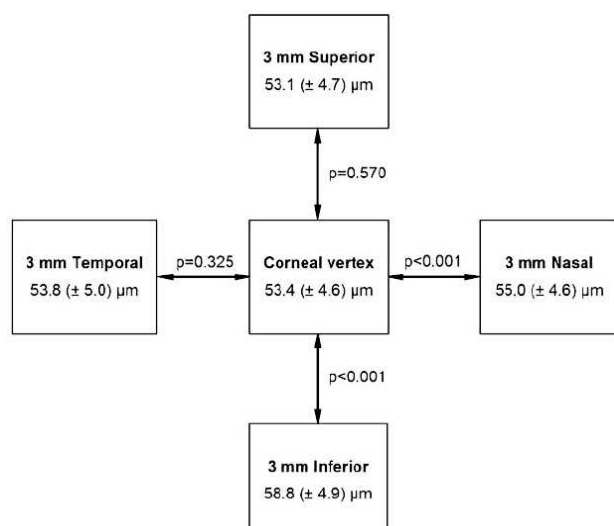


Figuur 2: Centrale verdunning van het epitheel bij orthokeratologie ten opzichte van de mid-periferie (Choo, J. et al., 2008)

De verdunning van het epitheel is echter niet onbeperkt. Met name omdat het epitheel van groot belang is voor de bescherming van het oog tegen bacteriën, virussen en andere organismen.

Volgens Swarbrick (1998) geeft een epitheelverdunning vanaf 30%, een hoger risico op infecties van de cornea (in: Mountford, 2004). In 2008 deed Reinstein *et al.* onderzoek naar de gemiddelde epitheeldikte. In dit onderzoek zijn bij 110 gezonde ogen op verschillende punten de epitheeldikte gemeten. Volgens dit onderzoek is de gemiddelde centrale epitheeldikte van de cornea $53.4 \pm 4.6 \mu\text{m}$ ($n=56$). Zie figuur 3 voor een overzicht van de gevonden epitheeldikten. Superior is dit $53.1 \pm 4.7 \mu\text{m}$, nasaal is dat $55.0 \pm 4.6 \mu\text{m}$, inferior is er een epitheeldikte gemeten van $58.8 \pm 4.9 \mu\text{m}$ en temporaal $53.8 \pm 5.0 \mu\text{m}$. Ter vergelijking, een normale corneadikte is centraal tussen de 490 en 560 μm dik (Kanski, 2003). Het epitheel is dus ongeveer 10% van de totale corneadikte.

Door 30% van de waarde van de gemiddelde centrale cornea epitheeldikte te nemen, kan er een gemiddelde maximale epitheelverdunning berekend worden. Deze gemiddelde maximale epitheelverdunning komt dan uit op 16 μm .



Figuur 3: Een overzicht van de gemiddelde dikten van het epitheel, op verschillende meetpunten. (Reinstein, D.Z., 2008) (N=56)

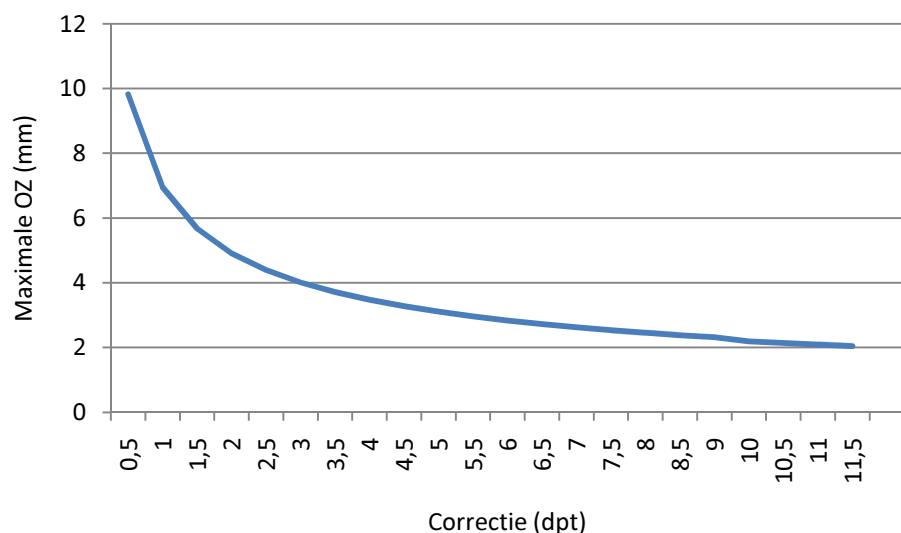
Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

De Munnerlyn's formule, welke oorspronkelijk bedacht is voor LASIK, geeft ook bij orthokeratologie het verband aan tussen de diameter van de optische zone (OZ) en de hoeveelheid epitheelverdunding aan de hand van de te corrigeren sterkte.

In tabel 1, staat een overzicht van de maximaal te behalen OZ, door de Munnerlyn's formule te combineren met de maximale epitheelverdunding van 16 μm bij verschillende te corrigeren sterkten. Bij een te corrigeren sterkte van -1,00 dpt is een theoretische maximale optische zone van 6,95 mm mogelijk. Terwijl er bij een sterkte van -4,50 dpt nog maar een optische zone van 3,27 mm mogelijk is. In grafiek 3 staan deze waarden grafisch weergegeven.

Te corrigeren sterkte:	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
Maximale OZ:	9,82	6,95	5,67	4,91	4,39	4,01	3,71	3,47	3,27	3,11	2,96	2,84	2,72	2,63	2,54

Tabel 1: Overzicht van de maximaal te behalen optische zone bij een maximale epitheelverdunding van 16 μm , volgens de Munnerlyn's formule



Grafiek 3: Grafische weergave van de maximale optische zone (mm) bij een epitheelverdunding van 16 μm bij verschillende sterkten in dioptrieën, volgens de Munnerlyn's formule.

Wat de invloed van de optische zone is, op de kwaliteit van het zicht, werd onderzocht door Lu, F. *et al.* (2007). Hieruit bleek dat er een duidelijk verband is tussen de diameter van de optische zone en de subjectieve ervaringen, sterkte en aberratie metingen. Gedurende de dag wordt de optische zone kleiner bij orthokeratologie, met als gevolg dat de boven genoemde factoren verslechteren. ($p=0.001$)

Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

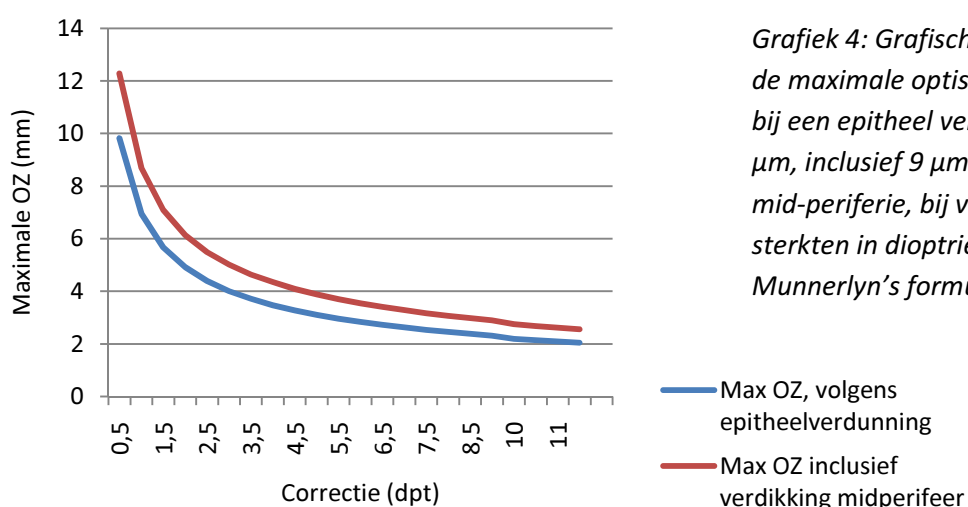
Conclusie

Uit de resultaten blijkt dat er centraal een verdunning ontstaat van de cornea. De centrale verandering wordt grotendeels veroorzaakt door een verdunning van het epitheel. Mid-perifeer, aan de rand van de OZ ($2.25 \text{ mm} \pm 0.5$), ontstaat er een verdikking van de cornea. Deze cornea verdikking lijkt veroorzaakt te worden door een verdikking van het stroma. Wat daarnaast de meeste artikelen concludeerden, was de onbekendheid over de veranderingen in de mid-periferie. Om meer duidelijkheid te geven over wat zich in de mid-periferie afspeelt moeten er nog nadere onderzoeken gedaan worden.

Om de gezondheid van het oog te waarborgen is slechts een maximale epitheelverdunning van 30% ($16 \mu\text{m}$) mogelijk, wat in dit artikel als veiligheidsgrens wordt beschouwd. Door deze veiligheidsgrens te hanteren, wordt de kans op complicaties verminderd. Dit vanwege het feit dat het epitheel de belangrijkste barrière is tegen lichaamsvreemde organismen. Een dunner epitheel kan minder weerstand bieden tegen pathologieën. Zo kan een epitheel welke significant meer dan 30% verdund is, weinig weerstand bieden tegen bijvoorbeeld bacteriën. Hierdoor wordt het oog vatbaarder voor infecties (in: Foster, 2005).

Door op deze maximale verdunning van het epitheel, in combinatie met verschillende refractie waarden, de Munnerlyn's formule toe te passen kan er berekend worden welke optische zone er overblijft na een correctie door middel van orthokeratologie. Deze geeft een omgekeerd-exponentieel verband aan tussen de gecorrigeerde sterkte en de maximale optische zone, waardoor bij hogere sterkten een kleinere optische zone over blijft. Wat dus betekent: dat hoe hoger de te corrigeren sterkte is, hoe kleiner de optische zone is die je over houdt. Een kleinere optische zone heeft een sterk verband met de subjectieve bevindingen, de visus en aberraties. Bij het kleiner worden van de optische zone nemen de subjectieve bevindingen en de visus af en nemen de aberraties toe.

Tot nu toe is alleen de centrale cornea-verdunning opgenomen in de berekening. Het is echter mogelijk om de optische zone groter te maken, doordat er mid-perifeer een verdikking ontstaat. Deze verdikking is zo'n $8\text{-}10 \mu\text{m}$ (Nieto-Bona, A. et al., 2011). Door dit mee te nemen in de berekening kunnen hogere sterktes gecorrigeerd worden zonder teveel in te leveren op de optische zone. In grafiek 4 is de berekening opnieuw gedaan, ditmaal inclusief $9 \mu\text{m}$ verdikking in de mid-periferie.



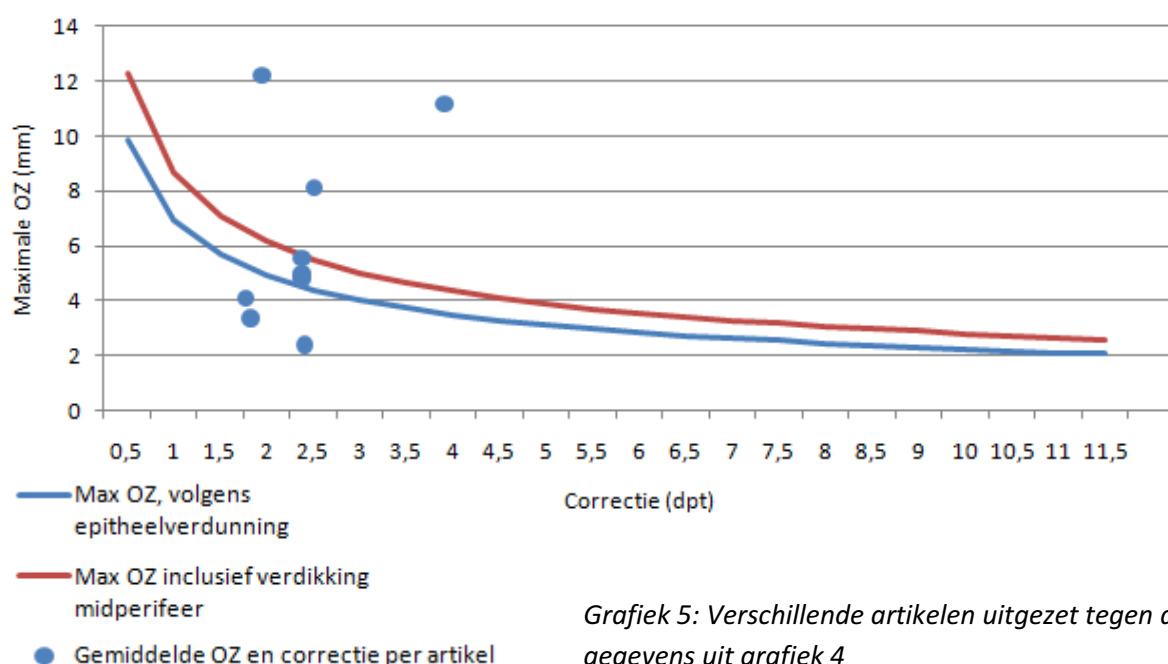
Grafiek 4: Grafische weergave van de maximale optische zone (mm) bij een epitheel verdunning van $16 \mu\text{m}$, inclusief $9 \mu\text{m}$ verdikking in de mid-periferie, bij verschillende sterkten in dioptrieën, volgens de Munnerlyn's formule.

Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

Vervolgens kunnen deze resultaten vergeleken worden met andere onderzoeken door de gemiddelde refractie verandering en optische zone in de grafiek uit te zetten. Bij ontbreken van de optische zone in de artikelen, is deze berekend volgens de eerder gebruikte Munnerlyn's formule.

Hierdoor kan bekeken worden of de artikelen voldoen aan de vastgestelde veiligheidsgrens in dit artikel. In grafiek 5 zijn de gegevens van deze artikelen grafisch weergegeven. Hierbij vallen Owens, H. *et al.*, (2004), Swarbrick, H.A., *et al.*, (1998) en Alharbi, A. en Swarbrick, H.A., (2003) ruim binnen deze veiligheidsgrens. Bij het onderzoek van Tahhan, N., *et al.* (2003) zijn vier verschillende lenstypen met elkaar vergeleken. Al deze lenstypen zitten dicht bij elkaar en tevens op de eerder vastgestelde veiligheidsgrens.

Wat opvalt is dat de onderzoeken van Hage, S.E., *et al.*, (2007), Reinstein, D.Z., *et al.*, (2009), Lui, W. en Edwards, M. (2000) ver buiten de in dit artikel gestelde veiligheidsgrens vallen. Hierdoor kan de veiligheid voor de proefpersonen dubieus genoemd worden.



Grafiek 5: Verschillende artikelen uitgezet tegen de gegevens uit grafiek 4

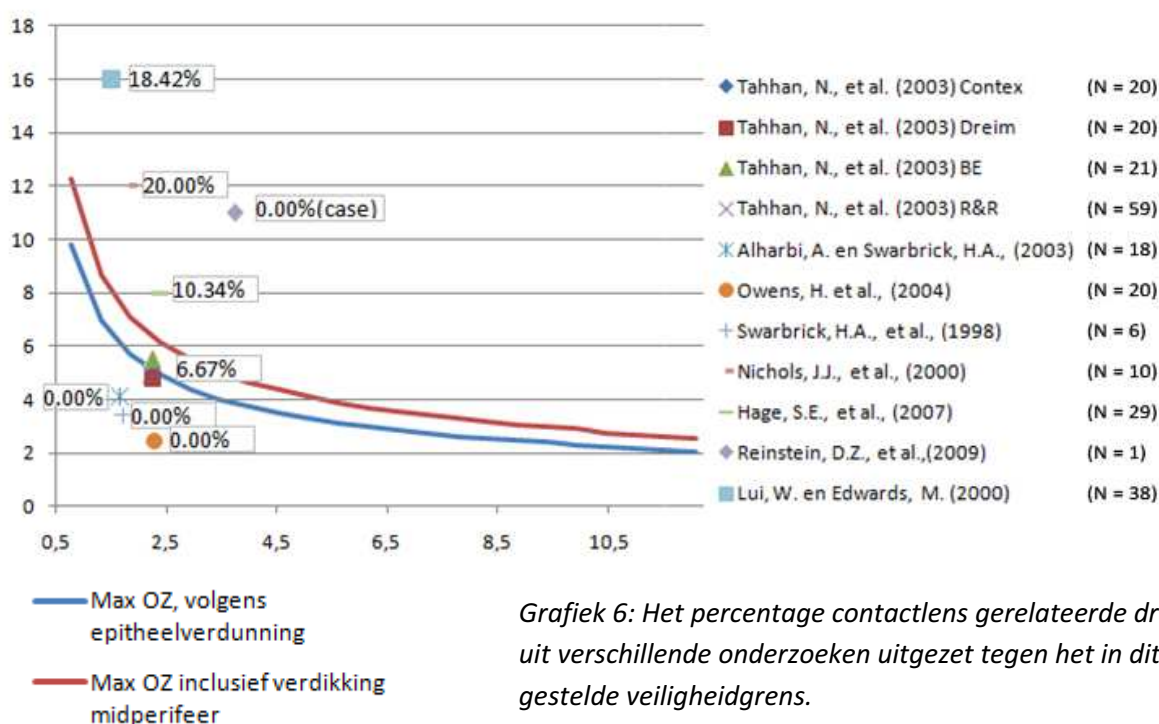
Vervolgens zijn de drop-outs in de eerder genoemde artikelen in kaart gebracht. Deze gegevens zijn te zien in tabel 2, geordend op jaartal, waardoor te zien is dat het jaartal niet van invloed is op het percentage drop-outs. Hierbij zijn de drop-outs onderverdeeld in drie verschillende categorieën. Ten eerste de contactlens gerelateerde drop-outs, zoals onacceptabele staining, contactlens intolerantie en subjectieve (visus) klachten. Ten tweede de categorie niet contactlens gerelateerde drop-outs, zoals bij verhuizingen of andere persoonlijke redenen, waardoor verdere controles niet meer mogelijk waren. Als laatste is er een categorie onbekend, welke drop-outs bevat door onbekende oorzaken of onbeschreven oorzaken.

Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

Artikel	Proefpersonen (n)	Drop-outs (n)	Drop-outs (%)	Contactlens gerelateerd (n)	Contactlens gerelateerd (%)	Niet contactlens	Niet contactlens gerelateerd (%)	Onbekend (n)	Onbekend (%)
Swarbrick, H.A., <i>et al.</i> , (1998)	6	2	33,33%	0	0,00%	2	33,33%	0	0,00%
Nichols, J.J., <i>et al.</i> , (2000)	10	1	10,00%	2	20,00%	0	0,00%	0	0,00%
Lui, W. en Edwards, M. (2000)	38	7	18,42%	7	18,42%	3	7,89%	0	0,00%
Tahhan, N., <i>et al.</i> (2003)	60	14	23,33%	4	6,67%	10	16,67%	0	0,00%
Alharbi, A. en Swarbrick, H.A., (2003)	18	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Owens, H. <i>et al.</i> , (2004)	20	1	5,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	5,00%
Hage, S.E., <i>et al.</i> , (2007)	29	9	31,03%	3	10,34%	0	0,00%	6	20,69%
Reinstein, D.Z., <i>et al.</i> , (2009)	1	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%

Tabel 2: Het aantal drop-outs van de artikelen, welke vergeleken zijn met het in dit artikel vastgestelde veiligheidsgrens. De drop-outs zijn onderverdeeld in drie categorieën: 1) Contactlens gerelateerd
2) Niet contactlens gerelateerd 3) Drop-outs waarbij het niet bekend is waarom deze gestopt zijn

De gegevens van de contactlens gerelateerde drop-outs zijn in grafiek 6 toegevoegd. Uit deze herrekenende gegevens blijkt duidelijk dat de artikelen, welke niet voldeden aan de in dit artikel gestelde veiligheidsgrens, significant meer drop-outs hebben. Het artikel van Reinstein *et al.* (2009) is een uitzondering hierop. Dit komt omdat dit een case report is, waardoor het percentage drop-outs op 0.00% uit komt.



Grafiek 6: Het percentage contactlens gerelateerde drop-outs uit verschillende onderzoeken uitgezet tegen het in dit artikel gestelde veiligheidsgrens.

Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

Discussie

Er zijn bij de meeste onderzoeken verdikkingen in de mid-periferie aangetoond, toch bleef de exacte reden hierachter nog onverklaard (Alharbi en Swarbrick, 2003). Daarnaast is er ook een artikel gebruikt welke ontkend dat er een mid-perifere verdikking ontstaat (Reinstein *et al.*, 2009). Deze verdikking wordt in bijna alle artikelen niet-significant genoemd, en treedt pas op vanaf dag vier (Alharbi en Swarbrick, 2003).

De meest aannemelijke oorzaak van de mid-perifere verdikking, welke genoemd is in verschillende artikelen, is het ontstaan van oedeem. Dit zou ook de variatie in de mate van de mid-perifere verdikking kunnen verklaren. Door verschillende contactlens-gerelateerde en externe factoren kan de mate van oedeem variëren bij verschillende personen.

Over wat er exact in het epitheel gebeurt, bestaat nog onenigheid. Volgens Holden (1989) wordt dit veroorzaakt door het verplaatsen van de epitheelcellen richting de mid-periferie (in: Swarbrick, 2006). Deze gedachte is echter achterhaald vanwege verschillende waarnemingen. Ten eerste lijkt, zoals eerder vermeld, het epitheel in de mid-periferie niet significant dikker te worden. (Swarbrick, 1998)(Hage, 2007) Daarnaast is, gezien de snelheid waarmee het epitheel verdunt, deze theorie te betwisten. De centrale verdunning van de cornea ontstaat de eerste tien dagen, maar uit zich al vanaf dag één. De mid-periferie verandert echter minder snel. Deze uit zich pas vanaf dag vier (Alharbi, 2003).

Verschuillende theorieën zijn op dit moment nog in omloop. Eén van deze theorieën is het dunner worden van de cellen, waardoor het gehele weefsel een verdunning vertoont. Ook is het mogelijk dat de hoeveelheid cellen centraal vermindert wat een zelfde effect op het weefsel heeft. In beide theorieën lijkt een kern van waarheid te zitten, zo blijkt uit Nieto-Bona *et al.* (2011). Hierin lijkt de oorzaak van de verdunning deels te ontstaan door vermindering van het aantal basaal-epitheelcellen. Daarnaast werd gevonden dat de meer anterior liggende epitheelcellen langer en breder leken te worden. Dit kan betekenen dat de dikte van deze cellen afgenomen is. Daarnaast zaten deze anterior gelegen cellen compacter op elkaar. Deze theorie is relatief nieuw waardoor er nog weinig ondersteunende artikelen zijn.

Een aantal artikelen welke gebruikt zijn als bron, zijn onderzocht op een kleine populatie. Hierdoor is de betrouwbaarheid ten opzichte van de gemiddelde populatie, te betwisten. De resultaten, gevonden uit onderzoeken op kleine populaties, kunnen hierdoor niet gegeneraliseerd worden. Dit gezien het feit dat orthokeratologie een techniek is welke over de gehele wereld toegepast wordt, waardoor er een grote verscheidenheid in deze populatie ontstaat. Hierdoor kunnen de resultaten mogelijkerwijs variëren, afhankelijk van de variatie van de etniciteit van de populatie.

Meer onderzoek op het gebied van orthokeratologie blijft noodzakelijk. Er worden op dit moment veel onderzoeken verricht om orthokeratologie toepasbaar te maken voor hypermetropen, hoog myopen en presbyopen. Ook worden er een aantal onderzoeken gedaan naar de fysiologie achter de corneaveranderingen. De inzichten waar deze onderzoeken toe leiden kunnen wellicht de orthokeratologie nog verder verbeteren.

Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

Referenties

- Alharbi, A., & Swarbrick, H. A. (2003). The Effects of Overnight Orthokeratology Lens Wear on Corneal Thickness. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2518-2523.
- Alharbi, A., & Swarbrick, H. (2003). The effects of overnight orthokeratology lens wear on corneal thickness. *IOVS*, 44(6), 2518-2523.
- Chan, B., Cho, P., & Mountford, J. (2010). Relationship between corneal topographical changes and. *Clinical and Experimental Optometry*, 237-242.
- Choo, J., Caroline, P. Harlin, D. (2004). How Does the Cornea Change Under Corneal Reshaping Contact Lenses? *Eye & Contact Lens*, 30(4), 211–213,
- Choo, J.D., Caroline, P.J. Harlin, D.D., Papas, E.B., Holden, B.A., (2008) Morphologic changes in cat epithelium following continuous wear of orthokeratology lenses: A pilot study. *Contactlens & Anterior eye*, 31, 29-37
- Foster, C.S., Azar, D.T., Dohlman, C.H. (2005). *The cornea; Scientific foundations & clinical practice*, 4^e druk, Philadelphia, Lippincott Williams & Willins, 2-8.
- Gifford, P., & Swarbrick, H. (2008). Time course of corneal topographic changes in the first week of overnight hyperopic orthokeratology. *optometry and vision science*, 85(12), 1165-1171.
- Hage, E. S., Keach, N., Miller, W., Prager, T., Marsack, J., Parker, K., et al. (2007). Empirical advanced orthokeratology through corneal topography: the university of houston clinical study. *eye & contact lens*, 33(5), 224-235.
- Jayakumar, J., & Swarbrick, H. (2005). the effect of age on short-term orthokeratology. *optometry and vision science*, 82(6), 505-511.
- Kanski, J., Menon, J., (2003). *Clinical ophthalmology, A systematic approach*. 5e druk, Philadelphia, p.100
- Lu, F., Simpson, T., Sorbara, L., & Fonn, D. (2007). The relationship between the treatment zone diameter and visual, optical and subjective performance in Corneal Refractive Therapy™ lens wearers. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 27, 568-578.
- Lui, Q., & Edwards, M. (2000). orthokeratology in low myopia part 1: efficacy and predictability. *Contact lens and anterior eye*, 23, 77-89.
- Lui, Q., & Edwards, M. (2000). orthokeratology in low myopia part 2: corneal topographic changes and safety over 100 days. *Contact lens and anterior eye*, 23, 90-99.
- Lui, W., Edwards, M., & Cho, P. (2000). contact lenses in myopia reduction- from orthofocus to accelerated orthokeratology. *contact lens and anterior eye*, 23, 68-76.
- Mountford J. (1998). Retention and regression of orthokeratology with time. *ICLC*, 25:59–64.
- Mountford, J., Ruston, D., & Dave, T. (2004). In *orthokeratology principles and practice*. Edinburgh: Butterworth-Heinemann. p. 113-118, 269-275
- Nichols, J., Marsich, M., Nguyen, M., Barr, J., & Bullimore, M. (2000). overnight orthokeratology. *optometry and vision science*, 77(5), 252-259.
- Nieto-Bona, A., Gonzalez-mesa, A., Nieto-bona, M., Villa-collor, C., & Lorente-velaquez, A. (2011). short-term effects of overnight orthokeratology on corneal cell morphology and corneal thickness. *Cornea*, 00, 1-9.
- Owens, H., Garner, L. F., Craig, J. P., & Gamble, G. (2004). Posterior Corneal Changes with Orthokeratology. *Optometry and vision science*, 81, 421-426.
- Reinstein, D. Z., Archer, T. J., Gobbe, M., Silverman, R. H., & Jackson Coleman, D. (2008). Epithelial Thickness in the Normal Cornea: Three-dimensional Display With Very High Frequency Ultrasound. *National institutes of health*, 24(6, 1-18.
- Reinstein, D., Gobbe, M., Archer, T., Couch, D., & Bloom, B. (2009). epithial, stromal, and corneal pachymetry changes during orthokeratology. *optometry and vision science*, 86(8), E1006-E1014.
- Swarbrick, H. A. (2006). Orthokeratology review and update. *Clinical and experimental optometry*, 124-143.
- Swarbrick, H., Wong, G., & O'leary, D. (1998). corneal response to orthokeratology. *optometry and vision science*, 75(11), 791-799.
- Tahhan, N., Du Toit, R., Papas, E., Chung, H., La Hood, D., & Holden, B. (2003). Comparison of Reverse-Geometry Lens Designs for Overnight Orthokeratology. *Optometry and vision science*, 796-804.

Het verband tussen de epitheeldikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

Al-Amiedy, B. & Heijden, van der, J.S.

Wang, J., Fonn, D., Simpson, T., Sorbara, L., Kort, R., & Jones, L. (2003). topographical thickness of the epithelium and total cornea after overnight wear of reverse-geometry rigid contact lenses for myopia reduction. *invest ophthalmol vision science*, 44 , 4742-4746.

Williams, B. T. (2010, September 13). *Hopes for High Myopes*. Retrieved from I-Site Newsletter.

Winkler, T., & Kame, R. (1995). In *orthokeratology handbook*. Edingburgh: Butterworth-Heinemann. p. 24-27, 77-79, 92-95

Worp, v. d., & Ruston, D. (2006). Orthokeratology: An Update. *Optometry in Practice vol.7* , 47-60.

Zhong, X., Chen, X., Xie, R.Z., Yang, J., Li, S., Yang, X. Gong, X. (2009). Differences Between Overnight and Long-term Wear of Orthokeratology Contact Lenses in Corneal Contour, Thickness, and Cell Density. *Clinical Science Cornea*, 28 (3), 271-279

Contactlens spectrum (2010) *an update on orthokeratology*. Beschikbaar op:
<http://www.clspectrum.com.www.dbproxy.hu.nl/printarticle.aspx?article=103967> [geopend op 10 mrt. 2011]

Contactlens spectrum (2009) *ortho-k provides many benefits to patients and practitioners*. Beschikbaar op:
<http://www.clspectrum.com.www.dbproxy.hu.nl/article.aspx?article=103483> [geopend op 10 mrt. 2011]

Contactlens spectrum (2010) *slowing down myopia with contact lenses*. Beschikbaar op:
<http://www.clspectrum.com.www.dbproxy.hu.nl/article.aspx?article=105007> [geopend op 10 mrt. 2011]

Contactlens spectrum (2010) *new technology in contact lens practice*. Beschikbaar op:
<http://www.clspectrum.com.www.dbproxy.hu.nl/article.aspx?article=103880> [geopend op 10 mrt. 2011]

Contactlens spectrum (2010) *a report from GSLS*. Beschikbaar op:
<http://www.clspectrum.com.www.dbproxy.hu.nl/printarticle.aspx?article=104222> [geopend op 10 mrt. 2011]

Contactlens spectrum (2010) *bad decisions, poor compliance*. Beschikbaar op:
<http://www.clspectrum.com.www.dbproxy.hu.nl/article.aspx?article=104752> [geopend op 10 mrt. 2011]

Het verband tussen de epitheel dikte en de maximaal te corrigeren sterkte bij orthokeratologie,

Al-Amiedy, B. & Heijden, van der, J.S.

Auteursrechten

De auteur verklaart het volledige auteursrecht op zijn/haar werk te bezitten. Hij vrijwaart de Opleiding Optometrie en Orthoptie van de Hogeschool Utrecht voor alle vorderingen van derden betreffende de inhoud en vorm van het onderzoeksrapport.

Vermenigvuldiging en verspreiding van dit onderzoeksrapport is, zonder toestemming van de Opleiding Optometrie of Orthoptie, Hogeschool Utrecht, niet toegestaan. De auteur zal bij eventuele publicatie, gebaseerd op het onderzoeksrapport, de Opleiding Optometrie of Orthoptie slechts vermelden na verleende toestemming.

Ban Al-Amiedy

Jeroen van der Heijden

