

Tijdsduur tot corneastabilisatie bij dragers van zachte contactlenzen



08-06-2015

Nathalie Klaassen
Studentnummer: 1630568
nathalie.klaassen@student.hu.nl

Christy van der Plaat
Studentnummer: 1622954
christy.vanderplaat@student.hu.nl

Uitvoeren van onderzoek

Samenvatting

Doel: De Consensus Refractiechirurgie (Nederlands Gezelschap voor Refractiechirurgie, NGRC, 2013) adviseert om de zachte lenzen twee weken niet te dragen voorafgaand aan de ingreep. Deze literatuurstudie onderzoekt welke tijdsduur evidenced based is om volledige corneastabilisatie te bereiken.

Methode: Zes artikelen zijn geselecteerd via de databanken PubMed en Google Scholar. Deze selectie is gemaakt door middel van de volgende inclusiecriteria: langer dan zes maanden zachte contactlenzen dragen, na het eerste meetmoment geen lenzen meer dragen, meetmoment bekend, meten van corneavorm en/of corneadikte, gepubliceerd na 2005, Engelstalig en metingen verricht op mensen. Het dragen van harde contactlenzen en het meten van enkel de epitheeldikte, zijn exclusiecriteria.

Resultaten: De corneavorm heeft gemiddeld 28 dagen nodig heeft om stabiliteit te bereiken. Voor de corneadikte varieert deze tijdsduur tussen gemiddeld 6 en 35 dagen. Een significant dunnere corneadikte wordt waargenomen bij de dragers van zachte contactlenzen ten opzichte van de controlegroep. De Surface Asymmetry Index (SAI) en Surface Regularity Index (SRI) verschillen significant ($p < 0.05$) tussen dragers van zachte contactlenzen en de controlegroep. Een steilere radius inferior (tangenciaal) wordt gevonden bij dragers van zachte contactlenzen ($p 0.02$).

Conclusie: Binnen het werkveld refractiechirurgie dienen deskundigen er rekening mee te houden dat elke drager van zachte contactlenzen een individuele stabiliteitsperiode nodig heeft. Wanneer twee opeenvolgende metingen aan stabiliteitscriteria voldoen is corneastabiliteit bereikt. Meer onderzoek is nodig om een evidence-based aanbeveling te kunnen doen over de benodigde stabiliteitsduur bij personen die langdurig zachte contactlenzen gedragen hebben.

Trefwoorden: corneastabilisatie, zachte contactlenzen, corneadikte, corneavorm, tijdsduur

Summary

Purpose: The Consensus Refractive Surgery (Nederlands Gezelschap voor Refractiechirurgie, NGRC, 2013) recommend a two-week lens cessation prior to refractive surgery. This study examines the required amount of days to accomplish complete cornea stabilisation.

Method: To ascertain that all relevant studies, extracted from Pubmed and Google Scholar, were selected, the papers were screened by the following inclusion criteria: more than six months soft contact lens wear, no contact lens wear after first measurement, follow-ups present, measuring corneal shape and/or corneal thickness, published after 2005. Articles were excluded when not written in English, not performed on humans, concerning Rigid Gas-Permeable (RGP) and PolyMethylMethAcrylaat lens wear, and measurements of solely the corneal epithelial thickness.

Results: The corneal shape requires 28 days to achieve stability (on average). Corneal thickness stability varies between 6 and 35 days. Significant thinner corneal thickness is noticed on long-term contactlens wearers ($p < 0.05$), whereas compared to the control group. Surface Asymmetry Index (SAI) and Surface Regularity Index (SRI) vary significantly ($p < 0.05$) between wearers of soft contact lenses and the control group. A steeper tangential radius inferior is found on soft contact lens wearers ($p 0.02$).

Conclusion: Experts in the field of refractive surgery should bear in mind that cornea stabilisation time varies for every individual soft contact lens wearer. Two consecutive follow-ups have to meet the stabilisationcriteria to establish full cornea stabilisation. More research is required to determine an evidence-based recommendation about the needed days-to-stability.

Keywords: corneastabilisation, soft contact lenses, corneal thickness, corneal shape, days-to-stability

Inleiding

Een aanzienlijk deel van de kandidaten die refractiechirurgie willen ondergaan zijn dragers van zachte contactlenzen (McKernan et al. 2014). Exacte cijfers over deze aantallen zijn niet bekend. Momenteel wordt in Nederland geadviseerd om zachte contactlenzen minimaal twee weken niet te dragen voorafgaand aan de ingreep, zoals vastgelegd is in de Consensus Refractiechirurgie door het Nederlands Gezelschap voor Refractiechirurgie (NGRC, 2013). Voordat een kandidaat de refractiechirurgie behandeling ondergaat, is het belangrijk dat de cornea volledig gestabiliseerd is. Essentieel is daarbij dat een optometrist in staat is de gemeten onderzoekswaarden kritisch te beoordelen (The European Council of Optometry and Optics, 2013). Een uitdrukkelijke voorwaarde hiervoor is dat de optometrist kennis bezit over de invloed van zachte contactlenzen op de cornea en het bijbehorende stabilisatieproces. Dit is nodig om een passende aanbeveling te kunnen geven over de tijdsduur waarin de lenzen, voorafgaand aan de ingreep, niet gedragen mogen worden.

In deze literatuurstudie worden recente studies met elkaar vergeleken waarin de corneavorm en/of dikte gemeten wordt bij mensen die langdurig zachte gedragen hebben. Het doel van deze studie is om erachter te komen of de huidige twee weken, die momenteel door het NGRC gehanteerd wordt, voldoende is om de cornea volledig te laten stabiliseren.

Prevalentie dragers van zachte contactlenzen

Het rapport 'Optiektrends 2020: ontwikkelingen in consumentengedrag' van de Nederlandse Unie Van Optiekbedrijven (NUVO, 2011) toont aan dat 14% van de Nederlandse bevolking contactlenzen draagt. Ruim 4500 Nederlanders in de leeftijdscategorie van 15 tot en met 75 jaar hebben deelgenomen aan dit consumentenonderzoek door middel van een online enquête. In de recente studie van Morgan et al. (2015) worden 25 179 contactlensaanpassingen in 32 landen weergegeven. Gemiddeld 70% van de lensaanpassingen in Nederland bestaat uit zachte contactlenzen. Van deze aanpassingen worden langere draagsystemen (tweeweeks-, maand-, halfjaar-, en jaarlenzen) meer aangepast (87%) dan daglenzen (13%).

Refractiechirurgie

Refractieve chirurgie kan door verschillende chirurgische technieken uitgevoerd worden, voorbeelden hiervan zijn: Photorefractive Keratectomy (PRK), Laser Epithelial Keratomileusis (LASEK) en Laser-Assisted in situ Keratomileusis (LASIK). De PRK techniek houdt in dat het corneaepitheel verwijderd door middel van alcohol, waarna de excimer laser

een deel van het stroma verdampt. Het verschil bij de LASEK procedure is dat de losgeweekte epitheellaag weer teruggeplaatst wordt (National Institute for Health and Clinical Excellence, NICE: interventional procedure guidance, 2006). De LASIK techniek wordt uitgevoerd door een microkeratoom of een femtosecond laser (Sun et al. 2013), waarna een excimer laser een deel van het stroma verdampt en de flap teruggeplaatst wordt (NICE, interventional procedure guidance, 2006). Voordat kandidaten refractiechirurgie kunnen ondergaan, worden zij eerst uitgebreid onderzocht tijdens een vooronderzoek. Dit onderzoek vindt plaats nadat de lenzen minimaal twee weken niet gedragen zijn. De Consensus Refractiechirurgie geeft aan dat er tijdens de controlemomenten vier onderzoeken standaard uitgevoerd worden: visusmeting, refractie, keratometrie en spleetlamponderzoek. Alleen op indicatie wordt de oogdruk, corneatopograaf en/of funduscopie uitgevoerd (NGRC, 2013). Een complicatie die zich kan voordoen na een LASIK behandeling is ectasie. Ectasie is een progressieve (para)centrale corneale verdunning en corneavervorming. Mogelijke risicofactoren voor het ontwikkelen van deze complicatie zijn: een asymmetrisch topografiebeeld en een verlaagde stromale dikte pre-operatief (Randleman et al. 2003, 2008).

Corneaveranderingen

Het dragen van zachte contactlenzen kan invloed hebben op de corneakromming en –dikte. De zachte contactlens verandert het metabolisme en de structuur van de cornea (McKernan et al. 2011). Een irreversibele verdunning van het stromale weefsel kan voorkomen bij mensen die langdurig zachte contactlenzen dragen. Wanneer de lenzen twee dagen niet gedragen worden kan deze stromale verdunning waargenomen worden. De dikte van de cornea wordt overschat wanneer er binnen deze twee dagen gemeten wordt. Het contactlensgeïnduceerd corneaoedeem is dan nog aanwezig (Holden et al. 1985; Liesegang 2002). Bij alle dragers van zachte contactlenzen komt corneaoedeem voor, alleen de hoeveelheid verschilt per type lens (LaHood et al. 1988; Holden et al. 1983).

Preoperatieve corneastabilisatie

Een aantal studies maken gebruik van stabiliteitscriteria (Nourouzi et al. 2006; Ng et al. 2007; Hashemi et al. 2008). Wanneer twee opeenvolgende metingen voldoen aan de criteria wordt er gesproken over een stabiele corneavorm en/of corneadikte (zie tabel 1). In de Consensus Refractiechirurgie (NGRC 2013) wordt geen preoperatieve stabiliteitscriteria benoemd. De studie van Shornack et al. (2003) laat zien dat de benodigde tijdsduur om corneastabilisatie te bereiken kan variëren tussen een week en twee maanden.

Tabel 1: Stabiliteitscriteria (Ng et al. 2007)

Meetmethode	Stabiliteitscriteria
Manifeste refractie	Sferische equivalent <0.50 dpt verandering Cilinder <0.50 dpt verandering
Keratometrie	<0.50 dpt in horizontale en verticale asrichting
Cornea topografie	<0.50 dpt verandering in de centrale 3 mm zone in de steile en vlakke richting
Pachymetrie	< 8 μ m verandering op de dunste plaats

Dpt dioptrie; *mm* millimeter; μ m micrometer

Relevantie onderzoeksvraag en de praktijk

Een onder- of overcorrectie postoperatief is niet gewenst. Het behalen van preoperatieve corneastabilisatie is belangrijk zodat er niet te veel of te weinig stroomaal weefsel verdampt wordt. Een blijvend dunnere cornea wordt waargenomen bij dragers van zachte contactlenzen (Holden et al. 1985; Liesegang 2002; Liu & Pflugfelder 2000). Het aantal jaren dragen van zachte contactlenzen laat geen significant verschil zien in de mate van corneaverdunning en -vorming (Sah et al. 2014; McKernan et al. 2014). Om deze literatuurstudie beter aan te laten sluiten op de praktijk is gekozen voor dragers van zachte contactlenzen die minimaal zes maanden zachte contactlenzen dragen. Eerdere studies benoemen verschillende tijdsduren die nodig zijn om corneastabiliteit te bereiken bij personen die langdurig zachte contactlenzen gedragen hebben (Wang et al. 2002; Shornack et al. 2003). Deze bevindingen zijn tegenstrijdig met de huidige twee weken richtlijn van het NGRC (2013). Om erachter te komen of de huidige richtlijn aansluit bij de uitkomsten uit de recente literatuur is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

Welke tijdsduur is nodig om een stabiele cornea (corneadikte en -vorm) te krijgen bij dragers van zachte contactlenzen, die langer dan 6 maanden contactlenzen dragen, voorafgaand aan refractiechirurgie?

Materiaal en Methode

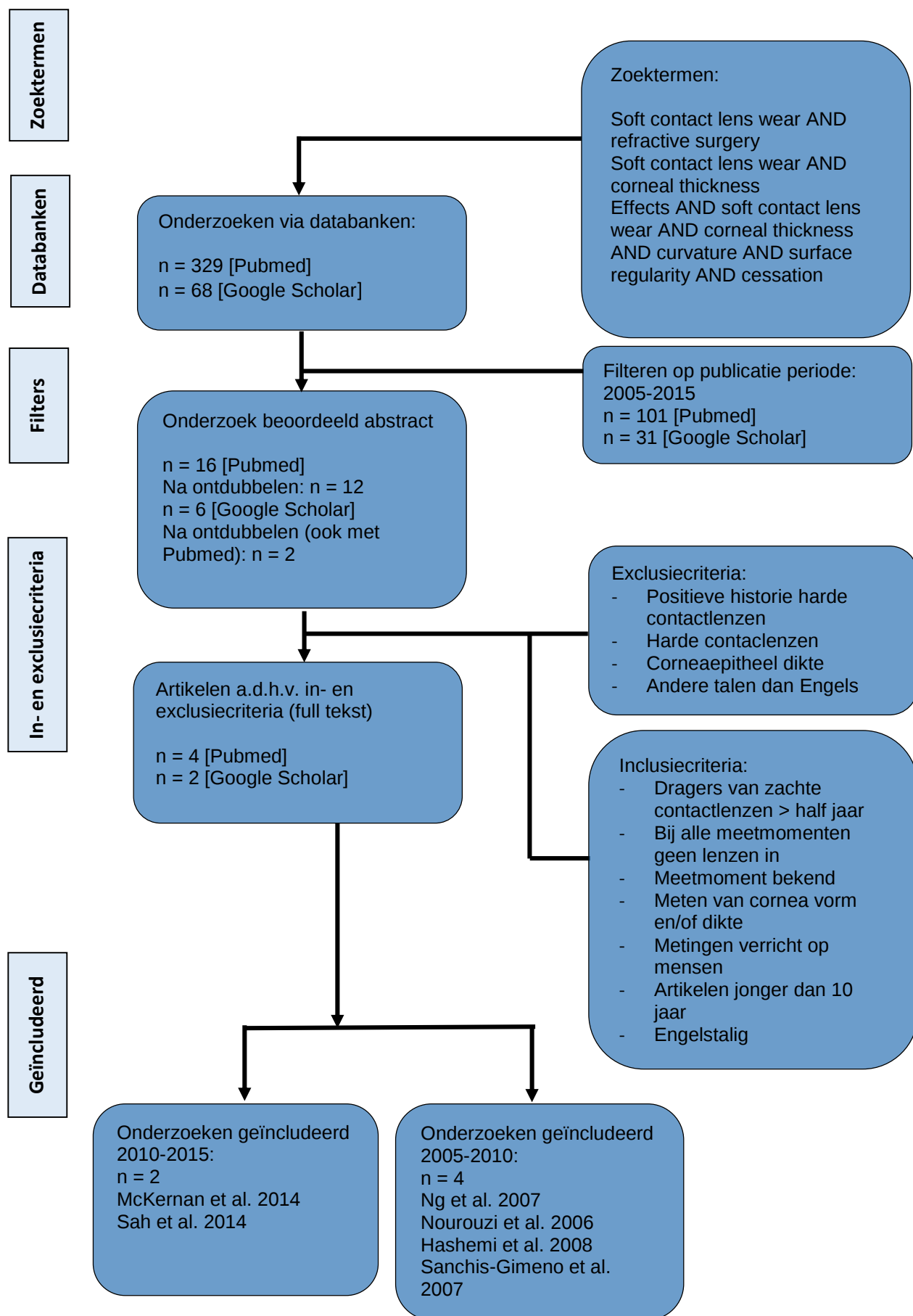
Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden is een literatuurstudie uitgevoerd. De literatuur is gezocht in de databank PubMed en de wetenschappelijke zoekmachine Google Scholar. Artikelen zijn geselecteerd door middel van inclusie- en exclusiecriteria (tabel 2).

Tabel 2: Inclusie- en exclusiecriteria

Inclusiecriteria	Exclusiecriteria
> 6 maanden zachte contactlenzen dragen	In het verleden harde contactlenzen gedragen
Tijdens meetmomenten en het onderzoek geen contactlenzen dragen*	Harde contactlenzen
Meetmoment bekend (tijdsduur tussen uithalen contactlenzen en meetmoment)	Cornea epitheel dikte
Metten van corneavorm en/of corneadikte	Andere talen dan Engels
Artikelen jonger dan 10 jaar	
Engelstalig	
Metingen verricht op mensen	

* Uitzondering: indien initiële meting aanwezig worden de zachte contactlenzen in de periode tussen de initiële meting en het eerste meetmoment minimaal zes maanden gedragen

Een belangrijk criterium is dat de contactlenzen een langere periode worden gedragen. Veel studies zijn geëxcludeerd omdat de zachte contactlenzen korter dan zes maanden gedragen zijn. De inclusiecriteria 'artikelen jonger dan 5 jaar' is verruimd naar 'artikelen jonger dan 10 jaar', omdat er anders te weinig bruikbare artikelen overblijven. Daarnaast wordt in de recente literatuur veel verwezen naar het artikel van Ng et al. (2007), welke met de veranderde zoekcriteria geïncludeerd kan worden. De zachte contactlenzen mogen tijdens het onderzoek niet gedragen worden. In het stroomdiagram (figuur 1) wordt duidelijk welke zes artikelen uiteindelijk meegenomen worden in deze literatuurstudie.



Figuur 1: Zoekstrategie

Resultaten

Om de studies met elkaar te kunnen vergelijken worden de belangrijkste onderzoeksgegevens en resultaten van de zes artikelen weergegeven. De eerste twee tabellen bevatten de onderzoeksgegevens per studie. Tabel 3 geeft een weergave van het aantal deelnemers, meetapparatuur en meetmomenten. In tabel 4 is de gemiddelde sterkte, type lens en de draagtijd van de contactlenzen weergegeven. Daarop volgend worden de overeenkomstige onderzoeksresultaten weergegeven, waarin de corneadikte, corneavorm (gemeten met de topograaf) en dagen tot stabiliteit behandeld worden (tabel 5 en figuur 2, tabel 6 en figuur 3).

Meetmethode

Tabel 3 Meetmethode per artikel

Studie	Soort onderzoek	Groep	Aantal (n)	CCT	Corneavorm	Meetmoment (dagen)
Hashemie et al. 2008	Vergelijkend	Stabiel ^o	14	Nidek UP-1000	EyeSys Corneal Analysis System (Sim K max, min, gem)	0, 3, 7
		Onstabiel ^{oo}	7			0, 3, 7 + elke 7 opvolgend tot stabiliteit
McKernan et al. 2014	Vergelijkend	SCL	38	-	Pentacam (Sim K flat en steep)	1, 14
		NCL	37			
Ng et al. 2007	Vergelijkend	SCL	15	Orbiscan IIz	Keratron Corneal Analyzer	0, 7, 14, 30,42, 56,70,84 + elke 14 dagen opvolgend tot stabiliteit
		NCL	5			
Nourouzi et al. 2006	Vergelijkend	SCL	50	Nidek UP-1000	-	1, 2 + elke dag opvolgend tot stabiliteit
Sah et al. 2014	Vergelijkend	SCL	69	Quantel medical Axis II PR	Nidek Magellan Mapper (Sim K 1 en 2, SRI en SAI)	7
		NCL	69			
Sanchis-Gimeno et al. 2007	Vergelijkend	SCL 1 ^{ooo}	15	Orbiscan	-	Initiële meting, 14, 28
		SCL 2 ^{oooo}	34			
		NCL	31			

CCT Central Corneal Thickness; SCL Soft Contact Lens, dragers van zachte contactlenzen; NCL Non-contact lens, personen zonder contactlens historie ^oStabiele groep Deelnemers die op het derde meetmoment voldeden aan stabiliteitscriteria; ^{oo} Onstabiele groep Deelnemers die op het derde meetmoment niet voldoen aan de stabiliteitscriteria; SCL 1^{ooo} 15- en 16-jarige deelnemers; SCL 2^{oooo} 25- tot 40-jarige deelnemers; Sim K Simulated Keratometry; SRI Surface Regularity Index; SAI Surface Asymmetry Index; Dag 0 de dag waarop de lenzen uitgethaald worden; - Niet van toepassing.

De groepsgrootte van de dragers van zachte contactlenzen varieert van 7 (Hashemi et al. 2008) tot 69 (Sah et al. 2014) deelnemers (tabel 3). Bij Ng et al. (2007) en Nourouzi et al. (2006) verlaten de deelnemers het onderzoek wanneer er tijdens twee opeenvolgende meetmomenten aan de stabiliteitscriteria voldaan wordt. Hashemi et al. (2008) hanteert twee zachte contactlensgroepen. Na het tweede meetmoment, wanneer de lenzen zeven dagen

niet meer gedragen worden, is de zachte contactlensgroep in tweeën verdeeld. De deelnemers die voldoen aan de stabiliteitscriteria worden in de stabiele groep geplaatst, de deelnemers die nog niet voldoen aan de stabiliteitscriteria vormen de onstabiele groep. De onstabiele groep wordt elke zeven dagen opvolgend gemeten tot stabiliteit behaald is. Wanneer bij Ng et al. (2007) na 84 dagen nog geen stabiliteit bereikt is, wordt elke 14 dagen opvolgend gemeten. Nourouzi et al. (2006) meten dagelijks totdat de stabiliteitscriteria behaald wordt. De overige drie studies hebben vastgestelde meetmomenten, voor zowel de dragers van zachte contactlenzen als de controlegroep. McKernan et al. (2014) meten op dag 1 en dag 14, Sah et al. (2014) op dag 7, Sanchis-Gimeno et al. (2007) hebben een initiële meting en meten op dag 14 en 28.

Onderzoeksgroep

De zes studies maken gebruik van verschillende lensmaterialen (zie tabel 4). De type lenzen die gebruikt zijn: silicone hydrogel en hydrogel (McKernan et al. 2014; Ng et al. 2007; Sanchis-Gimeno et al. 2007) en PHEMA (Sah et al. 2014). In de studies van Hashemie et al. (2008) en Nourouzi et al. (2006) is het materiaal van de contactlenzen onbekend. De draagtijden van de contactlenzen variëren van minimaal een half jaar (Nourouzi et al. 2006) tot gemiddeld 9 jaar (McKernan et al. 2014).

Tabel 4 Kenmerken onderzoeksgroepen

Studie	Groep	Sterkte (dpt + SD)	Type lens	Draagtijd lenzen (jaar + SD)
Hashemie et al. 2008	Stabiel ^o	Sferisch -5.46 ± 3.34 Cilinder -0.91 ± 1.01	Zachte contactlens	6.50 ± 3.55
	Onstabiel ^{oo}	Sferisch -4.13 ± 1.81 Cilinder -0.38 ± 0.41		6.60 ± 3.78
McKernan et al. 2014	SCL	-3.73 ± 1.65	Hydrogel (35), Silicone Hydrogel (6), onbekend (4)	9 ± 4.5
	NCL	-2.56 ± 1.48	-	-
Ng et al. 2007	SCL	Sferisch -3.32 ± 1.82 Cilinder -0.49 ± 0.94	Hydrogel (13) Siliconen hydrogel (2)	6.8 ± 4.4
	NCL	-	-	-
Nourouzi et al. 2006	SCL	-3.8 ± 1.6	Zachte contactlens, watergehalte 38%	Minimaal 6 mnd
Sah et al. 2014	SCL	-4.40 ± 2.56	PHEMA (poly hydroxyl ethyl methacrylate) 45% watergehalte	4.83 ± 4.19
	NCL	-4.15 ± 2.09	-	-
Sanchis-Gimeno et al. 2007	SCL 1 ^{ooo}	*	Hydrogel (alphafilcon 66% watergehalte)	3 jaar (beide SCL groepen)
	SCL 2 ^{oooo}	*		
	NCL	*	-	-

SD Standaard Deviatie; SCL Soft Contact Lens, zachte dragers van zachte contactlenzen; NCL Non Contact Lens, personen zonder contactlens historie ^oStabiele groep Deelnemer die op het derde meetmoment voldoen aan stabiliteitscriteria; ^{oo} Onstabiele groep Deelnemers die op het derde meetmoment niet voldoen aan stabiliteitscriteria; SCL 1^{ooo} 15- en 16-jarige deelnemers; SCL 2^{oooo} 25- tot 40-jarige deelnemers; Sterkte gemiddelde sterkte met standaarddeviatie; Draagtijd lenzen gemiddeld aantal jaren met standaarddeviatie; - Niet van toepassing; * Gegeven niet bekend.

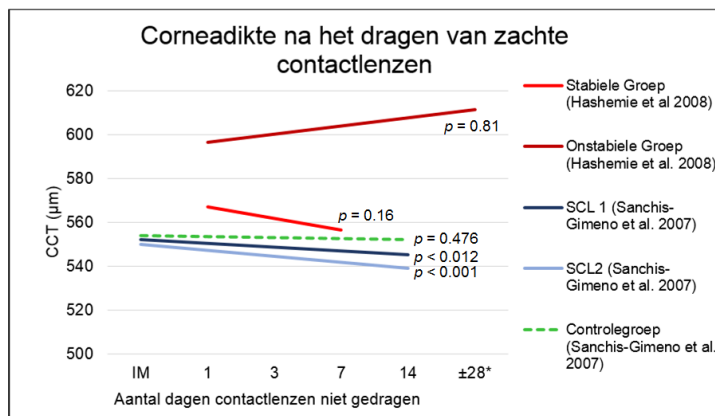
Corneadikte

De resultaten van drie onderzoeken worden in tabel 5 weergegeven (Hashemie et al. 2008; Sanchis-Gimeno et al. 2007; Sah et al. 2014). De overige twee studies zijn in tabel 5 niet meegenomen, omdat de corneadikte in dagen tot stabiliteit weergegeven wordt (Ng et al. 2007; Nourouzi et al. 2006).

Tabel 5 Corneadikte

Studie	Groep	Meetmoment	CCT (μm + SD)		p-waarde
Hashemie et al. 2008	Stabiele groep ^o	Dag 1 en Dag 7	566.85 (± 44.99)	556.31 (± 40.18)	0.16
	Onstabiele groep ^{oo}	Dag 1 en Dag $\pm 28^*$	596.33 (± 33.36)	611.25 (± 33.93)	0.81
Sanchis-Gimeno et al. 2007	SCL 1 ^{ooo}	Initieel en 14 dagen	552 (± 7.14)	545 (± 8.35)	<0.012
	SCL 2 ^{oooo}	Initieel en 14 dagen	550 (± 9.40)	539 (± 8.81)	<0.001
	Controle groep	Initieel en 14 dagen	554 (± 11.4)	552 (± 11.3)	0.476
Sah et al. 2014	Dragers van contactlenzen	Dag 7	527.56 (± 37.40)		<0.05
	Controle groep		544.60 (± 26.10)		

CCT Central Corneal Thickness ^oStabiele groep Deelnemer die op het derde meetmoment voldoen aan stabiliteitscriteria; ^{oo} Onstabiele groep Deelnemers die op het derde meetmoment niet voldoen aan stabiliteitscriteria ^{ooo} SCL 1 Soft Contact Lens 15-16 jarige deelnemers ^{oooo} SCL 2 Soft Contact Lens 25- tot 40-jarige deelnemers; * Gemiddeld aantal dagen afgerond, gebaseerd op gemiddeld 5.14 meetmomenten.



Figuur 2: Corneadikte veranderingen na het dragen van zachte contactlenzen

IM Initiële meting voordat er lenzen gedragen zijn; * Gemiddeld aantal dagen afgerond, gebaseerd op gemiddeld 5.14 meetmomenten

In de studie van Sanchis-Gimeno et al. (2007) neemt de centrale corneadikte bij beide contactlensgroepen significant af. Bij contactlensgroep 1 (SCL 1, 15/16 jarige) is de corneadikte verminderd van gemiddeld 552 μm naar 545 μm ($p < 0.012$). Bij contactlensgroep 2 (SCL 2, 25- tot 40-jarige) wordt ook een afname van de corneadikte gevonden, waarbij een vermindering van gemiddeld 550 μm naar 539 μm

plaatsvindt ($p < 0.001$). Sah et al. (2014) vergelijkt dragers van zachte contactlenzen (SCL) met een controlegroep (NCL) nadat de lenzen zeven dagen niet meer gedragen worden. De corneadikte van de SCL is significant dunner ($p < 0.05$) ten opzichte van de NCL. Hashemie

et al. (2008) vinden een toename van de corneadikte bij de onstabiele groep. Deze waarde is niet significant ($p=0.81$).

Corneavorm

Er worden geen significante verschillen gevonden in de Simulated Keratometry (Sim K) waarden tussen de contactlens- en controlegroep (McKernan et al. 2014, Sah et al. 2014). McKernan et al. (2014) vinden bij de dragers van zachte contactlenzen een vermindering van gemiddeld 0.08 millimeter van de tangentiale radius inferior, nadat de lenzen veertien dagen niet gedragen zijn, in vergelijking met de controlegroep die een toename heeft van gemiddeld 0.01 millimeter ($p=0.02$). Bij Sah et al. (2014) wordt een significant verschil gevonden in de Surface Regularity Index (SRI) en Surface Assymetry Index (SAI) tussen de controlegroep en de dragers van zachte contactlenzen (nadat de lenzen een week niet gedragen zijn) met beiden een statistische significantie van $p<0.05$.

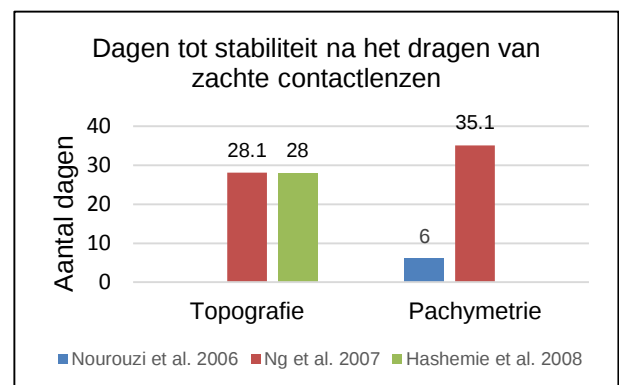
Dagen tot stabiliteit

Drie studies gaan door met meten totdat stabiliteit bereikt is (Ng et al. 2007; Nourouzi et al. 2006; Hashemie et al. 2008). In tabel 5 worden de resultaten weergegeven, onderverdeeld in pachymetrie en topografie. De resultaten van tabel 6 zijn in een grafiek gezet (figuur 3).

Tabel 6 Dagen tot stabiliteit na het dragen van zachte contactlenzen

Studie	Pachymetrie	Topografie
Ng et al. 2007	35.1 (SD ± 20.8)	28.1 (SD ± 17.7)
Nourouzi et al. 2006	6 (SD ± 2.5)	-
Hashemie et al. 2008	-	28*

SD Standaard Deviatie; - Gegevens niet bekend
*Aantal dagen afgerond, gebaseerd op gemiddeld 5.14 meetmomenten



Figuur 3: Dagen tot stabiliteit na het dragen van zachte contactlenzen. *Gemiddeld aantal dagen afgerond, gebaseerd op gemiddeld 5.14 meetmomenten

Kijkend naar de pachymetrie waarden, is te zien dat er bij Ng et al. (2007) na gemiddeld 35.1 dagen een stabiele corneadikte bereikt wordt, ten opzichte van gemiddeld 6 dagen bij Nourouzi et al. (2006). De corneavorm, gemeten met de topograaf, heeft bij zowel Ng et al. (2007) als Hashemi et al. (2008) gemiddeld 28 dagen nodig tot het bereiken van stabilisatie. Deze 28 dagen van Hashemie et al. 2008 komen overeen met gemiddeld 5.14 meetmomenten.

Discussie

Onderzoeksopzet

In deze literatuurstudie zijn zes verschillende studies met elkaar vergeleken. Door de gestelde in- en exclusiecriteria zijn een aantal artikelen niet meegenomen in deze literatuurstudie (Del Águila-Carrasco et al. 2015; Iskeleli et al. 2006; Lam et al. 2011; Rho et al. 2014; Sel et al. 2013; Tyagi et al. 2010). Bij deze studies zijn de meetmomenten niet bekend of de zachte contactlenzen korter dan zes maanden gedragen. De zes geïncludeerde studies verschillen onderling veel qua onderzoeksopzet. Zo heeft alleen Sanchis-Gimeno et al. (2007) een initiële meting voordat de lenzen gedragen worden. De meerwaarde van een initiële meting is dat de totale invloed van de zachte contactlenzen op de cornea gemeten kan worden (corneavervorming- en verdunning). Twee studies (Hashemi et al. 2008; Nourouzi et al. 2006) hebben geen controlegroep, waardoor het lastiger is om de invloed van de zachte contactlens op de cornea te meten. De pilot studie van Ng et al. (2007) bevat 15 deelnemers: 13 hydrogel dragers (86,7%) en 2 silicone hydrogel dragers (13,3%). Deze percentages zijn tegenstrijdig met de huidige zachte contactlensaangepassing in Nederland. Uit de studie van Morgan et al. (2015) blijkt namelijk dat in 2014 54% silicone hydrogel en 14% hydrogel aangepast wordt. De studie van Ng et al. (2007) is daardoor niet representatief voor de dragers van zachte contactlenzen in Nederland.

Meetmomenten

Niet elke studie heeft gemeten tot de corneawaarden stabiel zijn. Drie studies hebben vaste meetmomenten gehanteerd (Sah et al., 2014, McKernan et al., 2014, Sanchis-Gimeno et al., 2007). Een vast meetmoment kan wel laten zien of er een verschil is in corneadikte en corneavorm tussen dragers van contactlenzen en een controlegroep op dat meetmoment. Relevanter is echter om door te meten totdat de cornea stabiel is, zodat het aantal dagen tot corneastabiliteit bepaald kan worden.

Type lens

In deze literatuurstudie worden de verschillen in lensmateriaal en draagsysteem niet benoemd. Reden hiervoor is dat vier van de zes studies hierin geen onderscheid maken. De twee studies die verschillen in lensmateriaal en draagsysteem wel meenemen (Ng et al. 2007; McKernan et al. 2014) hebben een klein deelnemersaantal, respectievelijk twee en zes dragers van silicone hydrogel lenzen. Alba-Bueno et al. (2009) geeft aan dat, na drie

maanden lenzen dragen, de hydrogel maandlenzen de cornea meer vervormen dan de eerste en tweede generatie silicone hydrogel lenzen. Nadeel is dat het bij deze studie ook een klein deelnemersaantal betreft, waarbij 19 ogen onderzocht zijn (vijf hydrogel, zeven eerste generatie silicone hydrogel en zeven tweede generatie silicone hydrogel). Geen betrouwbaar oordeel kan gegeven worden over de benodigde tijdsduur tot het behalen van corneastabiliteit bij verschillende lensmaterialen en draagsystemen. Hiervoor zijn de deelnemersaantallen van de genoemde studies te klein. Zoals eerder benoemd heeft Morgan et al. (2015) aangetoond dat in Nederland meer silicone hydrogel lenzen aangepast worden dan hydrogel lenzen. Om toekomstige studies naar corneastabiliteit representatiever te maken, is het aan te bevelen om meerdere dragers van silicone hydrogel lenzen te includeren.

Betrouwbaarheid en toepasbaarheid pachymetrie

Bij pachymetrie moet rekening gehouden worden met een fysiologische corneazwelling gedurende de nacht die bij iedereen plaats vindt (Harper et al. 1996). Tijdens de nacht neemt de corneadikte met gemiddeld 2.9 μm toe. Twee uur na het ontwaken is het fysiologisch corneaoedeem niet meer aanwezig (du Toit et al. 2003). Read & Collins (2009) laten daarentegen zien dat er gedurende de dag ook een kleine afname plaats vindt van de corneadikte. Van de zes studies geeft alleen Sah et al. (2014) geen informatie over het tijdstip van de meetmomenten. Wanneer er geen rekening gehouden wordt met het tijdstip van de meetmomenten, kan de meetfout ontstaan dat er een dikkere of dunnere corneadikte gemeten wordt dan dat deze in werkelijkheid is. Om de invloed van fysiologisch corneaoedeem zoveel mogelijk uit te sluiten moeten alle meetmomenten plaatsvinden nadat de proefpersoon minimaal twee uur wakker is, met een vast aantal uren tussen het moment van ontwaken en de meting. Daarnaast is de plaats waar gemeten wordt van belang. In de vijf studies, evenals tijdens het vooronderzoek refractiechirurgie, wordt alleen de centrale corneadikte (CCT) gemeten. De optische zone waarop de excimer laser bij de femtosecond techniek stroma verdampt, heeft een diameter van 6 millimeter (Zhang et al. 2013). Een zachte contactlens heeft een diameter van ongeveer 14 millimeter en kan invloed uitoefenen op de centrale en perifere cornea. Hieruit kan geconcludeerd worden dat een CCT meting geen bruikbare parameter is om corneadiktestabiliteit te kunnen bepalen bij kandidaten die refractiechirurgie willen ondergaan. Bij deze kandidaten moeten dikteveranderingen buiten het centrum ook opgemerkt worden. Opvallend is dat de gebruikte apparatuur in de vijf studies in een gebied van 7 millimeter doorsnede kunnen meten (Fares et al. 2012, Feizi et al. 2014), maar dat alleen de CCT in de studie benoemd wordt. Ook een minimum van twee metingen preoperatief is vereist, zodat veranderingen in dikte opgemerkt worden.

Corneaverdunning

Wanneer de onderzoeksresultaten van Sah et al. (2014), Sanchis-Gimeno et al. (2007) en Hashemie et al. (2008) met elkaar vergeleken worden valt het verschil op tussen de verschillende centrale corneadiktes. Bij twee studies neemt de corneadikte af (Sah et al. 2014; Sanchis-Gimeno et al. 2007). Dit is een bevestiging van eerdere onderzoeken, zoals Lebow & Plishka (1980). Deze studie vindt een dunnere corneadikte bij extended wear hydrogel dragers, hier kon echter geen verklaring voor gegeven worden. Ook Schoessler & Barr (1980) geven dit verschil aan, maar ook hier is er geen verklaring voor gegeven. Liu & Pflugfelder (2000) en Holden et al. (1985) leggen wel een verband tussen een corneale verdunning en het langdurig dragen van zachte contactlenzen. Een mogelijke oorzaak hiervoor is de verandering in rangschikking van de keratocyten in het stroma. Keratocyten zorgen ervoor dat collageen, glycoproteïne en proteoglycans bij elkaar gehouden worden. Een andere verklaring is dat door hypoxie van de cornea een verlies van eiwitten ontstaat (Braun & Anderson-Penno 2003; Liesegang, 2002). Efron et al. (2002) concludeert dat er bij dragers van extended wear contactlenzen een verlies van keratocyten plaats vindt, welke niet het gevolg is van hypoxie of contactlensgeïnduceerd corneaoedeem. Doordat lensmateriaal door de jaren heen veranderd is en dit oudere studies zijn, kunnen deze bevindingen niet direct gekoppeld worden aan de huidige generatie zachte contactlenzen. Samenvattend betekend dit dat er een dikteafname plaats vindt nadat zachte contactlenzen niet meer gedragen worden. Dit resulteert in een uiteindelijke verdunning ten opzichte van de initiële meting (Holden et al. 1985; Sanchis-Gimeno et al. 2007)

Toename corneadikte

Kijkend naar deze literatuurstudie valt op dat Hashemie et al. (2008) een toegenomen corneadikte meet bij de onstabiele groep. Omdat deze studie doorgaat met meten totdat aan de stabiliteitscriteria voldaan wordt, is het onwaarschijnlijk dat contactlens geïnduceerd corneaoedeem hiervan de oorzaak is. Onderzoek van Holden et al. (1985) bevestigt dit, omdat deze studie aantoont dat de corneadikte na één week geen zachte lenzen dragen, gestabiliseerd is. Het kleine deelnemersaantal van Hashemie et al. (2008) veroorzaakt mogelijk de hoge standaarddeviaties. Dit zou de oorzaak kunnen zijn voor de toegenomen corneadikte die bij de onstabiele groep waargenomen wordt.

Corneavorm

Sah et al. (2014) is de enige studie die Surface Regularity Index (SRI) en Surface Asymmetry Index (SAI) meet. Hashemi et al. (2008) bepaalt de corneavorm met Simulated Keratometry (Sim-K) waarden. Sim-K is een door de topograaf berekende waarde die de sterkte en locatie van steilste en vlakste meridianen in de centrale 3 millimeter zone weergeeft (Miller et al. 2001). Dit is een berekende waarde en zegt niets over de vorm buiten

het centrale 3 millimeter gebied. McKernan et al. (2014) meet naast de Sim-K waarden ook de saggitale en tangentielle radii op drie punten (centraal, 4.5 millimeter superior en inferior). Beperking van deze studie is dat er maar op drie plekken per oog gemeten is, terwijl voorafgaand aan refractiechirurgie een totaalbeeld van de cornea gewenst is om de stabiliteit te beoordelen (voornamelijk de genoemde 6 millimeter diameter). De SRI en SAI komen tot stand door op meerdere plekken de cornea radius te meten en deze met elkaar te vergelijken, hierdoor geven ze een informatie over de (a)symmetrie en (ir)regulariteit van de cornea (Miller et al. 2001). Een symmetrische en reguliere corneavorm is belangrijk om complicaties te voorkomen. Wanneer er preoperatief nog een corneavervorming aanwezig is, is de kans om postoperatieve corneale ectasie te ontwikkelen groter (McKernan et al. 2011, Randleman 2003). Geen van de vier studies die de corneavorm meten geven een CSI waarde. De Centre Surround Index (CSI) laat het verschil in dioptrieën zien tussen het centrale 3 milliliter gebied en de 3 millimeter zone daarbuiten (6 millimeter gebied). Dit is relevante informatie, wetend dat de excimer laser zijn werking heeft in de centrale 6 millimeter optische zone (Burns et al. 2004). Met de SRI, SAI en CSI indexen kunnen abnormale topografiebeelden op een objectieve manier worden opgespoord (Maeda et al. 1994). Om de kans op postoperatieve onder- of overcorrectie te minimaliseren, is het raadzaam de refractiechirurgie behandeling pas uit te voeren wanneer de corneavorm volledig gestabiliseerd is. Dit houdt in dat SRI, SAI en CSI binnen de normwaarde zijn en de refractie, keratometrie, corneatopografie en pachymetrie aan stabiliteitscriteria voldoen.

Verandering in corneavorm

Er is een sterke correlatie tussen de verandering in corneadikte en corneavorm, $r=0.983$, $p<0.001$ (Giráldez-Fernández et al., 2008). Wanneer op een gemeten punt de corneadikte vermindert, wordt hier eveneens een steilere vorm waargenomen (MacRae et al. 1989). Vier studies geven informatie over de corneavorm, waarvan twee studies niet in de resultaten benoemd worden. De studie van Hashemie et al. (2008) is buiten beschouwing gelaten, omdat er geen controlegroep aanwezig is. Hierdoor is er geen informatie beschikbaar over de invloed van de zachte contactlens op de corneavorm. Ng et al. (2007) is ook niet meegenomen in de resultaten, omdat de waarden uitgedrukt worden in dagen tot stabiliteit. Dit literatuuronderzoek kan geen eenduidige conclusie geven over de veranderingen in corneavorm, omdat de studies helaas niet vergelijkbaar met elkaar zijn. De vergelijkbaarheid kan vergroot worden door één bepaalde topografiewaarde als inclusiecriteria te stellen. Wel kan gezegd worden dat de verdunning van de inferiore tangentielle radius bij McKernan et al. (2014) een logische uitkomst is, omdat de studie van MacRae et al. (1989) aantoont dat een vermindering van de corneadikte een steilere radii veroorzaakt. Echter, een stromale verdunning is niet per definitie de oorzaak van corneale vervorming. De corneavorm kan ook

veranderen door mechanische druk van een zachte contactlens. Zo vinden Schorner et al. (2010) een afgevlakte cornea bij silicone hydrogel dragers met een hoge modulus en Dk.

Dagen tot stabiliteit

Het benodigde aantal dagen voor het bereiken van corneastabiliteit verschilt behoorlijk tussen verschillende contactlensmaterialen en draagsystemen. Zo vinden Wang et al. (2002) bij hydrogel daglensdraggers een stabilisatietijd van 2.5 week en bij extended wear hydrogel dragers (lage Dk) 11.6 weken. De studie van Shornack et al. (2003) laat zien dat de benodigde tijdsduur om corneastabilisatie te bereiken kan variëren tussen een week en twee maanden. Kijkend naar de dagen die nodig zijn om de centrale corneadikte te laten stabiliseren vinden Ng et al. (2007) een groter aantal dagen (gemiddeld 35.1 ± 20.8) dan Nourouzi et al. (2006) die gemiddeld 6 ± 2.5 dagen aangeeft. Een mogelijke oorzaak hiervoor is het visitatieschema van de deelnemers. Ng et al. (2007) houdt tussen de meetmomenten een tijdsduur van minimaal 7 dagen aan, terwijl Nourouzi et al. (2006) elke dag meet. Firoozabadi (2008) weerlegt een aantal bevinden van de studie van Ng et al. (2007). De studie laat zien dat corneastabiliteit bij een eerder meetmoment al wordt behaald, omdat in werkelijkheid de centrale corneadikte in de voorgaande meting al aan de stabiliteitscriteria voldeed. In de studie van Ng et al. (2007) wordt het laatste bezoek aangehouden. Op basis van de bevinding van Firoozabadi (2008) verandert de tijdsduur van gemiddeld $35.1 (\pm 20.8)$ dagen naar $22.6 (\pm 17.3)$ dagen.

Consensus refractiechirurgie

Opmerkelijk is dat de Consensus Refractiechirurgie (NGRC 2013) spreekt over een postoperatieve stabilisatie die door middel van meerdere meetmomenten verkregen wordt. Een preoperatieve stabilisatie wordt opvallend genoeg niet benoemd. Preoperatieve stabilisatie van de cornea kan pas beoordeeld worden indien er meer dan één vooronderzoek uitgevoerd wordt. Twee metingen zijn essentieel om de uitkomsten met elkaar te kunnen vergelijken.

Conclusie

Welke tijdsduur is nodig om een stabiele cornea (corneadikte en -vorm) te krijgen bij dragers van zachte contactlenzen, die langer dan 6 maanden contactlenzen dragen, voorafgaand aan refractieve chirurgie?

Optometristen dienen er rekening mee te houden dat individuele dragers van zachte contactlenzen, verschillende stabilisatietijden nodig kunnen hebben. De twee weken die geadviseerd worden door NGRC (Nederlands Gezelschap voor Refractiechirurgie) is niet voor elke drager van zachte contactlenzen voldoende. Om de corneavorm te bepalen zijn met de topograaf Simulated keratometry waarden, Surface Regularity Index (SAI) en Surface Asymmetry Index (SAI), tangentiale en saggitale radii gemeten. Twee studies meten significante verschillen tussen dragers van contactlenzen en controlegroep, waarvan bij één studie de SRI en SAI significant verschilt op dag 7 en een andere studie een steilere tangentiale radius inferior waarneemt (dag 14). Wanneer het contactlens geïnduceerd oedeem weg is, wordt een significante corneaverdunning waargenomen. Deze verdunning wordt door één studie op dag 7 gemeten, een tweede studie meet dit significante verschil op dag 14. Om de tijdsduur tot het behalen van corneastabiliteit te kunnen bepalen zijn er stabiliteitscriteria nodig. De resultaten kunnen dan in dagen tot stabiliteit weergegeven worden. Drie van de zes studies meten de dagen tot stabiliteit. De stabilisatieduur voor corneadikte varieert tussen gemiddeld 6 en 35 dagen, voor corneavorm is het gemiddeld 28 dagen.

Aanbevelingen

In de Consensus Refractiechirurgie (NGRC 2013) wordt één vooronderzoek aangehouden. Het is aan te bevelen deze procedure te verruimen naar minimaal twee vooronderzoeken om de corneastabiliteit te kunnen bepalen. Meer evidence-based onderzoek is nodig om antwoord te kunnen geven op de vraag welke tijdsduur nodig is tot het volledig laten stabiliseren van de cornea, bij dragers van zachte contactlenzen.

Aanbeveling onderzoeksopzet

In tabel 7 is de aanbeveling over de onderzoeksopzet weergegeven. De aandachtspunten in tabel 7 zijn uitgewerkt voor de meetmomenten, aantal deelnemers, type lenzen en controlegroep.

Tabel 7: Aanbevelingen onderzoeksopzet

Onderzoeksopzet	Aandachtspunten
Meetmomenten	Elke week totdat stabiliteit bereikt is (bij het een-na-laatste meetmoment is stabiliteit bereikt)
Aantal deelnemers	Een groter aantal dragers van zachte contactlenzen includeren om representativiteit te kunnen garanderen *
Type lenzen	Om representativiteit te waarborgen, dienen verschillende lensmaterialen en draagsystemen in het onderzoek opgenomen te worden
Controlegroep	Aanwezig, voor vergelijking stabiliteitsduur tussen dragers van zachte contactlenzen en personen die geen contactlenzen dragen

* Voor exacte aantallen kan het beste een statisticus geraadpleegd worden (Bakker & van Buuren, 2009)

In tegenstelling tot een aantal van de geincludeerde studies, wordt aanbevolen om wekelijks te meten tot stabiliteit bereikt is, meerdere lensmaterialen te includeren en grotere groepen mee te nemen in de studie.

Aanbeveling meetmethode

Het meten van de corneadikte met de non-contact tomograaf wordt aanbevolen. Daarbij gaat de voorkeur uit naar de Scheimpflug (Oliveira et al. 2010). Om meetfouten door fysiologisch corneaoedeem zoveel mogelijk te beperken dienen alle metingen plaats te vinden nadat de proefpersoon minimaal twee uur wakker is, met een vast aantal uren tussen het moment van ontwaken en de meting. Het is raadzaam om de radii en de drie indexen Surface Regularity

Index (SRI), Surface Asymmetry Index (SAI) en Centre Surround Index (CSI) mee te nemen in de studie.

Herziening stabiliteitscriteria

De stabiliteitscriteria van Ng et al. (2007) is een bruikbare parameter om stabiliteit tussen twee metingen te kunnen beoordelen. Corneastabiliteit wordt bereikt wanneer twee metingen aan de stabiliteitscriteria voldoen. De auteurs zien de beoordeling van de corneatopografie graag uitgebreider. In tabel 8 is een aanvulling gegeven op de stabiliteitscriteria van Ng et al. (2007). Geadviseerd wordt om drie indexen toe te voegen aan de stabiliteitscriteria, zodat de corneavorm in een groter gebied objectief beoordeeld kan worden. Belangrijk is dat de drie indexen, afzonderlijk van elkaar, geen significant verschil laten zien tussen twee meetmomenten.

Tabel 8: Stabiliteitscriteria herzien (gebaseerd op Ng et al. 2007)

Meetmethode	Stabiliteitscriteria
Manifeste refractie	Sferische equivalent <0.50 dpt verandering Cilinder <0.50 dpt verandering
Keratometrie	<0.50 dpt in horizontale en verticale asrichting
Cornea topografie	✓ <0.50 dpt verandering in de centrale 3 mm zone in de steile en vlakke richting ✓ SAI 0.10 - 0.42 * ✓ SRI 0.0 - 0.56 * ✓ CSI -0.28 - 0.80 *
Pachymetrie	< 8 µm verandering op de dunste plaats

Dpt dioptrie; *mm* millimeter; *µm* micrometer *SRI* Surface Regularity Index *SAI* Surface Asymmetry Index *CSI* Centre Surround Index; * Burns et al. (2004)

Bovenstaande aanbevelingen vergroten de representativiteit en nauwkeurigheid van vervolgonderzoek. De tijdsduur tot het behalen van corneastabiliteit bij dragers van zachte contactlenzen kan hierdoor nauwkeuriger bepaald worden, wat resulteert in een evidence-based aanbeveling.

Auteursrechten

“De auteurs verklaren het volledige auteursrecht op hun werk te bezitten. Zij vrijwaarden de Opleiding Optometrie en Orthoptie van de Hogeschool Utrecht voor alle vorderingen van derden betreffende de inhoud en vorm van het artikel. Vermenigvuldiging en verspreiding van dit artikel is, zonder toestemming van de Opleiding Optometrie of Orthoptie, Hogeschool Utrecht, niet toegestaan. De auteur zal bij eventuele publicatie, gebaseerd op het artikel, de Opleiding Optometrie of Orthoptie slechts vermelden na verleende toestemming”.

Literatuurlijst

Alba-Bueno, F., Beltran-Masgoret, A., Sanjuan, C., Biarnés, M. & Marín, J. (2009). Corneal shape changes induced by first and second generation silicone hydrogel contact lenses in daily wear. *Contact Lens & Anterior Eye*, 32(2), 88-92.

Amano, S., Honda, N., Amano, Y., Yamagami, S., Miyai, T., Samejima, T., Ogata, M. & Miyata, K. (2006). Comparison of central corneal thickness measurements by rotating Scheimpflug camera, ultrasonic pachymetry and scanning-slit corneal topography. *Ophtalmology*, 113(6), 937-941.

Bakker, E. & van Buuren H. (2009). *Onderzoek in de gezondheidszorg*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers bv.

Braun, D.A. & Anderson-Penne, E.E. (2003). Effect of contact lens wear on central corneal thickness measurements. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 29(7), 1319-1322.

Burns, D.M., Johnston, F.M., Frazer, D.G., Patterson, C. & Jackson, A.J. (2004). Keratoconus: an analysis of corneal asymmetry. *British Journal of Ophthalmology*, 88(10), 1252-1255.

Del Águila-Carrasco, A.J., Domínguez-Vicent, A., Pérez-Vives, C., Ferrer-Blasco, T. & Montés-Micó, R. (2015). Assessment of corneal morphological changes induced by the use of daily disposable contactlenses. *Contactlens & Anterior Eye*, 38(1), 28-33.

Efron, N., Perez-Gomez, I. & Morgan, P.B. (2002). Confocal microscopic observations of stromal keratocytes during extended contact lens wear. *Clinical and Experimental Optometry*, 85(3), 156-160.

The European Council of Optometry and Optics. (2013). ECOO Guidelines for Optometric and Optical Services in Europe.

Fares, U., Otri, A.M., Al-Aqaba, M.A. & Dua, H.S. (2012). Correlation of central and peripheral corneal thickness in healthy corneas. *Contactlens & Anterior Eye*, 35(1), 39-45.
Feizi, S., Jafarinasab, M.R., Karimian, F., Hasanpour, H. & Masudi, A. (2014). Central and peripheral corneal thickness measurement in normal and keratoconic eyes using three corneal pachymeters. *Journal of Ophthalmic & Vision Research*, 9(3), 296-304.

Firoozabadi, M.R. (2008). Correspondence Ng et al. 2007: Preoperative assessment of corneal and refractive stability in soft contact lens wearing photorefractive candidates. *Optometry and Vision Science*, 85(4), 279.

Giráldez-Fernández, M.J. Diaz-Rey, A., García-Resua, C. & Yebra-Pimentel-Vilar, E. (2008). Diurnal variations of central and paracentral corneal thickness and curvature. *Archivos de la Sociedad Española de Optalmología*, 83(3), 183-191.

Gonzázel-Pérez, J., González-Méijome, J.M., Rodríguez, M.T. & Parafita, M.A. (2011). Central corneal thickness measured with three optical devices and ultrasound pachometry. *Eye & Contact Lens*, 37(2), 66-70.

Iskeli, G., Onur, U., Ustundag, C. & Ozkan, S. (2006). Comparison of corneal thickness of long-term contact lens wearers for different types of contact lenses. *Eye & Contact Lens*, 32(5), 219-222.

Harper, C.L., Boulton, M.E., Bennett, D., Marcyniuk, B., Jarvis-Evans, J.H., Tullo, A.B. & Ridgway, A.E. (1996). Diurnal variations in human corneal thickness. *British Journal of Ophthalmology*, 80(12), 1068-1072.

Hashemie, H., Firoozabadi, M.R., Mehravaran, S. & Gorouhi, F. (2008). Corneal stability after discontinued soft contact lens wear. *Contact Lens & Anterior Eye*, 31(3), 122-125.

Holden, B.A., Mertz, G.W. & McNally, J.J. (1983). Corneal swelling response to contact lenses worn under extended wear conditions. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 24(2), 218-226.

Holden, B.A., Sweeney, D.F., Vannas, A., Nilsson, K.T., & Efron, N. (1985). Effects of long-term extended contact lens wear on the human cornea. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 26(11), 1489-1501.

LaHood, D., Sweeney, D.F. & Holden, B.A. (1988). Overnight corneal edema with hydrogel, rigid gas-permeable and silicone-elastomer contact lenses. *International Contact Lens Clinic*, 15, 149-153.

Lam, A.K., Wong, Y. & Cheng, S. (2011). Corneal volume measures for monitoring contact lens induced corneal swelling: a pilot study. *Clinical and Experimental Optometry*, 94(1), 93-97.

Lebow, K. & Plisha, K. (1980) Ocular changes associated with extended wear contact lenses. *International Contact Lens Clinic*, 7, 49-55.

Liesegang, T.J. (2002). Physiologic changes of the cornea with contact lens wear. *Contact Lens Association of Ophthalmologists*, 28(1), 12-27.

Liu, Z. & Pflugfelder, S. C. (2000). The effects of long-term contact lens wear on corneal thickness, curvature, and surface regularity. *Ophthalmology*, 107(1), 105-111.

MacRae, S., Rich, L., Phillips, D. & Bedrossian, R. (1989). Diurnal variation in vision after radial keratotomy. *American Journal Ophthalmology*, 107(3), 262-267.

Maeda, N., Klyce, S. D. & Smolek, M.K. (1996). Neural network classification of corneal topography. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 36(7), 1327-1335.

McKernan, A.L., Mannion, L.S., O'Dwyer, V. & Moore, L.A. (2011). Soft contact lens-induced corneal warpage. *Journal of Association of Optometrists Ireland*, 4(1), 24-31.

McKernan, A.L, O'Dwyer, V. & Mannion, L.S. (2014). The influence of soft contact lens wear and two weeks cessation of lens wear on corneal curvature. *Contact Lens & Anterior Eye*, 37(1), 31-37.

Miller, K.M., Atebara, N.H., Fellenz, M., Rosenthal. P., Schechter, R.J., West, C.E. & Aaby, A.A. (2001). *Optics, refraction, and contact lenses*. San Francisco: The Foundation of the American Academy of Ophtalmology.

Morgan, P. B., Woods, C.A., Tranoudis, I.G., Helland, M., Efron, N., Jones, L., Dávila-Garcia, E., Magnelli, P., Teufl, M., Grupcheva, C.N., Jones, D., Beeler-Kaupke, M., Kah-Ooi Tan., Pesinova, A., Pult, H., Ravn, O., Santodomingo, J., Malet, F., Plakitsi, A., Végh, M., Erdinest, N., Chande, P.K., Itoi, M., Bendoriene, J., van der Worp E., Pintor, R., Moroy, J.L., Awasthi, S., Lam, W., Romualdez-Oo, J., Abesamis-Dichoso, C., González-Méijome, J.M., Belousov, V., Gierow, P., Silih, M.S., Hsiao, J. & Nichols, J.J. (2015). International Contact Lens Prescribing in 2014: Our 14th annual report in CLS provides information about 25,000 fits in 32 markets. *Contact Lens Spectrum*, 30, 28-33.

Ng, L.T., Lee, E.M. & Nguyen, A. L. (2007). Preoperative assessment of corneal and refractive stability in soft contact lens wearing photorefractive candidates. *Optometry and Vision Science*, 84(5), 401-409.

Nourouzi, H., Rajavi, J. & Okhovatpour, M.A. (2006). Time to resolution of corneal edema after long-term contact lens wear. *American Journal Ophthalmology*, 142(4), 671-673.

Oliveira, C.M., Riberio, C. & Franco, S. (2011). Corneal imaging with slit-scanning and Scheimpflug imaging techniques. *Clinical and Experimental Optometry*, 94(1), 33-42.

Rainer, G., Findl, O., Petternel, V., Kiss, B., Drexler, W., Skorpik, C., Georgopoulos, M. & Schmetterer, L. (2004). Central corneal thickness measurements with partial coherence interferometry, ultrasound, and the Orbscan system. *Ophthalmology*, 111(5), 875-879.

Randleman, J. B., Russell, B., Ward, M.A., Thompson, K. P. & Stulting, R.D. (2003) Risk factors and prognosis for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology*, 110(2), 267-275.

Randleman, J. B., Woodward, M., Lynn, M. J. & Stulting, R. D. (2008) Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. *Ophthalmology*, 115(1), 37-50.

Read, S.A. & Collins, M.J. (2009). Diurnal variation of corneal shape and thickness. *Optometry & Vision Science*, 86(3), 170-180.

Rho, C.R., Pandey, C., Kim, S.Y. & Kim, M.S. (2014). Corneal swelling caused by conventional and new-design low-Dk soft contact lenses following a 10-day daily wear trial regime. *Contactlens & Anterior Eye*, 37(1), 38-43.

Sah, R.P., Paudel, N., Chaudhary, M., Adhikari, P. & Mishra, S.K. (2014). The effects of soft contact lens wear on corneal thickness, curvature, and surface regularity. *Journal of Chitwan Medical College*, 4(8), 35-39.

Sanchis-Gimeno, J.A., Herrera, M., Rahhal, M.S. & Martínez-Soriano F. (2007). Effect of contact lens wear on the anatomic values of the corneal thickness. *European Journal of Anatomy*, 11(3), 181-184.

Schoessler, J.P. & Barr, J. T. (1980). Corneal thickness changes with extended contact lens wear. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 57(10), 729-733.

Schornack, M. (2003). Hydrogel contact lens-induced corneal warpage. *Contact Lens Anterior Eye*, 26(3), 153-159.

Sel, S., Trau, S., Knak, M., Kalinski, T., Kaiser, D., Kruse, F.E., Huchzermeyer, C., Duncker, G.I., Paulsen, F., Auffarth, G.U. & Nass, N. (2013). Evaluation of central corneal thickness after cataract surgery, penetrating keratoplasty and long-term soft contact lens wear. *Contactlens & Anterior Eye*, 36(5), 238-342.

Sun, C., Chang, C., Ma, D.H., Lin, Y., Chen, K., Sun, M., Hsiao, C. & Wu, P. (2013). Dry Eye After LASIK with a Femtosecond Laser or a Mechanical Microkeratome. *Optometry and vision science*, 90(10), 1048-1056.

du Toit, R., Vega, J.A., Fonn, D. & Simpson, T. (2003). Diurnal variation of corneal sensitivity and thickness. *Cornea*, 22(3), 205-209.

Tyagi, G., Collins, M. & Davis, B. (2010). Regional changes in corneal thickness and shape with soft contact lenses. *Optometry and Vision Science*, 87(8), 568-575.

Wang, X., McCulley, J.P., Bowman, R.W. & Cavanagh, H.D. (2002). Time to resolution of contact lens-induced corneal warpage prior to refractive surgery. *Contact Lens Association of Ophthalmologists*, 28(4), 169-171.

Zhang, Y., Liu, L., Cui, C., Hu, M., Li, Z., Cao, L., Jing, X. & Mu, G. (2013). Comparative study of visual acuity and aberrations after intralase femtosecond LASIK: small corneal flap versus big corneal flap. *International Journal of Ophthalmology*, 6(5), 641-645.

Websites

Nederlands Gezelschap voor Refractiechirurgie (NGRC) (2013) Consensus refractiechirurgie 2013. Geraadpleegd op 7 juni 2015 via

<http://www.oogheelkunde.org/uploads/Do/00/Do0OYjkWSFxR7ZC01tmQjw/ConsensusRC2013.pdf>

National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). Auteur: Dillon, A. (2006). NICE interventional procedure guidance. Geraadpleegd op 7 juni 2015 via

<https://www.nice.org.uk/guidance/ipg164/chapter/2-the-procedure>

Nederlandse Unie Voor Optiekbedrijven (NUVO). (2011). Rapport optiektrends 2020: ontwikkelingen in consumentengedrag. Auteurs: Q&A Research & Consultancy, John Terra. Geraadpleegd op 7 juni 2015 via:

<http://www.nuvo.nl/websites/nuvo/files/Optiek/Onderzoek%20en%20cijfers/2011-08-08%20Optiektrends%20QnA%202020.pdf>

Schorner, S. (2010). Some facts about SiHy lenses. *Review of optometry*. Geraadpleegd op 7 juni 2015 via: <http://www.reviewofoptometry.com/content/c/21669>

Figuur titelpagina

Thompsons Optometrist. (z.j.) Contactlenses and solutions. Geraadpleegd op 7 juni 2015 via: <http://www.thompsonoptometrist.co.nz/locations.html>