

Zachte multifocale contactlenzen versus orthokeratologie als therapie tegen myopieprogressie.



15-06-2014

Maikel Vermeer
maikel.vermeer@student.hu.nl
studentnummer: 1513852

Remke Sep
remke.sep@student.hu.nl
studentnummer: 1599430

Samenvatting

Doelstelling

Myopie komt wereldwijd steeds meer voor en kan bij sterktes boven de -5 dioptrieën degeneratieve myopie veroorzaken. Deze studie onderzoekt of het voorschrijven van zachte multifocale contactlenzen of het toepassen van orthokeratologie een effectievere therapie tegen myopie progressie bij kinderen is.

Materiaal en methoden

Recente (≥ 2009) klinische onderzoeken met een bepaalde tijdsduur (>1 jaar) en grootte ($n > 10$), waarbij de axiale ooglengte van myope kinderen ($-0,50$ tot $-5,00$ dioptrieën) gemeten is, zijn geïnccludeerd. De interventies zijn ortho-k of zachte multifocale contactlenzen en worden vergeleken met enkelvoudige brillen of zachte enkelvoudige contactlenzen.

Resultaten

De axiale ooglengte was in de orthokeratologie studies in twee jaar met $0,36$ - $0,47$ millimeter toegenomen, bij de multifocale contactlenzen was dit $0,25$ - $0,29$ millimeter. Wanneer beide interventies met de bijbehorende controlegroepen vergeleken worden, is de ooglengte toename voor beide methoden verminderd met respectievelijk 32 - 42% en 29 - 32% , wat overeenkomt met $0,45$ - $0,55$ en $0,24$ dioptrieën.

Conclusie

Ortho-k en zachte multifocale contactlenzen lijken in een tweejarige periode de toename in axiale ooglengte enigszins te remmen bij sterktes tot -6 dioptrieën. Er kan geen stellig antwoord worden gegeven op de vraag welke van beide methoden uiteindelijk effectiever is, doordat het nog onbekend is waarin langere behandelperiodes resulteren en of er rebound effecten optreden na beëindiging van de therapieën. Naar de huidige stand van zaken leveren beide behandelingen slechts een zeer kleine bijdrage aan de vermindering van myopieprogressie.

Trefwoorden: Axiale Lengte (oog), Myopie, Multifocale Contactlenzen, Progressieve Myopie, Orthokeratologie.

Summary

Purpose

There is a global increase in the prevalence of myopia which itself can cause myopic degeneration when the refractive error is above -5 diopters. This study aims to find out whether prescribing soft multifocal contact lenses or applying orthokeratology is a more effective therapy against myopia progression in children.

Material and methods

Recent clinical trials (≥ 2009) with a certain duration (>1 year) and size ($n > 10$), where axial length of myopic eyes ($-0,50$ to $-5,00$ diopters) in children was measured, are included. The interventions are ortho-k or soft multifocal contact lenses and are compared to single vision lenses or soft single vision contact lenses.

Results

Axial elongation during two years was $0,36$ - $0,47$ millimeter and $0,25$ - $0,29$ millimeter for orthokeratology and multifocal contact lenses respectively. When both interventions are compared to their control groups, both methods reduced the axial elongation by 32-43% and 29-32% which equals $0,45$ - $0,55$ and $0,24$ diopters.

Conclusion

During a 2-year period orthokeratology and soft multifocal contact lenses seem to slow axial elongation of myopic eyes with corrections up to -6 diopters. No answer can be given to the question which of both methods is more effective, given the fact that the effects of longer treatment periods are still unknown and a post-treatment rebound effect is not ruled out. Both treatments have a very small treatment effect on myopia progression given the current state of affairs.

Keywords: Axial Length (eye), Myopia, Multifocal Contact Lenses, Progressive Myopia, Orthokeratology.

Achtergrond

Relevantie optometrie

Op het Nederlands Contactlens Congres 2012 is verteld dat contactlenzen de potentie hebben myopieprogressie bij kinderen te remmen. Twee jaar later is er wederom een lezing gehouden over hetzelfde onderwerp. Myopiecontrole is al voor velen jaren een populair onderwerp binnen ons vakgebied en nieuwe ontwikkelingen zorgen ervoor dat er steeds weer aandacht aan geschonken wordt. Momenteel ligt de focus op de mogelijke therapeutische effecten van orthokeratologie en correctie met zachte multifocale contactlenzen. Beide methoden staan tot onze beschikking maar onduidelijk is nog welke van beide de voorkeur heeft, wanneer het doel is om grip te krijgen op myopieprogressie.

Prevalentie van myopie

Myopie is een wereldwijde veel voorkomende refractieafwijking. In figuur 1 zijn de gemiddelde myopieprevalenties onder (jong)volwassenen uit 11 verschillende mypiestudies weergegeven. In Azië vormt myopie een groot probleem, 78% van de 15-jarige kinderen in stedelijke gebieden zijn myoop (He et al., 2004). Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld maar 21% van de 12 tot 17-jarige Duitse schoolkinderen (Jobke et al., 2008). Het voorkomen van myopie in westerse landen neemt echter toe. Onder de volwassen populatie in Noord-Amerika is in de afgelopen 30 jaar een toename van het aantal myopen met 16,6% geconstateerd (Vitale et al., 2009).

De prevalentie van myopie in de Europese bevolking van 40 jaar en ouder is 26,6%, waarvan 4,6% meer dan -5 dioptrieën (Kempen et al., 2004). Van de slechtziende Nederlandse populatie is 4,3% tussen de 15 en 49 jaar, 4% hiervan wordt veroorzaakt door myope degeneratie en een even grote groep door refractieafwijkingen (Limburg & Keunen, 2009). In 2020 zullen naar schatting 464 duizend van de 17,2 miljoen Nederlanders een sterkte van -5 dioptrieën of meer hebben (Limburg., 2005). Deze groep zal een grotere kans hebben op het ontwikkelen van degeneratieve myopie, wat de nodige kosten met zich meebrengt.

Ontwikkeling van het oog

De graad van myopie en het voorkomen van pathologie zijn sterk geassocieerd met de axiale ooglength (Saw et al., 2005). Normaal is het oog van een neonaat 16,6-16,8 millimeter lang en groeit door tot het 13^e levensjaar wanneer het de volwassen lengte van 22-23 millimeter bereikt (Wright & Spiegel, 2003). Het oog groeit 4,3 millimeter gedurende de eerste 18 levensmaanden,

gevolgd door een infantiele en een juveniele periode van groei die een additionele 1,1 en 1,3 millimeter verlenging van de oogbol tot gevolg hebben (Larsen, 1971 uit Wright & Spiegel, 2003). Het is de afstemming van deze groei die samen met de aanvankelijke refractieafwijking van de neonaat het proces van emmetropisatie stuurt (Mutti et al., 2005).

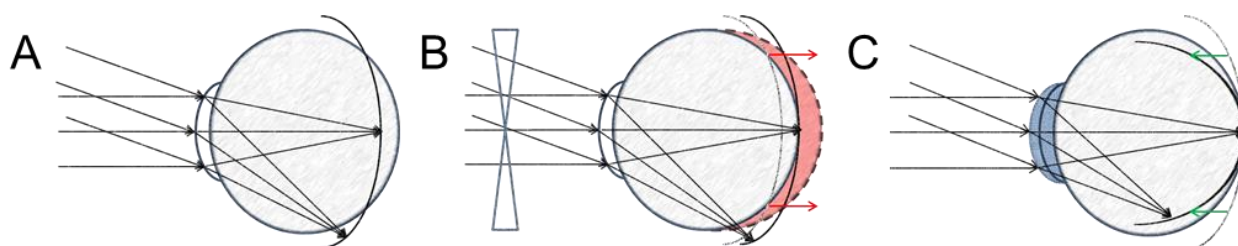


Figuur 1. Uitkomsten van 11 verschillende myopiastudies. De criteria voor myopie varieerden tussen de studies, van $SE < 0$ dioptrieën tot $SE < -0,75$ dioptrieën. In 5 studies zijn personen jonger dan 18 jaar geïnccludeerd (Jobke et al., 2008; Queirós et al., 2009; Schellini et al., 2009; Vitale et al., 2009 & Yoon et al., 2011). Verschillen tussen leeftijdsgroepen zijn groot; Yoon et al. (2011) melden verschillen in myopieprevalentie van 18,2% onder de 60-69-jarige, tot 78,8% onder huidige 12-18-jarige. Bronnen: Jobke et al., 2008; Krishnaiah et al., 2009; Midelfart et al., 2004; Queirós et al., 2009; Rahi et al., 2011; Sawada et al., 2008; Schellini et al., 2009; Vitale et al., 2009; Wensor et al., 1999; Wong et al., 2000; Yoon et al., 2011; zelf samengesteld.

Etiologie van myopieprogressie

Axiale myopie is een conditie waarbij het oog te lang is voor het brekende systeem (Figuur 2A). Bekend is dat een normaal emmetroop oog een axiale lengte heeft van 22-23 mm. De ooglengte kan gemeten worden met ultrasone biometrie, of met een non-contact optische coherentie methode wat nauwkeuriger is. In de Correction Of Myopia Evaluation Trial (COMET) studie, waarin 469 kinderen van verschillende etniciteiten gedurende 3 jaar gevolgd zijn, blijkt dat voor iedere millimeter die het oog langer wordt de myopie met 2,04 dioptrieën toeneemt (Hyman et al., 2005). Uit een literatuurstudie van Donovan et al. (2012) blijkt dat op een gemiddelde leeftijd van 9,3 jaar, de myopieprogressie bij brildragende Aziatische kinderen met -0,82 dioptrieën/jaar,

groter is dan bij Europese kinderen waarbij de myopie met -0,55 dioptrieën/jaar toeneemt. Wat deze achteruitgang aanstuurt is nog altijd onbekend. Dat perifere hypertrope defocus een drijvende kracht is, is een aannemelijke hypothese (Smith 3rd et al., 2013). Lin et al. (2010) toonden aan dat door het dragen van een brilcorrectie, de hoeveelheid perifere hypermetrope defocus toeneemt (Figuur 2B). De hoeveelheid perifere hypertrope defocus varieert echter ook met de oogvorm (Logan et al., 2004), accommodatie lag (Price et al., 2013; Sreenivasan et al., 2013), negatieve sferische aberraties en beeldkwaliteit (Stillitano et al., 2008).



Figuur 2. Perifere hypermetrope defocus in een (A) myoop oog (B) gecorrigeerd myoop oog en (C) een optimaal gecorrigeerd myoop oog. Bron: eigen archief.

Myopiecontrole

Om myopieprogressie bij kinderen te remmen worden verschillende methoden toegepast en onderzocht (Tabel 1). Multi- en bifocale brillen lijken effectief (Cheng et al., 2014; Leung & Brown, 1999). Echter tonen andere onderzoeken aan dat er geen remmend effect op de sterkte en/of axiale ooglenkte is (Berntsen et al., 2012; Edwards et al., 2002), of dat de verschillen niet klinisch significant zijn (Gwiazda et al., 2003).

Topicale atropine remt myopieprogressie tot 76% en lijkt een effectief middel te zijn om myopieprogressie te controleren (Chia et al., 2012; Wu et al., 2011). Nadelig zijn de risico's op het ontstaan van oculaire en/of systemische aandoeningen zoals allergische conjunctivitis en allergische dermatitis van de oogleden door lange termijn gebruik van atropine (Chia et al., 2012). De effectiviteit van de behandeling lijkt na een jaar af te nemen (Chua et al., 2006) en nadat de behandeling gestaakt wordt neemt de myopie significant toe (Chia et al., 2014; Tong et al., 2009), waardoor atropine zijn effect op langere termijn verliest.

Het dragen van zachte enkelvoudige contactlenzen blijkt in plaats van een bril is niet van invloed op het beloop van myopieprogressie (Horner et al., 1999; Walline et al., 2008). Het tijdelijke effect van de vormstabiele contactlens op myopieprogressie lijkt te kunnen worden toegeschreven aan afvlakking van de cornea (Perrigin et al., 1990; Walline et al., 2004). Net als

bij orthokeratologie is dit effect slechts van tijdelijke aard (Kobayashi et al., 2008; Soni et al., 2004) en is er bij het dragen van vormstabiele contactlenzen van werkelijke myopiecontrole geen sprake, omdat de axiale oog lengte ongehinderd lijkt toe te nemen (Katz et al., 2003; Walline et al., 2004).

Tabel 1. Overzicht van verschillende interventies die in de afgelopen 25 jaar besproken zijn in 3 review artikelen afkomstig uit 'peer reviewed' tijdschriften. Bronnen: Grosvenor, 1989; Saw et al., 2002; Leo & Young, 2011.

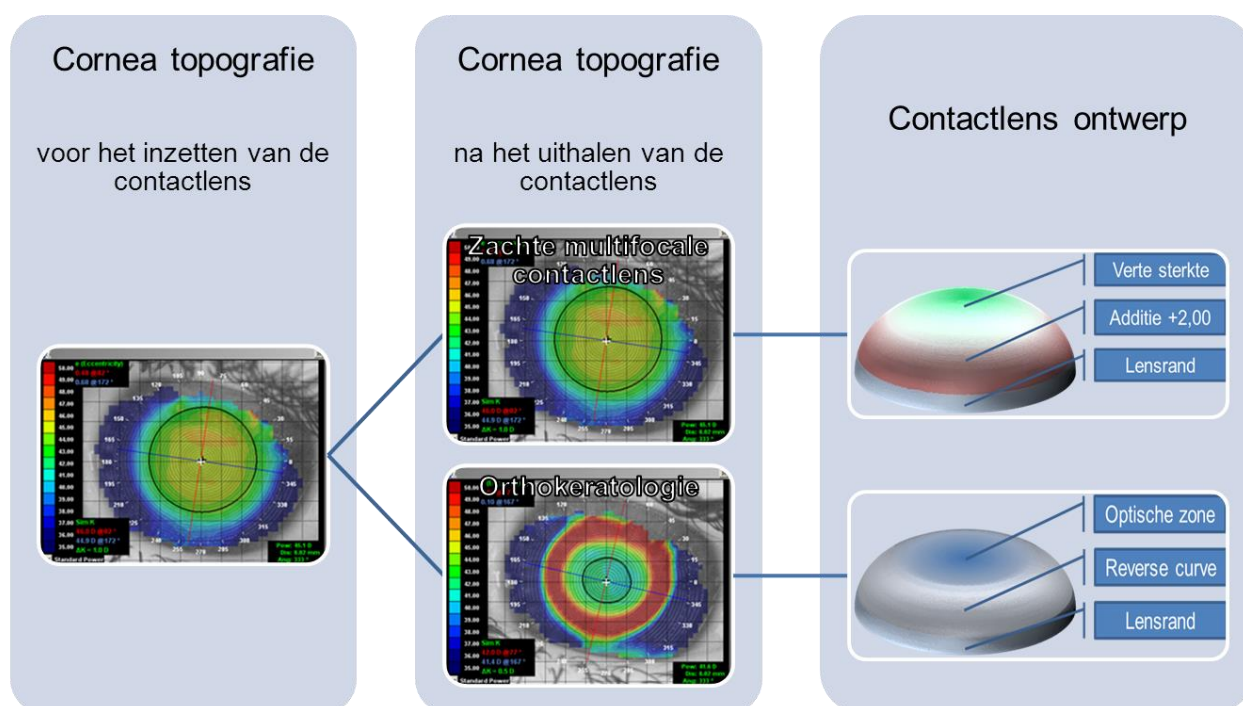
Interventie		Publicatiejaar review			
		1989	2002	2011	
Training	Visuele training				
	Biofeedback training				
Brilcorrectie	Overcorrectie				
	Ondercorrectie				
	Bifocale glazen				Niet besproken
	Multifocale glazen				Interventie lijkt werkzaam
	Part-time correctie				Wisselende resultaten
Contactlenzen	Enkelvoudig vormstabiel				Geen effect
	Enkelvoudig zacht				Nog geen uitslagen van onderzoeken
	Orthokeratologie				
Farmacologie	Atropine				
	Timolol				
	Pirenzipine				
Overig	Traditionele Chinese behandelingen				
	Commerciële producten en technieken				

Ortho-k en zachte multifocale contactlenzen

Voor myopiecontrole met zachte multifocale contactlenzen worden in sommige onderzoeken speciaal ontworpen center-distance lenzen gebruikt met een extra grote centrale zone zodat het zicht veraf minimaal beïnvloed wordt (Kollbaum et al., 2013) en nabij geacommodeerd moet worden (Anstice & Phillips, 2011). Rondom deze centrale zone neemt de additie geleidelijk toe of bevat de lens concentrische ringen waardoor het in wezen een bifocaal correctiemiddel is,

soms 'Dual-Focus' of 'Defocus Incorporated Soft Contact' lens genoemd. Ook zijn er studies waarin gewone commercieel verkrijgbare center-distance lenzen gebruikt worden.

Wanneer kinderen ortho-k dragen om myopie te corrigeren, lijken deze contactlenzen als neveneffect myopieprogressie te remmen (Downie & Lowe, 2013). Orthokeratologie kan dus doelbewust worden toegepast om myopie te controleren. Correctie van myope kinderen met zachte multifocale contactlenzen leidt tot overeenkomstige resultaten (Berntsen & Kramer, 2013). Speciale multifocale contactlenzen voor myopie controle zijn in sommige landen inmiddels commercieel verkrijgbaar, zoals de MiSight van CooperVision. Beide interventies verminderen de totale hoeveelheid perifere hypermetrope defocus, doordat de lenzen in de periferie een positievere zone creëren (Figuur 3).



Figuur 3. Bij orthokeratologie ontstaat een positieve zone (rood op de topografie; afbeelding midden-onder) rondom de centraal afgevlakte cornea. In een zachte multifocale contactlens zorgt de additie in de buitenste ringen (rood in de schematische weergave van de zachte multifocale contactlens; afbeelding rechts-boven) van de contactlens voor vermindering van de perifere hypermetrope defocus. Bron van de topografieafbeeldingen:

<https://www.mivision.com.au/orthokeratology-changing-the-scope-of-optometry/>

Onderzoeksvraag

In de afgelopen vijf jaar zijn er verschillende onderzoeken gepubliceerd waarin de effecten van zachte multifocale contactlenzen of ortho-k op aslengte toename onderzocht zijn, maar er zijn tot

op heden geen studies waarin beide therapieën direct en/of indirect met elkaar vergeleken worden. Het doel van dit onderzoek is het om deze resultaten te vergelijken om een antwoord te krijgen op de vraag: is het voorschrijven van zachte multifocale contactlenzen of het toepassen van orthokeratologie een effectievere therapie tegen myopie progressie bij kinderen?

Materiaal en methoden

Voor het schrijven van dit literatuuronderzoek zijn recent gepubliceerde artikelen gezocht en abstracts gescreend op relevantie met betrekking tot de vraagstelling. In de periode van 02/02/2014 tot 08/02/2014 is er in de databank PubMed gezocht, deze is toegankelijk via de HU bibliotheek. Artikelen zijn geselecteerd voor analyse aan de hand van vooraf opgestelde inclusie- en exclusiecriteria (Tabel 2).

Tabel 2. Gebruikte inclusie- en exclusiecriteria om de artikelen voor deze studie te selecteren.

Inclusie criteria	Exclusie criteria
Engels- en Nederlandstalig	Dierproeven
Alleen klinische onderzoeken	Leeftijd ouder dan 18 jaar
Studieduur van minimaal 1 jaar	Artikelen ouder dan 5 jaar
Aanwezigheid van controlegroep	
SE <-6 dioptrieën bij aanvang onderzoek	
Onderzoeksgroep begin onderzoek n>10	
Refractie en axiale lengte gemeten bij follow-ups	
Interventie met Ortho-K of een zachte multifocale contactlens	

De volgende zoektermen werden gebruikt om literatuur in de database te filteren: multifocal contact lenses; myopia control; myopia progression; peripheral refraction. MeSH termen (PubMed): axial length, eye; contact lenses; contact lenses, hydrophilic; myopia; orthokeratologic procedures. Resultaten van de zoekopdrachten staan in tabel 3.

In totaal werden zeven artikelen geselecteerd die aan de inclusiecriteria voldeden. Het artikel van Chen et al. (2013) is niet gebruikt bij de analyse omdat het onderzoek zich richt op myoop astigmaten met een cilinder van minimaal -1,25 dioptrieën, terwijl deze patiënten in de andere onderzoeken niet geïnccludeerd zijn.

Tabel 3. Resultaten van de zoekopdrachten, gebruikte database, zoektermen, aantal hits en aantal hits na exclusiecriteria (02/02/2014-08/02/2014).

Database	Zoektermen	Hits	Hits na exclusiecriteria	Resultaat
PubMed	PubMed: soft contact lenses AND myopia control	57	5	-
PubMed	PubMed: peripheral refraction MeSH: myopia AND contact lenses	28	3	Sankaridurg et al., 2011
PubMed	PubMed: multifocal contact lenses AND myopia progression	10	0 3 zonder filter "clinical trial"	Walline et al., 2013*
PubMed	MeSH: myopia OR axial length, eye AND contact lenses, hydrophilic	261	8	Lam et al., 2014
PubMed	MeSH: myopia OR axial length, eye AND orthokeratologic procedures	84	10 40 zonder filter "clinical trial"	Chen et al., 2013 Cho & Cheung, 2012 Hiraoka et al., 2012* Santodomingo-Rubido et al., 2012

* Artikelen die niet worden weergegeven wanneer het filter "clinical trial" geselecteerd is.

Resultaten

Er zijn zes recente studies met elkaar vergeleken in dit literatuuronderzoek (Tabel 4). Vier van deze zes artikelen beschrijven tweejarige studies. Sankaridurg et al. (2011) hebben met tijdsduur van slechts één jaar het kortst durende onderzoek. De studieduur van Hiraoka et al. (2012) was vijf jaar en is in wezen een voortzetting van een onderzoek dat door Kakita et al. (2011) gestart is. Het aantal maanden tussen follow-ups waarbij de axiale ooglenkte werd gemeten en refracties werden verricht, varieert tussen de studies van 3 tot 12 maanden.

Alleen de onderzoeken van Lam et al. (2014) en Cho & Cheung (2012) zijn zogenaamde randomised controlled trials. In twee studies (Sankaridurg et al., 2011; Walline et al., 2013) werden de behandelde patiënten na afloop gekoppeld aan proefpersonen uit een historische controle groep. De overige twee studies (Hiraoka et al., 2012; Santodomingo-Rubido et al., 2012) waren niet gerandomiseerd wat inhield dat patiënten zelf de behandeling mochten kiezen.

Tabel 4. Overzicht van de verschillende studies, onderzoeksopzet, aantal deelnemers bij aanvang onderverdeeld in totaal, interventie en controle inclusief man (M) en vrouw (V) verhouding, aantal drop-outs, tijdsduur, aantal maanden tussen de follow-ups en het totale aantal follow-ups.

Studie	Soort onderzoek	Deelnemers			Drop-outs			Tijdsduur (maanden)	Maanden tussen follow-ups (totaal)
		Totaal	Interventie (M:V)	Controle (M:V)	Totaal	Interventie	Controle		
Lam et al., 2014	Gerandomiseerd onderzoek met controlegroep, dubbelblind onderzoek	221	111 (72:39)	110 (64:46)	93	47	46	24	6 (4)
Sankaridurg et al., 2011	Niet gerandomiseerd onderzoek met historische controlegroep	85	45 (22:23)	40 (23:17)	18	1	17	12	6 (2)
Walline et al., 2013	Niet gerandomiseerd onderzoek met historische controlegroep	72	40 (16:24)	32 (14:18)	13	0	13	24	12 (2)
Cho & Cheung, 2012	Gerandomiseerd onderzoek met controlegroep, enkel blind onderzoek	102	51 (26:25)	51 (26:25)	24	14	10	24	6 (4)
Hiraoka et al., 2012	Niet gerandomiseerd onderzoek met controlegroep, enkel blind onderzoek	59	29 (14:15)	30 (13:17)	16	9	7	60	3 (20)
Santodomingo-Rubido et al., 2012	Niet gerandomiseerd onderzoek met controlegroep, enkel blind onderzoek	61	31 (15:16)	30 (15:15)	8	6	2	24	6 (4)

Walline et al. (2013) hebben met 40 proefpersonen in de interventie groep het kleinste aantal deelnemers. De gegevens van de overige 32 ‘deelnemers’ zijn afkomstig uit een andere studie. Het aantal deelnemers bij start van de verschillende onderzoeken varieert van 59 tot 221. De hoeveelheid gegevens die uiteindelijk geanalyseerd werden, zijn afhankelijk van het aantal dropouts. In de studie met het grootste aantal proefpersonen stopte 93 van de 221 deelnemers (Tabel 4).

De interventie bestaat bij drie van de zes studies uit orthokeratologie, waarbij commercieel verkrijgbare nachtlenzen gedragen werden (Tabel 5). De andere drie studies onderzochten zachte multifocale contactlenzen. Walline et al. (2013) hebben als enige uit de multifocale contactlens-groep een commercieel verkrijgbare multifocale contactlens gebruikt (Proclear multifocaal center-distance). De overige 2 studies hebben een ontwerp op maat laten maken. In tabel 5 is te zien dat de myopen in de controlegroep zijn gecorrigeerd met enkelvoudige contactlenzen of brilcorrectie waarvan de glazen al dan niet van een cilindrische correctie werden voorzien.

Tabel 5. Overzicht van leeftijd in jaren, interventie, controle en etniciteit.

Studie	Leeftijd (jaren)	Interventie		Alternatief		Etniciteit (%)		
		OK	MF CL	EV CL	EV RX	Aziatisch	Blank	Niet blank
Lam et al., 2014	8-13		☒	☒		100%		
Sankaridurg et al., 2011	7-14		☒		☒	100%		
Walline et al., 2013	8-11		☒	☒			87,5%	12,5%
Cho & Cheung, 2012	6-10	☒			☒	100%		
Hiraoka et al., 2012	8-12	☒			☒	100%		
Santodomingo-Rubido et al., 2012	6-12	☒			☒	100%		

OK = orthokeratologie; MF CL = multifocale zachte contactlens; EV CL = enkelvoudige zachte contactlens;
EV Rx = enkelvoudige bril; Aziatisch = Chinees & Japans.

Leeftijdsgroepen variëren tussen de verschillende studies, Cho & Cheung (2012) heeft de jongste deelnemer (6 jaar oud) en Sankaridurg et al. (2011) met 14 jaar de oudste. In vier studies zijn uitsluitend Chinezen of Japanners geïnccludeerd. Walline et al. (2013) maken in hun studie onderscheid tussen blank en niet-blank maar hebben dit niet verder gespecificeerd. Santodomingo-Rubido et al. (2012) hebben een onderzoeksgroep die uitsluitend uit deelnemers bestaat met een Spaanse etniciteit.

In alle studies zijn de toenames van de axiale ooglgengte en refractie gemeten bij aanvang van het onderzoek en tijdens de follow-ups. Omdat de refractieafwijking bij orthokeratologie wordt gereduceerd, is de myopie toename in dioptrieën niet te meten. Reductie in toename van de axiale ooglgengte is te meten voor alle controle- en interventiegroepen, zowel in multifocale contactlens- als in orthokeratologie studies. De reductie in axiale ooglgengte toename van iedere studie is uitgedrukt in percentages (Tabel 6).

Tabel 6 laat zien dat in de interventie groep van de multifocale contactlens studies de axiale ooglgengte met 0,25-0,29 millimeter toenam en in de controle groepen met 0,37-0,41 millimeter gedurende twee jaar. Sankaridurg et al. (2011) vonden een toename in de interventie en controle groep van respectievelijk 0,24 en 0,39 millimeter na één enkel jaar.

Na 12 maanden meten Sankaridurg et al. (2011) een vermindering van 38%. Walline et al. (2013) meten een vermindering van 29% na twee jaar en Lam et al. (2014) 32%. Daarmee ligt de myopiecontrole van de multifocale contactlens na twee jaar tussen de 29 en de 32% (Tabel 6). In verband met een studieduur van een jaar moeten de resultaten van Sankaridurg apart beschouwd worden.

De tweejarige toename van de axiale ooglengte in de studies met orthokeratologie als interventie was 0,36-0,47 millimeter. In de controle groepen werd een toename van 0,63-0,72 millimeter gemeten. Al deze studies gebruikten enkelvoudige brilcorrecties in de controlegroepen.

De orthokeratologie studies duurden allemaal twee jaar of langer. Hiraoka et al. (2012) hebben met vijf jaar het langst lopende onderzoek. De myopieprogressie werd gedurende vijf jaar met 30% geremd. Na de eerste twee jaar van deze studie lag de vermindering in toename van de axiale ooglengte op 38%. Met een percentage van 43% hebben Cho & Cheung (2012) het grootste verschil in axiale ooglengte toename tussen interventie en controlegroep gemeten. De tweejarige reductie in toename van de axiale ooglengte bij orthokeratologie ligt tussen de 32-43%.

Tabel 6. Overzicht van interventie- en controlegroep, beginwaarde axiale ooglengte, beginwaarde refractie, toename in axiale ooglengte in millimeter per tijdsduur, verschil in millimeter en myopie controle (MC) in %.

Studies	Interventie (I) en controle (C)	Beginwaarde axiale lengte (mm)	Beginwaarde refractie (D)	Toename (mm) na 12 maanden	Toename (mm) na 24 maanden	Vershil (mm) in toename (%)
Lam et al., 2014	I: DISC C: EV CL	24,69±0,74 24,62±0,79	SE-2,90±1,05 SE-2,80±1,03		0,25 0,37	0,12 (32%)
Sankaridurg et al., 2011	I: MF CL C: EV RX	24,57±0,77 24,57±0,93	SE-2,24±0,79 SE-1,99±0,62	0,24 0,39		0,15 (38%)
Walline et al., 2013	I: MF CL C: EV CL	24,29±0,13 24,28±0,13	SE-2,24±0,06 SE-2,26±0,06		0,29 0,41	0,12 (29%)
Cho & Cheung, 2012	I: OK C: EV RX	24,48±0,71 24,40±0,84	S-2,05±0,72 C 0 [0-1,25]* S-2,23±0,84 C 0 [0-1,25]*		0,36 0,63	0,27 (43%)
Hiraoka et al., 2012	I: OK C: EV RX	24,09±0,77 24,22±0,71	SE-1,89±0,82 SE-1,83±1,06	0,19 0,38	0,45 0,72	0,27 (38%)
Santodomingo-Rubido et al., 2012	I: OK C: EV RX	24,49±0,78 24,26±1,01	S-2,20±1,09 C-0,29±0,29 S-2,35±1,17 C-0,35±0,34		0,47 0,69	0,22 (32%)

DISC = defocus incorporated soft contact lens; EV CL = enkelvoudige zachte contactlens; MF CL = multifocale zachte contactlens; EV Rx = enkelvoudige bril; OK = orthokeratologie; D = dioptrieën.

* meridiaan [range]

De percentages zijn berekend door $\frac{\Delta AXL (controle - interventie)}{\Delta AXL controle} \times 100\%$

Grafiek 1 toont de toename in axiale ooglengte gedurende de studies. Wat duidelijk wordt uit deze grafiek zijn de verschillen tussen de studies met betrekking tot de tijdsduur. De toename in axiale ooglengte is in de studie van Sankaridurg et al. (2011) in zowel de interventie- als in de

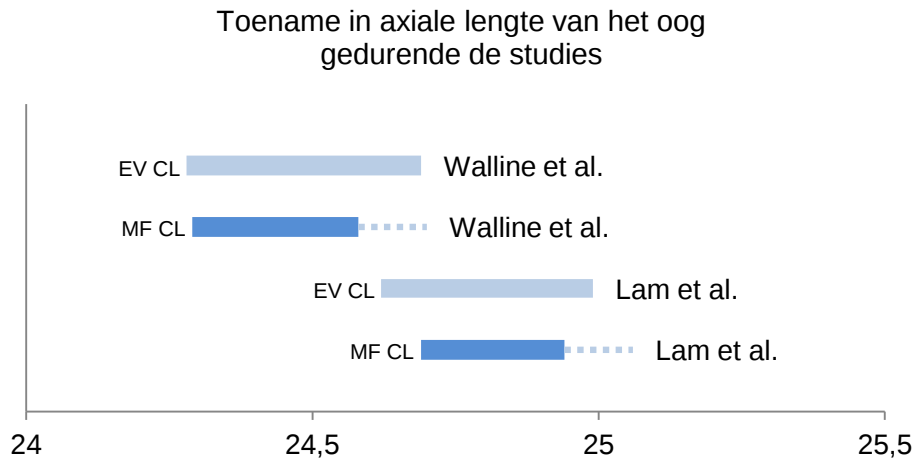
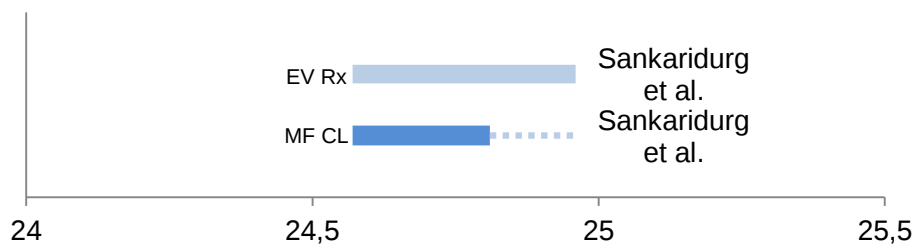
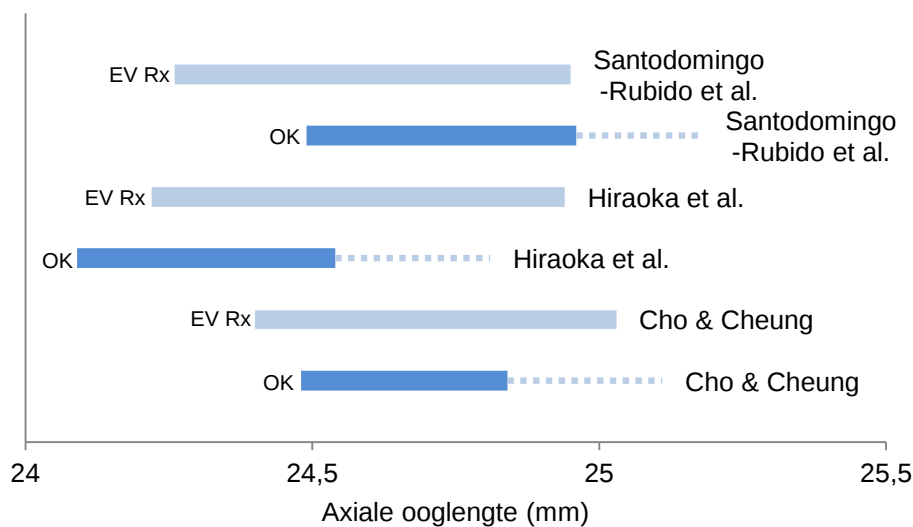
controle groep nagenoeg gelijk aan de uitslagen van Lam et al. (2014) en Walline et al. (2013), terwijl de tijdsduur slechts de helft bedraagt (Grafiek 1A en 1B). Uit de studie van Hiraoka et al. (2012) zijn voor deze grafiek de resultaten na twee jaar gebruikt (Grafiek 1C). De lengte toename na vijf jaar was voor de interventie 0,99 millimeter en voor de controlegroep 1,44 millimeter.

De toename van myopie in de zachte multifocale contactlens studies is in tabel 7 te zien. De toename in axiale ooglengte is voor zowel de multifocale als de orthokeratologie studies bekend. De theoretische myopietoename gedurende twee jaar is voor beide behandelingen berekend door het verschil in axiale ooglengte te vermenigvuldigen met -2,04 dioptrieën (Hyman et al., 2005). Daaruit komt voort dat myopieprogressie door de zachte multifocale contactlens met 0,24 dioptrieën en met orthokeratologie 0,45-0,55 dioptrieën wordt geremd.

Tabel 7. Toename van myopie in de interventie (I) en controlegroep (C) van de zachte multifocale contactlens studies, waaruit het verschil is berekend. De toename in axiale ooglengte (AXL) is ook van de orthokeratologie studies bekend en dit is vermenigvuldigd met -2,04 dioptrieën (Hyman et al., 2005) wat het theoretische verschil in dioptrieën (D) weergeeft.

Studies	Myopie toename interventie SE (D)	Myopie toename controle SE (D)	Vershil SE (D) tussen controle en interventie	Vershil AXL (mm) tussen controle en interventie	Theoretisch verschil (D) [AXL*-2,04D]
Lam et al., 2014	-0,59±0,49	-0,79±0,56	-0,20	0,12	-0,24
Walline et al., 2013	-0,51±0,06	-1,03±0,06	-0,52	0,12	-0,24
Sankaridurg et al., 2011	-0,84±0,47	-0,54±0,37	-0,30	0,15	-0,31
Cho & Cheung, 2012	-	-	-	0,27	-0,55
Hiraoka et al., 2012	-	-	-	0,22	-0,45
Santodomingo-Rubido et al., 2012	-	-	-	0,27	-0,55

SE = sferisch equivalent

A**B****C**

Grafiek 1. Toont de toename van de axiale lengte van het oog gedurende de studies. **A** tweejarige studies waarin een zachte multifocale contactlens wordt vergeleken met een zachte enkelvoudige contactlens. **B** eenjarige studie waarin een zachte multifocale contactlens wordt vergeleken met een enkelvoudige bril. **C** tweejarige studies waarin orthokeratologie wordt vergeleken met een enkelvoudige bril. De lichtblauwe balken representeren de toename in axiale lengte van de controlegroepen; de donkerblauwe balken die van de interventies; de lichtblauwe gestippelde lijnen het verschil in toename tussen de interventie- en controlegroepen.

Discussie

Controle groepen

Wanneer een interventie en controle behandeling vergeleken worden is het van belang dat deze onderling alleen verschillen in behandeling zodat er geen andere factoren van invloed op de resultaten kunnen zijn. Walline et al. (2013) verzamelden voor de controle groep data uit een eerdere studie. Deelnemers van deze afgeronde studie werden gekoppeld aan deelnemers in de recente studie op basis van geslacht en leeftijd. In de studie van Sankaridurg et al. (2011) heeft de controlegroep gelijke geografische en demografische kenmerken, maar is afkomstig uit een aparte studie, uitgevoerd door dezelfde onderzoekers en op de dezelfde locatie als die van de interventie groep. Het probleem met historische controlegroepen is dat er veranderingen plaats vinden in de activiteiten van mensen en er tegenwoordig steeds meer op korte afstand gefocust wordt. Dit is belangrijk omdat er een correlatie lijkt te zijn tussen de hoeveelheid nabijwerk en de toename van de graad van myopie (Lee et al., 2013).

De studie van Hiraoka et al. (2012) is een voorzetting van het onderzoek dat in 2002 door Kakita et al. (2011) gestart is. 12 ortho-k en 10 bril dragers kozen voor een deelname aan deze vervolgstudie, tevens werden 37 nieuwe deelnemers geworven. Dit kan de resultaten beïnvloeden doordat bij eenderde van deze kinderen het correctiemiddel bij voorbaat succesvol is, het is onwaarschijnlijk dat zij zich anders zouden aanmelden voor een vervolgstudie.

Correctiemiddel van controlegroepen

De toename in axiale oog lengte van de controlegroepen, is bij de orthokeratologie studies groter dan bij de contactlens studies. In de orthokeratologie studies zijn alle controlegroepen met brillen gecorrigeerd. Bij de zachte multifocale contactlens studies is de brilcorrectie alleen gebruikt door Sankaridurg et al. (2011). Hierbij is opvallend dat ondanks dat deze studie de helft korter duurt, de axiale oog lengte in de controlegroep een gelijke progressie laat zien wanneer dit wordt vergeleken met de twee jaar durende contactlens studies. Het lijkt erop dat een brilcorrectie leidt tot een snellere toename van de axiale oog lengte ten opzichte van andere correctiemiddelen. Deze bevinding wordt ondersteund door een recente studie van Backhouse et al. (2012). Mocht dit waar zijn, ontstaat bias en lijken de interventies efficiënter dan dat ze daadwerkelijk zijn. Echter is ook de aslengte toename van de interventiegroepen in de orthokeratologie studies groter dan bij de contactlens studies wat erop wijst dat ook andere factoren mogelijk een rol spelen.

Lange termijn effecten

Uit de huidige studies wordt niet duidelijk wat de effectiviteit van orthokeratologie en zachte multifocale contactlenzen op langere termijn is en wat de gevolgen zijn van het beëindigen van de therapie. Santodomingo-Rubido et al. (2014) beschrijven dat in de eerste week na het stoppen met orthokeratologie er een toename van 0,02 millimeter in axiale lengte van het oog gemeten wordt door corneale veranderingen en nog eens 0,02 millimeter die verklaard worden door meetfouten of veranderingen in de choroidale dikte. Het is belangrijk een zodanige respons van het oog uit te kunnen sluiten omdat het een rebound effect veroorzaakt. Vervolgstudies waarin deelnemers permanent stoppen met de behandeling zijn nodig om deze effecten te kunnen bestuderen.

Orthokeratologie en diepte voorste oogkamer

In het onderzoek van Hiraoka et al. (2012) is er voor gekozen de eerste nul-meting van de axiale ooglengte pas uit te voeren na drie maanden dragen van de ortho-k lens. Gedurende de eerste twee maanden kan de corneale afvlakking nog veranderen, maar blijft daarna relatief stabiel (Soni et al., 2004). Op die manier is deze eerste verandering niet van invloed geweest op de nul-meting van de axiale lengte. De overige twee orthokeratologie studies in dit onderzoek hebben hier geen rekening mee gehouden, waardoor orthokeratologie in deze studies mogelijk effectiever lijkt dan het daadwerkelijk is.

Mogelijk wordt door orthokeratologie niet alleen de centrale cornea verdund maar ook de posterioere cornea afgevlakt, waardoor de diepte van de voorste oogkamer wordt verkleind en een kortere axiale lengte gemeten wordt. Tsukiyama et al. (2007) maten met een pentacam de kromming van de posterioere cornea en de voorste oogkamer diepte, maar vonden geen veranderingen in een van beide parameters door het dragen van ortho-k. Dit betekent dat bij myopiecontrole het oog daadwerkelijk minder lang is geworden en dat deze waarneming niet veroorzaakt wordt door een tijdelijke verkleining van de voorste oogkamer. Geen van de drie orthokeratologie studies in dit onderzoek hebben de diepte van de voorste oogkamer gemonitord.

Meetmethoden axiale ooglengte

De axiale ooglengte is gemeten met een non-contact intraoculair lens master (IOL-master) of doormiddel van de A-scan ultrasound biometrie in de studie van Walline et al. (2013). Wanneer deze twee methoden met elkaar worden blijkt dat de IOL-master nauwkeuriger is en met minder

afwijkingen de axiale lengte kan aangeven, met name wanneer er door verschillende observatoren gemeten wordt (Goel et al., 2004). In het onderzoek van Walline et al. (2013) wordt de sterkte toename bijna twee keer meer geremd dan de toename in aslengte. Het is onduidelijk wat deze discrepantie veroorzaakt, mogelijk dat inaccurate metingen hier een bijdrage aan hebben geleverd.

Draagtijd contactlenzen

De draagtijd van de zachte multifocale contactlenzen in de studie van Lam et al. (2014) was 6,5 uur per dag. Er lijkt een positieve correlatie te zijn tussen de effectiviteit van de behandeling en de draagtijd van de lens. Voor een significant verschil van het sferische equivalent tussen de interventie- en controlegroep moest de lens minimaal vijf uur gedragen worden. Echter lijkt deze trend te verdwijnen wanneer een draagtijd van acht uur overschreden wordt, nog onduidelijk is wat de optimale draagtijd voor zachte multifocale contactlenzen is.

Veiligheid

De kans op een microbiële infectie bij kinderen met nachtlenzen, is met 13,9 per 10 duizend patiënten/jaar, groter dan bij volwassenen (Bullimore et al., 2013). Bij 15 tot 64-jarige dragers van alle typen zachte contactlenzen ligt het risico op een microbiële infectie gemiddeld op 4,2 per 10 duizend patiënten/jaar. De kans op complicaties waardoor zachte contactlenzen niet langer gedragen kunnen worden, blijkt bij kinderen lager te zijn dan bij jong volwassenen (Wagner et al., 2011). Uit de 'contact lens in pediatrics (CLIP) study' blijkt dat kinderen (8 tot 12-jarige) niet meer of minder moeite hebben met het inzetten, uithalen of verzorgen van de lenzen dan tieners (13 tot 17-jarige) en geen groter risico lopen op oculaire complicaties (Walline et al., 2007). De studies in dit onderzoek melden geen ernstige complicaties, waar een goede compliance en regelmatige controles aan bijgedragen hebben.

Leeftijd

Alle proefpersonen zijn myope kinderen met leeftijden tussen de 6 en 14 jaar, ranges variëren per studie. Doordat Hiraoka et al. (2012) een studie van vijf jaar hebben uitgevoerd en de kinderen bij aanvang tussen de 8 en 12 jaar oud waren, bevat hun onderzoek aan het eind van de studie de oudste deelnemers. Enkel in de eerste drie jaar was er een significant verschil in toename van axiale ooglengte tussen de interventie en controle groep. Myopieprogressie in de studie van Hyman et al. (2005), waarbij brildragende kinderen gevolgd werden, liet een algemene afname van myopieprogressie in de tijd zien. De myopie bij jongere kinderen (6 tot 7-

jarige) neemt in hetzelfde onderzoek ruim twee keer sneller toe dan bij ouderen (11-jarige). Dit betekent voor de studies in dit onderzoek dat er enige onzekerheid is over de oorzaak van de remming van myopieprogressie, daar een deel van het behaalde resultaat mogelijk kan worden toegeschreven aan het natuurlijke stagneren van de axiale ooglength groei.

Etniciteit

Vier studies zijn in Azië verricht en includeren uitsluitend Chinese of Japanse kinderen. Santodomingo-Rubido et al. (2012) hebben in de omgeving van Madrid alleen blanke Europese kinderen in de studie betrokken. Walline et al. (2013) geeft aan dat 87,5% van de deelnemers blank is. Bij hogere sterktes wordt een Aziatisch oog langwerpiger dan een blank oog en meer symmetrisch van vorm (Logan et al., 2004). Dit leidt ertoe dat bij mild myope Aziaten meer hypermetrope perifere defocus gemeten wordt dan bij blanken met een gelijke centrale refractieafwijking (Kang et al., 2010). Doordat zowel nachtlenzen als de zachte multifocale contactlenzen op deze hypermetrope defocus aangrijpen (Kang & Swarbrick, 2011; Kang et al., 2013) zijn verschillende resultaten te verwachten bij verschillende etniciteiten. Tot op heden is er nog geen studie gedaan die de invloed van etniciteit op de effectiviteit van de behandelingen heeft onderzocht.

Drop out

Bij alle studies is er studie gerelateerde uitval, doordat deelnemers follow-up onderzoeken gemist hebben, of geen motivatie hadden de lenzen iedere dag te dragen. Het aantal uitvallers in sommige onderzoeken is hoog; tot wel 42% gedurende het eerste jaar in de studie van Lam et al. (2014). Het grootste deel van deze kinderen stopten met de studie door een gebrek aan motivatie om de contactlenzen te dragen en te onderhouden. In het algemeen worden de contactlenzen goed verdragen. Bij de orthokeratologie studies was het aantal uitvallers vanwege tegenvallende gezichtsscherpte groter dan bij zachte multifocale contactlenzen. Cho & Cheung (2012) melden dat bij een aantal kinderen vanwege decentratie een torische ortho-k lens aangemeten moest worden waardoor deze deelnemers niet langer aan de inclusiecriteria voldeden, maar goed konden zien.

Myopieprogressie in andere contactlensstudies

Anstice & Phillips (2011) voerde een cross-over studie uit waarbij de deelnemers gedurende 10 maanden slechts in een oog een experimentele bifocale contactlens droegen en in het andere oog een enkelvoudige contactlens. Om anisometropie te voorkomen werd de contactlens

vervolgens 10 maanden in het andere oog gedragen. Doordat de contactlens een extra grote centrale zone had beïnvloedde deze contactlens de accommodatie niet, ook bleven gezichtsscherpte en contrastgevoeligheid gelijk. Gedurende de eerste periode van het onderzoek had 70% van de kinderen een myopieprogressie reductie van 30% of meer. De resultaten van de tweede periode zijn twijfelachtig doordat de effecten van de voorafgaande periode wellicht doorwerken en de ooglengte en sterktes bij aanvang van de tweede periode tussen beide groepen verschilden.

In het onderzoek van Kakita et al. (2011) zijn deelnemers gebruikt met een myopie variërend van -0,50 tot -10 dioptrieën waarvan enkele deelnemers met een sterkte hoger dan -6 dioptrieën. Orthokeratologie werd vergeleken met een brilcorrectie en myopiecontrole na een periode van 2 jaar was 36%. In dit onderzoek is bij een 12 jarige jongen met een sterkte van -10 en -8,75 dioptrieën succesvol een ortho-k lens aangemeten waardoor de sterkte terug is gebracht naar -4 en -2 dioptrieën. De toename in axiale ooglengte van het oog die bij deze jongen gemeten werd was veel lager in vergelijking tot de controlegroep. Dit is een aanwijzing dat orthokeratologie ook bij hogere sferische sterktes ingezet kan worden om myopieprogressie te controleren. Wanneer bij een myoop het astigmatisme te hoog is voor een sferische ortho-k lens kan worden uitgeweken naar een torisch design. Torische nachtlenzen blijken even succesvol en remmen in een studie van Chen et al. (2013) de toename in aslengte met 52% ten opzichte van een brildragende controlegroep.

Klinische relevantie

De studies tonen aan dat beide interventies een remmende werking hebben op de toename van de axiale ooglengte. De theoretische myopietoename kan bij de multifocale contactlens studies vergeleken worden met de werkelijk gemeten verandering in sterkte. Deze waarden komen overeen in de studies van Lam et al. (2014) en Sankaridurg et al. (2011) maar niet met die van Walline et al (2013). In dit onderzoek had de interventie twee keer zo veel effect op de sterkte dan op de axiale ooglengte. Dit verschil wordt toegeschreven aan het gebruik van non-contact A-scan ultrasound biometrie, meetfouten of door een verandering in de spierspanning van het corpus ciliare. Na een behandeling van twee jaar zijn kinderen met zachte multifocale contactlenzen 0,24-0,31 dioptrieën en orthokeratologie met 0,45-0,55 dioptrieën minder myoop dan de controlegroepen. Om daadwerkelijk klinisch relevant te zijn zal de aslengte groei en daarmee de myopie progressie meer geremd moeten worden.

Reflectie op eigen handelen

Verschillende filters zijn gebruikt om in de PubMed database artikelen te selecteren. Wanneer het filter “clinical trial” geselecteerd werd, verdwenen twee van de gebruikte artikelen uit de zoekresultaten. De studie van Walline et al. (2013) staat online als een “comparative study”. Net als de studie van Hiraoka et al. (2012) wordt er in dit onderzoek een interventie getest op een groep patiënten. Alle twee de studies zijn geïnccludeerd omdat ze per definitie klinische onderzoeken zijn.

Doordat we een taalselectie hebben toegepast hebben we mogelijk niet alle actuele literatuur gevonden maar alleen een Engels talige abstract is onbruikbaar. Literatuur ouder dan vijf jaar is wel gelezen voor achtergrondinformatie en de discussie, maar niet gebruikt voor de resultaten van dit onderzoek. Zoeken in Google Scholar en op clinicaltrials.gov heeft geen nieuwe resultaten opgeleverd of verwijst wederom naar PubMed.

In de resultaten is het artikel van Sankaridurg et al. (2011) buiten beschouwing gelaten. Dit is gedaan omdat deze studie een duur had van een jaar en daarmee korter duurde dan de overige onderzoeken. Hierdoor kan het percentage van myopiecontrole niet met de overige studies vergeleken worden. Hiraoka et al. (2012) had een studie met een tijdsduur van vijf jaar. Om het resultaat na twee jaar uit te kunnen zetten tegen de resultaten van de overige twee jaar durende studies is de toename van de axiale ooglengte berekend.

Conclusie

Orthokeratologie en zacht multifocale contactlenzen remmen ongeacht de etniciteit van de drager, de toename van de axiale ooglengte met respectievelijk 32-42% en 29-32% gedurende een periode van twee jaar, bij sterktes tot -6 dioptrieën. Dit komt overeen met 0,24 dioptrieën voor de zachte multifocale contactlenzen en 0,45-0,55 dioptrieën voor orthokeratologie. Er kan geen stellig antwoord worden gegeven op de vraag welke van beide methoden uiteindelijk effectiever is, doordat het nog onbekend is waarin langere behandelperiodes resulteren en of er rebound effecten optreden na beëindiging van de therapieën. Verdere ontwikkelingen en onderzoek zijn nodig om de effectiviteit van de behandelingen te vergroten want naar de huidige stand van zaken leveren beide behandelingen slechts een zeer kleine bijdrage aan de vermindering van myopieprogressie.

Aanbeveling

Om myopiecontrole met zachte multifocale contactlenzen uit te kunnen voeren zal er een commercieel verkrijgbare center distance contactlens (additie +2,00) moeten worden gebruikt. Sferische en torische ortho-k lenzen kunnen worden aangemeten om myopieprogressie te remmen. De grootste successen kunnen worden behaald wanneer al op jonge leeftijd (8 jaar) wordt gestart met de behandeling. Interessante ontwikkelingen om in de gaten te houden zijn speciaal ontwikkelde zachte multifocale contactlenzen een multifocale orthokeratologie welke beide momenteel worden onderzocht.

Literatuurlijst

- Anstice, N. S., & Phillips, J. R. (2011). Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *Ophthalmology*, 118(6), 1152-1161.
- Backhouse, S., Fox, S., Ibrahim, B., & Phillips, J. R. (2012). Peripheral refraction in myopia corrected with spectacles versus contact lenses. *Ophthalmic & Physiological Optics : The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 32(4), 294-303.
- Berntsen, D. A., & Kramer, C. E. (2013). Peripheral defocus with spherical and multifocal soft contact lenses. *Optometry and Vision Science*, 90(11), 1215-1224.
- Berntsen, D. A., Sinnott, L. T., Mutti, D. O., & Zadnik, K. (2012). A randomized trial using progressive addition lenses to evaluate theories of myopia progression in children with a high lag of accommodation. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(2), 640-649.
- Bullimore, M. A., Sinnott, L. T., & Jones-Jordan, L. A. (2013). The risk of microbial keratitis with overnight corneal reshaping lenses. *Optometry and Vision Science*, 90(9), 937-944.
- Chen, C., Cheung, S. W., & Cho, P. (2013). Myopia control using toric orthokeratology (TO-SEE study). *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 54(10), 6510-6517.
- Cheng, D., Woo, G. C., Drobe, B., & Schmid, K. L. (2014). Effect of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopia progression in children: Three-year results of a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmology*, 132(3), 258-264.

- Chia, A., Chua, W. H., Cheung, Y. B., Wong, W. L., Lingham, A., Fong, A., & Tan, D. (2012). Atropine for the treatment of childhood myopia: Safety and efficacy of 0.5%, 0.1%, and 0.01% doses (atropine for the treatment of myopia 2). *Ophthalmology*, 119(2), 347-354.
- Chia, A., Chua, W. H., Wen, L., Fong, A., Goon, Y. Y., & Tan, D. (2014). Atropine for the treatment of childhood myopia: Changes after stopping atropine 0.01%, 0.1% and 0.5%. *American Journal of Ophthalmology*, 157(2), 451-457.
- Cho, P., & Cheung, S. W. (2012). Retardation of myopia in orthokeratology (ROMIO) study: A 2-year randomized clinical trial. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(11), 7077-7085.
- Chua, W. H., Balakrishnan, V., Chan, Y. H., Tong, L., Ling, Y., Quah, B. L., & Tan, D. (2006). Atropine for the treatment of childhood myopia. *Ophthalmology*, 113(12), 2285-2291.
- Donovan, L., Sankaridurg, P., Ho, A., Naduvilath, T., Smith, E. L., 3rd, & Holden, B. A. (2012). Myopia progression rates in urban children wearing single-vision spectacles. *Optometry and Vision Science : Official Publication of the American Academy of Optometry*, 89(1), 27-32.
- Downie, L. E., & Lowe, R. (2013). Corneal reshaping influences myopic prescription stability (CRIMPS): An analysis of the effect of orthokeratology on childhood myopic refractive stability. *Eye & Contact Lens*, 39(4), 303-310.
- Edwards, M. H., Li, R. W., Lam, C. S., Lew, J. K., & Yu, B. S. (2002). The Hong Kong progressive lens myopia control study: Study design and main findings. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 43(9), 2852-2858.
- Goel, S., Chua, C., Butcher, M., Jones, C. A., Bagga, P., & Kotta, S. (2004). Laser vs ultrasound biometry—a study of intra-and interobserver variability. *Eye*, 18(5), 514-518.
- Grosvenor, T. (1989). Myopia: What can we do about it clinically? *Optometry & Vision Science*, 66(7), 415-419.

- Gwiazda, J., Hyman, L., Hussein, M., Everett, D., Norton, T. T., Kurtz, D., Leske, M. C., Manny, R., Marsh-Tootle, W., & Scheiman, M. (2003). A randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 44(4), 1492-1500.
- He, M., Zeng, J., Liu, Y., Xu, J., Pokharel, G. P., & Ellwein, L. B. (2004). Refractive error and visual impairment in urban children in southern china. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 45(3), 793-799.
- Hiraoka, T., Kakita, T., Okamoto, F., Takahashi, H., & Oshika, T. (2012). Long-term effect of overnight orthokeratology on axial length elongation in childhood myopia: A 5-year follow-up study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(7), 3913-3919.
- Horner, D. G., Soni, P. S., Salmon, T. O., & Swartz, T. S. (1999). Myopia progression in adolescent wearers of soft contact lenses and spectacles. *Optometry and Vision Science : Official Publication of the American Academy of Optometry*, 76(7), 474-479.
- Hyman, L., Gwiazda, J., Hussein, M., Norton, T. T., Wang, Y., Marsh-Tootle, W., et al. (2005). Relationship of age, sex, and ethnicity with myopia progression and axial elongation in the correction of myopia evaluation trial. *Archives of Ophthalmology*, 123(7), 977-987.
- Jobke, S., Kasten, E., & Vorwerk, C. (2008). The prevalence rates of refractive errors among children, adolescents, and adults in germany. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 2(3), 601-607.
- Kakita, T., Hiraoka, T., & Oshika, T. (2011). Influence of overnight orthokeratology on axial elongation in childhood myopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 52(5), 2170-2174.
- Kang, P., Fan, Y., Oh, K., Trac, K., Zhang, F., & Swarbrick, H. A. (2013). The effect of multifocal soft contact lenses on peripheral refraction. *Optometry and Vision Science*, 90(7), 658-666.
- Kang, P., Gifford, P., McNamara, P., Wu, J., Yeo, S., Vong, B., et al. (2010). Peripheral refraction in different ethnicities. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 51(11), 6059-6065.

- Kang, P., & Swarbrick, H. (2011). Peripheral refraction in myopic children wearing orthokeratology and gas-permeable lenses. *Optometry and Vision Science*, 88(4), 476-482.
- Katz, J., Schein, O. D., Levy, B., Cruisculo, T., Saw, S. M., Rajan, U., et al. (2003). A randomized trial of rigid gas permeable contact lenses to reduce progression of children's myopia. *American Journal of Ophthalmology*, 136(1), 82-90.
- Kempen, J. H., Mitchell, P., Lee, K. E., Tielsch, J. M., Broman, A. T., Taylor, H. R., et al. (2004). The prevalence of refractive errors among adults in the united states, western europe, and australia. *Archives of Ophthalmology*, 122(4), 495-505.
- Kobayashi, Y., Yanai, R., Chikamoto, N., Chikama, T., Ueda, K., & Nishida, T. (2008). Reversibility of effects of orthokeratology on visual acuity, refractive error, corneal topography, and contrast sensitivity. *Eye & Contact Lens*, 34(4), 224-228.
- Kollbaum, P. S., Jansen, M. E., Tan, J., Meyer, D. M., & Rickert, M. E. (2013). Vision performance with a contact lens designed to slow myopia progression. *Optometry and Vision Science : Official Publication of the American Academy of Optometry*, 90(3), 205-214.
- Krishnaiah, S., Srinivas, M., Khanna, R. C., & Rao, G. N. (2009). Prevalence and risk factors for refractive errors in the south indian adult population: The andhra pradesh eye disease study. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 3, 17-27.
- Lam, C. S., Tang, W. C., Tse, D. Y., Tang, Y. Y., & To, C. H. (2014). Defocus incorporated soft contact (DISC) lens slows myopia progression in hong kong chinese schoolchildren: A 2-year randomised clinical trial. *The British Journal of Ophthalmology*, 98(1), 40-45.
- Larsen, J. S. (1971). The sagittal growth of the eye. IV. ultrasonic measurement of the axial length of the eye from birth to puberty. *Acta Ophthalmologica*, 49(6), 873-886.
- Lee, Y. Y., Lo, C. T., Sheu, S. J., & Lin, J. L. (2013). What factors are associated with myopia in young adults? A survey study in taiwan military conscripts. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 54(2), 1026-1033.
- Leo, S. W., & Young, T. L. (2011). An evidence-based update on myopia and interventions to retard its progression. *Journal of AAPOS*, 15(2), 181-189.

- Leung, J. T., & Brown, B. (1999). Progression of myopia in hong kong chinese schoolchildren is slowed by wearing progressive lenses. *Optometry and Vision Science*, 76(6), 346-354.
- Limburg, H. (2005). Vermijdbare slechtiendheid in nederland: Het project 'vision 2020 netherlands' van de wereldgezondheidsorganisatie. *Nederlands Tijdschrift Voor Geneeskunde*, 149(11), 577.
- Limburg, H., & Keunen, J. E. (2009). Blindness and low vision in the netherlands from 2000 to 2020-modeling as a tool for focused intervention. *Ophthalmic Epidemiology*, 16(6), 362-369.
- Lin, Z., Martinez, A., Chen, X., Li, L., Sankaridurg, P., Holden, B. A., et al. (2010). Peripheral defocus with single-vision spectacle lenses in myopic children. *Optometry and Vision Science*, 87(1), 4-9.
- Logan, N. S., Gilmartin, B., Wildsoet, C. F., & Dunne, M. C. (2004). Posterior retinal contour in adult human anisomyopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 45(7), 2152-2162.
- Midelfart, A., Kinge, B., Midelfart, S., & Lydersen, S. (2004). Prevalence of refractive errors in norway. *Tidsskrift for Den Norske Laegeforening: Tidsskrift for Praktisk Medicin, Ny Raekke*, 124(1), 46-48.
- Mutti, D. O., Mitchell, G. L., Jones, L. A., Friedman, N. E., Frane, S. L., Lin, W. K., et al. (2005). Axial growth and changes in lenticular and corneal power during emmetropization in infants. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 46(9), 3074-3080.
- Perrigin, J., Perrigin, D., Quintero, S., & Grosvenor, T. (1990). Silicone-acrylate contact lenses for myopia control: 3-year results. *Optometry and Vision Science*, 67(10), 764-769.
- Price, H., Allen, P. M., Radhakrishnan, H., Calver, R., Rae, S., Theagarayan, B., et al. (2013). The cambridge anti-myopia study: Variables associated with myopia progression. *Optometry and Vision Science*, 90(11), 1274-1283.
- Queirós, A., Ferrer-Blasco, T., Jorge, J., Matos, Sofia Cláudia Peixoto de, González-Méijome, J. M., Cerviño, A., et al. (2009). Prevalence of refractive conditions in the general population attending eye care clinics in the north of portugal. *Fondazione Giorgio Ronchi*, 54(1), 101-111.

- Rahi, J. S., Cumberland, P. M., & Peckham, C. S. (2011). Myopia over the lifecourse: Prevalence and early life influences in the 1958 british birth cohort. *Ophthalmology*, 118(5), 797-804.
- Sankaridurg, P., Holden, B., Smith, E., 3rd, Naduvilath, T., Chen, X., de la Jara, P. L., et al. (2011). Decrease in rate of myopia progression with a contact lens designed to reduce relative peripheral hyperopia: One-year results. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 52(13), 9362-9367.
- Santodomingo-Rubido, J., Villa-Collar, C., Gilmartin, B., & Gutierrez-Ortega, R. (2012). Myopia control with orthokeratology contact lenses in Spain: Refractive and biometric changes. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(8), 5060-5065.
- Santodomingo-Rubido, J., Villa-Collar, C., Gilmartin, B., & Gutierrez-Ortega, R. (2014). Short-term changes in ocular biometry and refraction after discontinuation of long-term orthokeratology. *Eye & Contact Lens*, 40(2), 84-90.
- Saw, S., Gazzard, G., Shih-Yen, E. C., & Chua, W. (2005). Myopia and associated pathological complications. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 25(5), 381-391.
- Saw, S. M., Gazzard, G., Au Eong, K. G., & Tan, D. T. (2002). Myopia: Attempts to arrest progression. *The British Journal of Ophthalmology*, 86(11), 1306-1311.
- Sawada, A., Tomidokoro, A., Araie, M., Iwase, A., & Yamamoto, T. (2008). Refractive errors in an elderly Japanese population: The Tajimi study. *Ophthalmology*, 115(2), 363-370.
- Schellini, S. A., Durkin, S. R., Hoyama, E., Hirai, F., Cordeiro, R., Casson, R. J., et al. (2009). Prevalence of refractive errors in a Brazilian population: The Botucatu eye study. *Ophthalmic Epidemiology*, 16(2), 90-97.
- Smith, E. L., 3rd, Campbell, M. C., & Irving, E. (2013). Does peripheral retinal input explain the promising myopia control effects of corneal reshaping therapy (CRT or ortho-K) & multifocal soft contact lenses? *Ophthalmic and Physiological Optics*, 33(3), 379-384.

- Soni, P. S., Nguyen, T. T., & Bonanno, J. A. (2004). Overnight orthokeratology: Refractive and corneal recovery after discontinuation of reverse-geometry lenses. *Eye & Contact Lens*, 30(4), 254-262.
- Sreenivasan, V., Aslakson, E., Kornaus, A., & Thibos, L. N. (2013). Retinal image quality during accommodation in adult myopic eyes. *Optometry and Vision*, 90(11), 1292-1303.
- Stillitano, I., Schor, P., Lipener, C., & Hofling-Lima, A. L. (2008). Long-term follow-up of orthokeratology corneal reshaping using wavefront aberrometry and contrast sensitivity. *Eye & Contact Lens*, 34(3), 140-145.
- Tong, L., Huang, X. L., Koh, A. L., Zhang, X., Tan, D. T., & Chua, W. H. (2009). Atropine for the treatment of childhood myopia: Effect on myopia progression after cessation of atropine. *Ophthalmology*, 116(3), 572-579.
- Tsukiyama, J., Miyamoto, Y., Higaki, S., Fukuda, M., & Shimomura, Y. (2008). Changes in the anterior and posterior radii of the corneal curvature and anterior chamber depth by orthokeratology. *Eye & Contact Lens*, 34(1), 17-20.
- Vitale, S., Sperduto, R. D., & Ferris, F. L., 3rd. (2009). Increased prevalence of myopia in the united states between 1971-1972 and 1999-2004. *Archives of Ophthalmology*, 127(12), 1632-1639.
- Wagner, H., Chalmers, R. L., Mitchell, G. L., Jansen, M. E., Kinoshita, B. T., Lam, D. Y., et al. (2011). Risk factors for interruption to soft contact lens wear in children and young adults. *Optometry and Vision Science*, 88(8), 973-980.
- Walline, J. J., Gaume, A., Jones, L. A., Rah, M. J., Manny, R. E., Berntsen, D. A., et al. (2007). Benefits of contact lens wear for children and teens. *Eye & Contact Lens*, 33(6 Pt 1), 317-321.
- Walline, J. J., Greiner, K. L., McVey, M. E., & Jones-Jordan, L. A. (2013). Multifocal contact lens myopia control. *Optometry and Vision Science*, 90(11), 1207-1214.
- Walline, J. J., Jones, L. A., Mutti, D. O., & Zadnik, K. (2004). A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression. *Archives of Ophthalmology*, 122(12), 1760-1766.

- Walline, J. J., Jones, L. A., Sinnott, L., Manny, R. E., Gaume, A., Rah, M. J., et al. (2008). A randomized trial of the effect of soft contact lenses on myopia progression in children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 49(11), 4702-4706.
- Wensor, M., McCarty, C. A., & Taylor, H. R. (1999). Prevalence and risk factors of myopia in victoria, australia. *Archives of Ophthalmology*, 117(5), 658-663.
- Wong, T. Y., Foster, P. J., Hee, J., Ng, T. P., Tielsch, J. M., Chew, S. J., et al. (2000). Prevalence and risk factors for refractive errors in adult chinese in singapore. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 41(9), 2486-2494.
- Wright, K.W. & Spiegel, P.H. (2003) Binocular Vision and Introduction to Strabismus in: *Pediatric Ophthalmology and Strabismus* (2^e dr.). New York: Springer-Verlag.
- Wu, P. C., Yang, Y. H., & Fang, P. C. (2011). The long-term results of using low-concentration atropine eye drops for controlling myopia progression in schoolchildren. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*, 27(5), 461-466.
- Yoon, K., Mun, G., Kim, S., Kim, S., Kim, C. Y., Park, K. H., et al. (2011). Prevalence of eye diseases in south korea: Data from the korea national health and nutrition examination survey 2008-2009. *Korean Journal of Ophthalmology*, 25(6), 421-433.

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 auteurs zullen bij eventuele publicatie, gebaseerd op het artikel, de Opleiding Optometrie of Orthoptie slechts vermelden na verleende toestemming.