



DE INVLOED VAN EEN ZACHTE CONTACTLENS OP DE INTRA-OCULAIRE DRUK (IOD)

Uitvoeren van Onderzoek



8 JUNI 2015

Birthe Bekkers 1629818 birthe.bekkers@student.hu.nl
Maria Nourzad 1614643 maria.nourzad@student.hu.nl
Optometrie Voltijd

Samenvatting

Doelstelling

Een meting van de intra-oculaire druk (IOD) is tegenwoordig frequent onderdeel van oogheelkundige onderzoeken. Vanwege klinische redenen is het vaak noodzakelijk dat een zachte contactlens op het oog blijft zitten tijdens het meten van de IOD. Deze studie onderzoekt de invloed van verschillende lenseigenschappen en tonometers op de IOD waardes.

Materiaal en methoden

In deze studie wordt gekeken naar het materiaal en de sterkte van zachte contactlenzen en de invloed daarvan op de IOD. Ook wordt er gekeken naar resultaten bij gebruik van verschillende tonometers. Recente (≥ 2009) studies, met vergelijkingen tussen IOD waardes bij gezonde patiënten ≤ 70 jaar met en zonder zachte contactlenzen, zijn geïnccludeerd.

Resultaten

De gemeten IOD waardes over zachte contactlenzen worden bij veel minsterktes vaak onderschat en bij hoge plussterktes eerder overschat. Bij lenzen met een lage modulus ($\leq 0,72$) worden de IOD waardes over de lens eerder onderschat en bij een hoge modulus ($\geq 0,72$) eerder overschat.

Conclusies over de betrouwbaarheid van tonometers kunnen niet worden gemaakt, omdat alle tonometers de IOD waardes over- of onderschatten.

Conclusie

Zachte contactlenzen hebben invloed op de IOD waardes bij patiënten jonger dan 70 jaar zonder oculaire aandoeningen. De optometristen kunnen de oogdruk meten op een contactlens, maar dienen eveneens goed geïnformeerd te zijn over de invloed van het materiaal van de lenzen alsook van de tonometer op de gemeten IOD waardes voordat er conclusies worden verbonden aan een dergelijke meting.

Trefwoorden: Intra-oculaire druk, zachte contactlens, modulus, myope lens, hypermetrope lens, tonometer.

Abstract

Purpose

A measurement of the intraocular pressure (IOP) is often a component of eye examinations nowadays. Due to clinical reasons, it is often required that a soft contact lens remains on the eye during the measurement of the IOP. This study examines the influence of different lens characteristics and tonometers on IOP values.

Material and methods

This study focusses on the material and strength of soft contact lenses and its effect on IOP. In addition, results are examined when one uses different tonometers. Recent (≥ 2009) studies showing a comparison on IOP values measured on healthy patients ≤ 70 years with and without soft contact lenses are included.

Results

The IOP values measured over a myopic soft contact lens were often underestimated, whereas IOP values measured over a hyperopic lens were often overestimated. The IOP measurement with lenses with a low modulus ($\leq 0,72$) is easier underestimated and the IOP measurement with a high modulus ($\geq 0,72$) is easier overestimated. Conclusions on accuracy of tonometers cannot be made, given that all tonometers over- or underestimate the IOP values.

Conclusion

Soft contact lenses have an effect on IOP values of patients younger than 70 years without ocular diseases or conditions.

It is possible for ophthalmologists to measure the intraocular pressure on a soft contact lens, provided that they are well informed on the effects of the material of the lenses and the tonometer on the measured IOP values prior to basing conclusions on such measurement.

Keywords: Intraocular pressure, soft contact lens, modulus, myopic lens, hyperopic lens, tonometer.

Inleiding

De intra-oculaire druk (IOD) varieert tussen individuen. Een normale IOD wordt voornamelijk onderhouden door het dynamisch evenwicht tussen de vorming en afvoer van het kamerwater en door de episclerale veneuze druk (Farhood, 2012). De IOD kan veranderen door alle omstandigheden die de vorming en afvoer van het kamerwater beïnvloeden zoals lokale en systemische aandoeningen, medicijnen en oogoperaties (Yilmaz, et al., 2014). Het meten van de IOD wordt altijd toegepast bij mensen die glaucoom hebben of risico hebben op het krijgen hiervan (Klein et al., 2011). Het wordt ook vaak preventief gedaan en vormt daardoor een belangrijke stap in de detectie van glaucoom (Gomes et al., 2014). Daarnaast is het meten van de IOD ook belangrijk bij preoperatieve en postoperatieve follow-up en bij het onderzoeken van complicaties tijdens de behandeling van ziektes die de cornea, lens, glasvocht of retina beïnvloeden (Klein et al., 2011). Het is echter niet mogelijk om de oogdruk te meten op een cornea die extreem irregulair is, een trauma heeft ondergaan en waarbij een topicale anesthetica is gecontra-indiceerd vanwege zwangerschap of omdat het mogelijk een cornea-erosie uitlokt. Hierbij is het dan noodzakelijk om een zachte contactlens op de cornea te plaatsen zodat de meting dan alsnog kan worden uitgevoerd. (Zeri et al., 2007). Bij non-contact tonometrie (NCT) en rebound tonometrie (RT) heb je echter geen topicale anesthetica en fluoresceïne nodig om de IOD te meten (Anton et al., 2013). Het frequent verwijderen van de zachte contactlens, die gebruikt wordt voor therapeutische doeleinden, kan echter wel de epithelisatie en het herstelproces negatief beïnvloeden (Firat et al., 2012). Een goed onderzoek om de gemeten IOD waarden over de contactlens en zonder contactlens te vergelijken bij verschillende lensmaterialen en tonometers, is dus klinisch erg belangrijk.

Contactlenzen

Patiënten die therapeutische lenzen dragen, moeten meestal deze lenzen voor enige tijd dag en nacht in het oog houden vanwege klinische redenen. Na bijvoorbeeld een Photo-Refractieve Keratectomie (PRK), is het de bedoeling dat lens onafgebroken, gelijk na de operatie, voor twee tot zeven dagen in het oog blijft zitten. Dit om de pijn zo veel mogelijk te verminderen en ook het helingsproces van het epitheel te optimaliseren (Mukherjee et al., 2015). Het is hierbij erg belangrijk om dan de IOD te meten als onderdeel van de postoperatieve follow-up. Bij deze patiënten is het beter om de IOD te meten als de contactlens op zijn plaats zit. Als dit namelijk niet gebeurt, en de contactlens wordt verwijderd, kan dit de genezing van het cornea-epitheel negatief beïnvloeden (Gomes et al., 2014).

Naast het feit dat de IOD vanwege klinische redenen over de contactlenzen wordt gemeten, is een andere reden dat het vaak ook meer voordelen heeft dan het meten zonder contactlens. Studies hebben namelijk aangetoond dat een trauma van het corneaeptitheel dan aanzienlijk kleiner is, er bovendien dan geen anesthetica nodig is en het sneller uitgevoerd is (Gomes et al., 2014). In sommige landen, zoals Singapore, Taiwan, Maleisië en Korea, is het zelfs niet toegestaan om anesthetica te gebruiken tijdens applanatie tonometrie. Voor hen zou het meten van de IOD met een applanatie tonometer over een contactlens juist een hele fijne bijkomstigheid zijn omdat er dan geen anesthetica nodig is (Lam et al., 2014). Meer onderzoek naar de mogelijkheden en consequenties hiervan, is dus erg belangrijk.

Tot slot hebben lenzen veel specifieke eigenschappen zoals de sterkte, modulus, watergehalte, radius, centrale dikte en diameter. De nauwkeurigheid van de IOD meting over een lens is afhankelijk van de lenssterkte, dikte en materiaal van de lens.

In de meeste lensmaterialen is de waarde van de modulus laag als de hoeveelheid water in de lens toeneemt (Boyras et al., 2013). Hoe hoger de modulus, hoe stijver de lens is. En hoe stijver de lens is, hoe meer weerstand de lens biedt tijdens het meten van de oogdruk. Dit heeft daardoor weer een effect op de gemeten IOD waarden (García-Resúa et al., 2014).

Als er een zachte lens op het oog zit is de centrale cornea dikte (CCD) meer dan zonder lens. Volgens Liu et al. (2011), zijn er verschillende onderzoeken geweest die hebben aangetoond dat de IOD bij hyperopische lenzen toeneemt. Deze lenzen hebben vaak een dikkere centrale dikte, zijn stijver en hebben een hogere front curve. In dit literatuuronderzoek willen we de twee lenseigenschappen, de modulus en de sterkte, en de verschillende tonometers naar voren laten komen en onderling vergelijken om hier een beter beeld over te krijgen.

Tonometers

Het meten van de IOD is tegenwoordig één van de belangrijkste onderzoeksprocedures in oogheelkundige klinieken (Farhood, 2012). Dit kan door middel van een non-contacttonometer of contacttonometer worden uitgevoerd. Tegenwoordig zijn er veel verschillende tonometers die gebruikt worden. Applanatie tonometrie, oftewel contacttonometrie, is gebaseerd op de Imbert-Flick principe. Dit houdt in dat een perfecte bol een inwendige druk heeft die gelijkmatig verdeeld is en dat de externe kracht die nodig is om een oppervlakte af te vlakken recht evenredig is met de inwendige druk van de bol (Farhood, 2012).

De Goldmann Applanatie Tonometer, GAT, wordt sinds 1954 gezien als de gouden standaard in de IOD metingen (Gomes et al., 2014). Naast de GAT zijn er ook nog andere tonometers die gebruikt worden:

- Dynamic Contour Tonometry ('Pascal') wordt net als GAT gebruikt op de spleetlamp. De DCT is een non-invasieve methode en is onafhankelijk van corneale eigenschappen (Kanski & Bowling, 2011). Dit in tegenstelling tot GAT waarvan de metingen wel afhankelijk zijn van de corneadikte, curve, structuur en axiale lengte (Nosch et al., 2010). Volgens Firat et al. (2012), meet de DCT onafhankelijk van de centrale cornea dikte en cornea vorm door directe en constante IOD te meten. De DCT bevat een digitale druk sensor die directe IOD metingen op de cornea meet. Door middel van een geluidssignaal kan de tip in de juiste positie worden gehouden (Gogniat et al., 2013)
- Perkins applanatie tonometrie gebruikt een Goldmann prisma die aan een kleine lichtbron is aangepast. Deze tonometer kan je in je hand houden en kan daarom makkelijker worden toegepast bij mensen die gebonden zijn aan hun bed of onder narcose zijn. Volgens het onderzoek van Arora et al. (2014) lijkt de Perkins applanatie tonometrie net zo betrouwbaar en vergelijkbaar als de GAT. Deze mag daarom volgens dit onderzoek als tweede keuze worden gebruikt als het uitvoeren van de GAT niet mogelijk is. Ook bij de Perkins applanatie tonometer moet topicale anesthetica en fluoresceïne worden toegediend (Garcia-Resúa et al., 2014).
- De Tono-Pen® is een draagbare elektrische contacttonometer. Deze tonometer komt goed overeen met de Goldmann. Het is ook gebaseerd op het applanatie principe, alleen is het gebied kleiner dan bij de GAT. Theoretisch gezien zorgt een kleiner applanatiegebied voor een kleiner verschil tussen de applanatiedruk en de IOD. Dit komt door de verminderde corneale weerstand van een kleiner contactgebied (Salvetat et al., 2007). Volgens Schornack et al. (2012) is de Tonopen makkelijk in gebruik, meet het snel de IOD en wordt het nu door vele beschouwd als een meetinstrument dat nauwkeurig genoeg is voor klinisch gebruik. De verschillen tussen de IOD metingen van de Tonopen en de GAT zijn voornamelijk te wijten aan fysiologische variabelen zoals ademhaling, astigmatisme, accommodatie, hartslag en corneale dikte. Bij de Tonopen maak je, net als de GAT, gebruik van topicale anesthetica (Schornack et al., 2012).
- De iCare® tonometer is een draagbare tonometer gebaseerd op een nieuw meetprincipe; rebound tonometrie (García-Resúa et al., 2014). Hierbij maakt een klein balletje contact met de cornea. Topicale anesthetica en fluoresceïne zijn hierbij niet noodzakelijk (Kanski & Bowling, 2011). De iCare® tonometer kan gemakkelijk in verschillende posities gehouden worden waardoor het goed te gebruiken is bij

centrale cornea abnormaliteiten (Beasley et al., 2013). Het geeft een goed resultaat bij de lage tot matige IOD-waardes (Zeri et al., 2011).

- Dan heb je tot slot nog de non-contacttonometers. Volgens Kanski & Bowling (2011), wordt bij de luchttonometers de cornea afgeplat door middel van een luchtstoot. Er wordt geen contact gemaakt met het oog van de patiënt en er is ook geen topicale anesthetica of fluoresceïne nodig.

Non-contact tonometrie wordt steeds meer toegepast bij het screenen van de IOD omdat het makkelijk, non-invasief is en minder risico met zich meedraagt voor het verspreiden van infecties (Ogbuehi, 2012).



Figuur 1: Verschillende tonometers met van links naar rechts: GAT, DCT ('Pascal') & Tonopen XL

Bronnen: <http://pixshark.com/applanation-tonometry.htm> , http://en.wikipedia.org/wiki/Ocular_tonometry & <http://www.cmi.sk/sk/oftamologia/diagnostika/tonometre/aplanacne/digitalny-aplanacny-tonometer-tonopen-xl>

Onderzoeksvraag

Het tijdelijk verwijderen van een therapeutische contactlens om de oogdruk te meten, kan de genezing van het cornea-epitheel negatief beïnvloeden. Daarom is het belangrijk om goed te onderzoeken of de gemeten IOD waardes over deze therapeutische lenzen ook daadwerkelijk nauwkeurig zijn.

Tot op heden zijn er geen studies geweest die al deze resultaten van de verschillende tonometers met elkaar hebben vergeleken en tot een eindconclusie hebben gebracht.

Het doel van dit onderzoek is daarom om deze resultaten te vergelijken en een antwoord te krijgen op de vraag:

Wat voor invloed hebben zachte contactlenzen op de IOD waardes tijdens het uitvoeren van tonometrie vergeleken met een meting zonder zachte contactlenzen bij patiënten tot en met 70 jaar zonder oculaire aandoeningen?

Materiaal en methode

Om dit literatuuronderzoek te kunnen volbrengen hebben we in de periode van 02-02-2015 tot 11-02-2015 in de databank PubMed en zoekmachine Google Scholar gezocht naar recent gepubliceerde artikelen.

Op basis van vooraf gekozen inclusie- en exclusiecriteria zijn de artikelen geselecteerd voor analyse (Tabel 1).

Tabel 1. Gebruikte inclusie- en exclusiecriteria voor deze studie.

Inclusie criteria	Exclusie criteria
Artikelen $\geq$ 2009	Artikelen $\leq$ 2009.
Onderzoek op mensen	Dierproeven
Vergelijking met en zonder contactlenzen	Geen vergelijking met/zonder contactlenzen
Alle andere onderzoeksvormen	Review/Meta-analyse
Nederlands en Engelstalig	Alle talen excl. Nederlands en Engels
IOD meting op contactlens	Geen IOD meting op contactlens
Gezonde proefpersonen zonder oculaire aandoeningen en gebruik bandage lens	Oculaire aandoeningen + bandage lens.
Aanwezigheid termen gerelateerd aan vraagstelling	Afwezigheid van termen zoals: tonometry én silicone hydrogel, hydrogel of soft contact lens + synoniemen

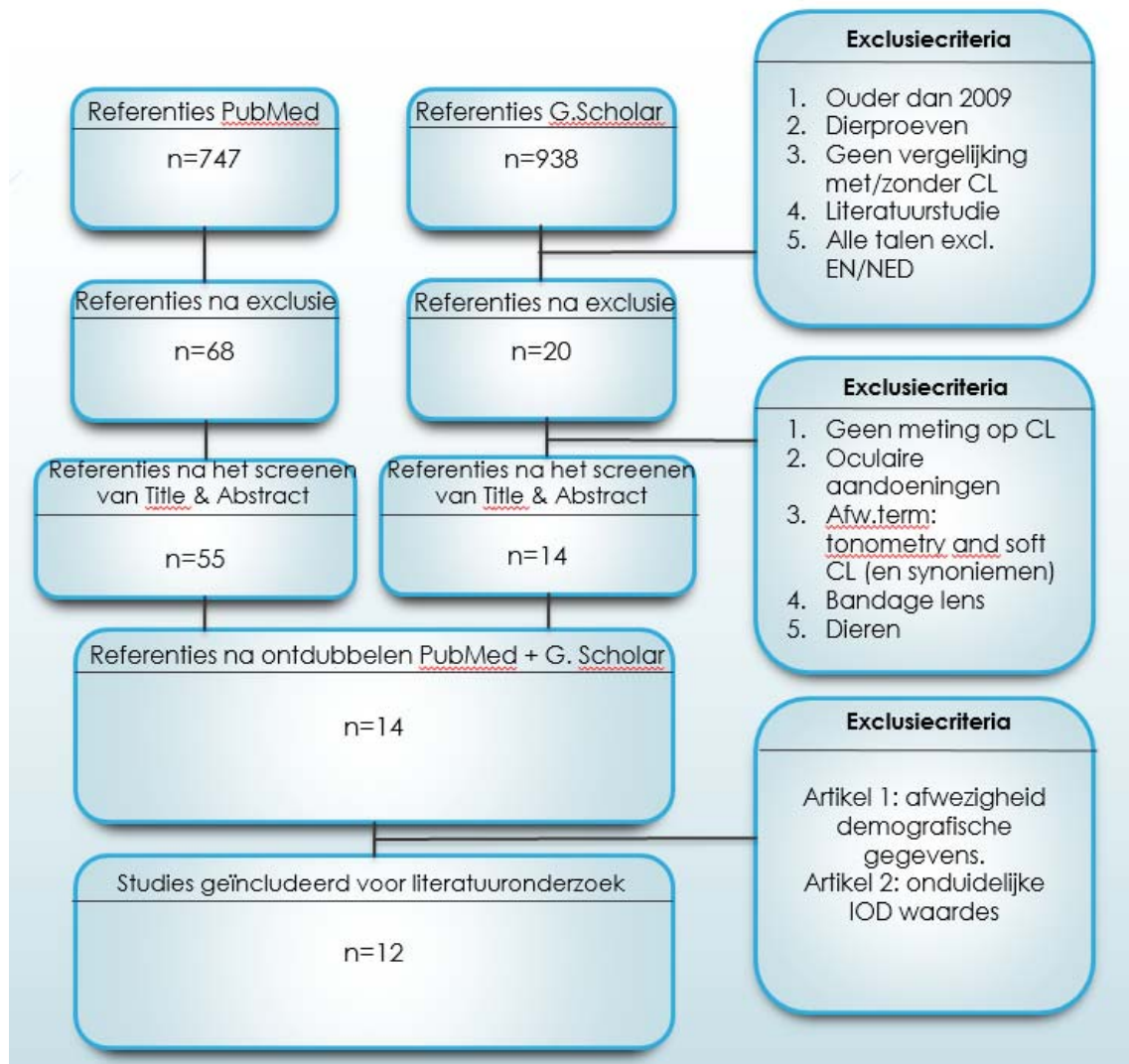
Door middel van zoektermen met betrekking tot de vraagstelling zijn artikelen gezocht. In de databank PubMed zijn de volgende zoektermen gebruikt:

Non-contact tonometry [Title/Abstract] AND contact lens; Tonometry [Title/Abstract] AND contact lenses AND lenspower; Contact lenses [Title/Abstract] AND eye pressure; Tonometry [Title/Abstract] AND therapeutic soft contact lenses; Contact tonometry [Title/Abstract] AND contact lenses; Tonometry [Title/Abstract;] AND silicone hydrogel lenses; Rebound tonometry [Title/Abstract] AND contact lenses; Goldmann applanation tonometry [Title/Abstract] AND contact lenses; tonometry [Title/Abstract] AND bandage contact lenses; Intraocular pressure [Title/Abstract] AND soft contact lens [Mesh Terms]; Tonometry [Title/Abstract] AND contactlenses; therapeutic lens [Title/Abstract] AND cornea*; hydrogel [Title/Abstract] AND intraocular pressure; noncontact [Title/Abstract] AND lens; pressure measurement [Title/Abstract] AND contact lens.

In de zoekmachine Google Scholar zijn deze zoektermen gebruikt: *“met alle woorden”* tonometry; *“met exacte zinsdeel”* soft contact lenses; *“ten minste één van de woorden”* intraocular pressure.

In de stroomdiagram (figuur 2) is het proces weergegeven die we hebben uitgevoerd om tot de verkregen literatuur te komen. De zoektermen zijn eerst ingevoerd voordat de voorafgaande opgestelde inclusie- en exclusiecriteria zijn toegepast. Bij het screenen van de artikelen hebben we de literatuur geselecteerd op basis van titel en abstract door de inclusie- en exclusiecriteria toe te passen.

Daarna hebben we handmatig de artikelen van PubMed en Google Scholar ontdubbelt.



Figuur 2: Stroomdiagram

Nadat de 14 artikelen waren gelezen door beide auteurs zijn de onderzoeken van Sapkota et al. (2014) en Bruni et al. (2010) buiten beschouwing gelaten.

Resultaten

In dit literatuuronderzoek zijn twaalf studies met elkaar vergeleken. Bij acht van de twaalf studies is er vooral gekeken naar de eigenschappen van de soorten contactlenzen en hun sterktes. En bij vijf van twaalf studies is er gekeken naar de kwaliteit van de meting met verschillende tonometers. De studie van Ogbuehi (2012) is bij beide vergelijkingen meegenomen.

Tabel 2 toont een algemeen overzicht van de belangrijkste eigenschappen per studie die voor ons onderzoek relevant zijn.

Tabel 2. Demografische gegevens

Studie	Prospectieve studies	Deelnemers		Leeftijd (Mean range±SD)	Tijdsduur tussen IOD metingen met en zonder CL	Tijdstip IOD metingen uitgevoerd
		n (M:V)	Ogen (R/L/B)			
Anton et al., 2013	Gerandomiseerd onderzoek	23 (14:9)	23 (-)	Gez: 19-53. Glau: 45-75. (-)	5 min	-
Zeri et al., 2011	Gerandomiseerd cross-sectioneel enkel blindonderzoek	36 (19:17)	36 (R)	18-43. (26.3±8.2)	5 min	13:00-15:00
García-Resúa et al., 2014	Niet-gerandomiseerd cross-sectioneel onderzoek	30 (9.3:20.7)	30 (R)	19-32 (20.8±2.72)	10 min 20-30min*	10:00-12:00
Liu et al., 2011	Niet-gerandomiseerd onderzoek	32 (-)	64 (B)	23-46 (26.72±4.18)	- 15 min*	-
Patel & Stevenson, 2009	Gerandomiseerd onderzoek	25 (-)	50 (B)	20-68. (32.4±-)	- 10 min*	-
Firat et al., 2012	Niet-gerandomiseerd onderzoek	40 (21:19)	40 (-)	25-45 (34.57±9.94)	5 min 30 min*	-
Boyras et al., 2012	Niet-gerandomiseerd onderzoek	15 (11:4)	30 (B)	18-36 (26.86±5.62)	- 10 min*	-
Schornack et al., 2012	Gerandomiseerd onderzoek	78 (-)	78 (R)	18-62 (33±11)	- 10 min*	-
Gogniat et al., 2013	Gerandomiseerd onderzoek	42 (16:26)	42 (B)	22-59 (26.5±6.3)	-	-
Nosch et al., 2010	Gerandomiseerd onderzoek	46 (20:26)	46 (R)	22-66 (43.0±12.70)	-	-
Lam et al., 2013	Gerandomiseerd onderzoek	47 (21:26)	94 (B)	19-26 (22.3±1.2)	- 10 min*	-
Ogbuehi, 2012	Gerandomiseerd cross-sectioneel onderzoek	39 (25:14)	78 (B)	21-34 (25±4)	- 5 min*	12:00-14:00

Overzicht van de verschillende studies, onderzoeksopzet, aantal deelnemers inclusief man (M) en vrouw (V), hoeveel ogen er meededen waar een lens op kwam inclusief rechts (R); links (L) en beide (B), tijdsduur tussen elke IOD meting en het tijdstip waarop de IOD is gemeten.

Gez = gezonde ogen zonder oculaire aandoeningen, Glau = ogen met glaucoom.

* = de tijdsduur dat er gewacht is met IOD meten als de lens net is ingezet of uitgehaald.

- = onbekend

n = aantal deelnemers

In tabel 2 is te zien dat alle studies prospectieve onderzoeken zijn. Acht van de twaalf studies zijn gerandomiseerd.

Alle deelnemers tijdens deze studies waren gezonde mensen zonder oculaire aandoeningen. Onder de deelnemers van Anton et al., (2013) waren echter zeven van de 23 deelnemers glaucoom patiënten. Deze glaucoompatiënten hadden in dit onderzoek echter geen invloed op de resultaten want er is geen aantoonbaar verschil te vinden tussen de IOD en CCD. We hebben deze studie daarom wel meegenomen.

En alleen drie van de twaalf studies gaven aan op welk moment van de dag zij de metingen hebben uitgevoerd.

In Tabel 3 is een overzicht te zien waarbij duidelijk naar voren komt dat acht van de twaalf studies hebben gekeken naar het verschil in oogdruk bij verschillende types zachte contactlenzen met verschillende sterktes. De andere vijf studies hebben zich vooral gericht

op het verschil in oogdruk gemeten met verschillende tonometers. Deze studies zijn te vinden in Tabel 4.

Het onderzoek van Ogbuehi (2012) is het enige onderzoek dat zowel met twee verschillende tonometers meet, als naar twee verschillende sterktes van een zachte contactlens kijkt. Deze staat daarom in beide tabellen genoteerd.

Tabel 3. Contactlensoverzicht per studie met gemeten IODc en IODctl.

Studie	Gem IODc	Gem IODcl.	P-waarde	Type Lens	Sterkte	Modulus	Water-gehalte	
Zeri et al., 2011	15.8±3.8	13.9±3.5	P<0.0001	H: Etafilcon A	+2.00	0.26	58%	
		14.3±3.4	P<0.0001		-2.00			
		14.9±3.7	P<0.01		-6.00			
		15.3±3.4	P=0.10	SiH: Senofilcon A	+2.00	0.72	38%	
		15.6±3.8	P=0.44		-2.00			
		16.4±3.9	P=0.15		-6.00			
Liu et al., 2011	15.90±2.65	14.89±2.34	P=0.092	H: Hilafilcon A	-3.00	-	70%	
		14.27±2.29	P=0.011		-6.00			
		13.29±2.10	P=0.002		-9.00			
	14.72±2.50	13.99±2.40	P=0.180	H:Etafilcon A	-3.00	0.26	58%	
		13.18±2.05	P=0.004		-6.00			
		11.93±2.32	P=0.0001		-9.00			
		11.23±1.85	P=0.0001		-12.00			
	14.89±2.57	13.26±2.22	P=0.047	H:Etafilcon A	-3.00	0.26	58%	
		12.51±2.30	P=0.001		-6.00			
		11.54±1.72	P=0.004		-9.00			
		11.16±2.13	P=0.001		-12.00			
Patel & Stevens on, 2009	OD:15.4±3.4	OD: 15.7±3.3	OD: p<0.001	H:Nelfilcon A	Range: -7.50 tot +6.00	0.91	69%	
	OS:15.1±3.6	OS: 15.1±3.6	OS: p<0.001					
Boyraz et al., 2012	12.16±0.39	OD: 17.1±5.4	OD: p<0.001	SiH:Lotrafilcon A	Range: -7.50 tot +6.00	1.4	24%	
		OS: 16.9±5.3	OS: p<0.001					
		14.10±0.39	P=0.003	SiH: Vilfilcon A	-3.00	0.79	55%	
		15.06±0.23	P=0.001	SiH: Balafilcon A		1.1	36%	
Schornack et al., 2012		16.77±0.38	P=0.001	H: Lotrafilcon A		1.5	24%	
Schornack et al., 2012	1:13.96±2.39	1: 14.3±1.69	1: P=0.32	SiH: Galyfilcon A	1: range -0.25 tot -3.00	0.43	47%	
	2:13.27±3.55	2:13.46±2.93	2: P=0.67					
	1:14.69±3.08	1:15.19±3.26	1: P=0.32	SiH: Senofilcon A	2: range -3.25 tot -6.00	0.72	38%	
	2:12.50±1.54	2:13.69±1.92	2:P=0.058					
Gogniat et al., 2013	1:14.12±2.36	1:14.73±2.88	1: P=0.35	SiH:Lotrafilcon B		1.0	33%	
		2:12.73±2.10	2:P<0.001					
		15.08±2.10	14.91±1.77	P=0.2886	H: Nelfilcon A	-5.00	0.91	69%
			15.20±2.11	P=0.5030		-0.50		
	15.71±2.08		P=0.0002	+5.00				
	Lam et al., 2013	16.3±2.1	14.95±2.22	P=0.4086	SiH: Narafilcon A	-5.00	0.66	46%
			14.98±1.92	P=0.5260		-0.50		
14.93±2.18			P=0.3434	+5.00				
Lam et al., 2013	16.3±2.1	1: 16.6±2.0	P=0.007	1.SiH: Lotrafilcon A	-3.00	1.5	24%	
	16.2 ± 2.1	2: 16.0±1.9		2. SiH: Galyfilcon A		0.43	47%	
Ogbuehi , 2012	13.6±3.1	17.1±4.5	P<0.001	H: Nelfilcon A	+6.00	0.91	69%	
	14.3±2.9	17.0±3.3	P<0.001					

	13.6±3.2 14.3±3.1	13.0±3.0 13.1±3.1	P<0.01 P<0.001		-6.00		
--	----------------------	----------------------	-------------------	--	-------	--	--

Overzicht van de verschillende studies die de oogdruk zonder en mét contactlens op het oog hebben vergeleken met verschillende types zachte contactlenzen. Gem = gemiddelde.

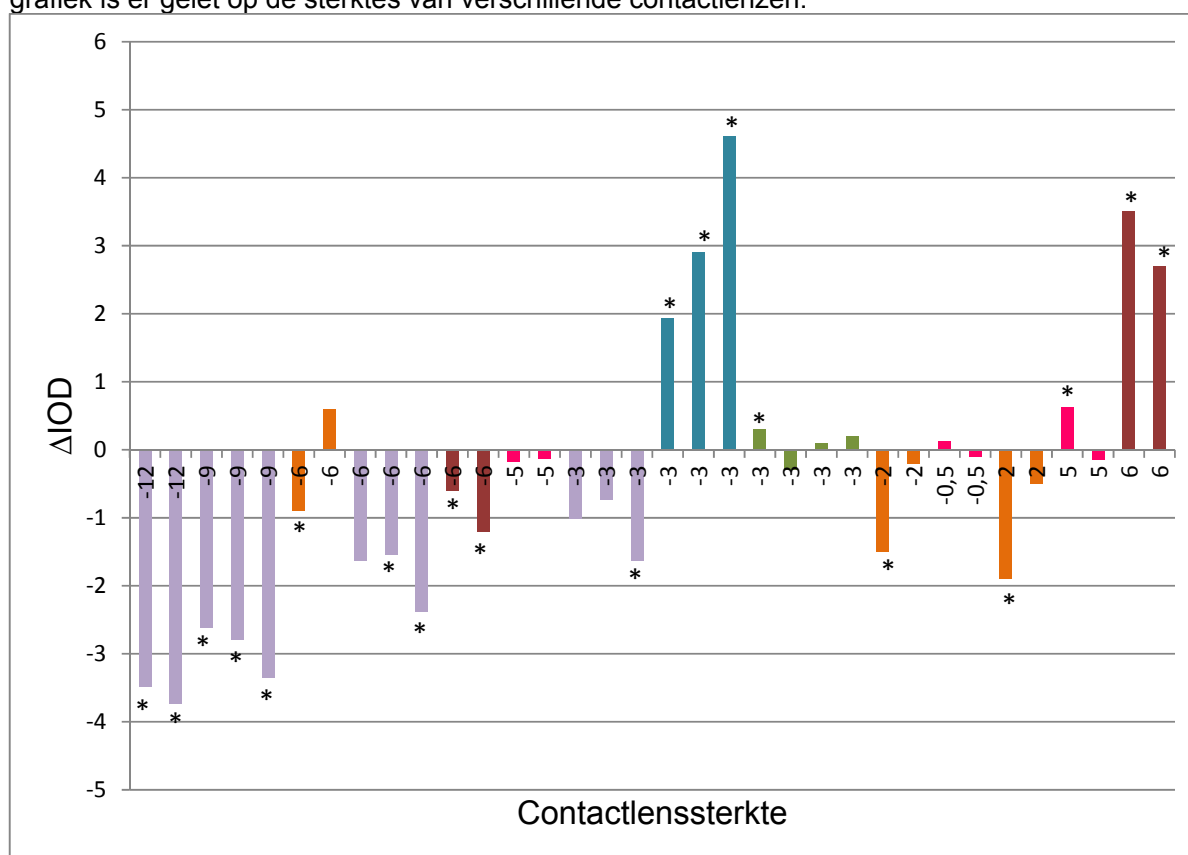
H=Hydrogel, SiH=Silicone Hydrogel, IODc = IOD-waarde gemeten op de cornea, IODcl = IOD-waarde gemeten op de contactlens.

Uit bovenstaande tabel is af te lezen dat de IOD-metingen over zachte contactlenzen met een minsterkte vaak worden onderschat. De waardes gemeten over deze lenzen zijn vaak lager dan de metingen over de cornea.

De plussterktes daarentegen worden iets vaker overschat maar dit is een veel kleiner verschil dan bij de minsterktes. De overige onderzoeken, die niet in Tabel 3 vermeld staan, hadden allemaal, op één na, geen sterktes in de lens zitten.

Uit Tabel 2 is ook af te lezen dat de IOD-metingen over zachte contactlenzen met een hoge modulus vaak worden overschat en bij een lage modulus eerder worden onderschat.

In Grafiek 1 zijn de studies uit Tabel 3 grafisch weergegeven in een staafdiagram. In deze grafiek is er gelet op de sterktes van verschillende contactlenzen.



Grafiek 1. ΔIOD zonder en met contactlens gelet op de sterkte.

Overzicht van het verschil in IOD-waardes(ΔIOD) met en zonder contactlens per studie weergegeven.

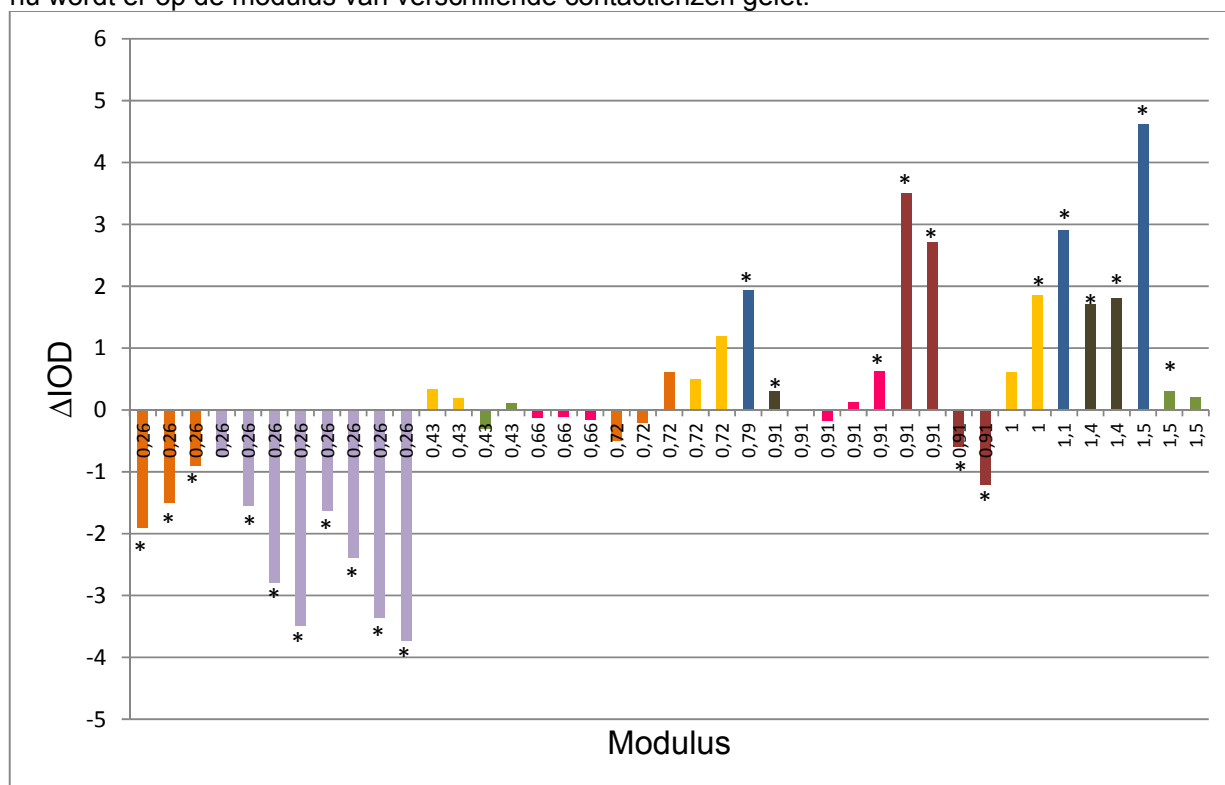
Op de y-as staat het ΔIOD die per sterkte is berekend. En op de x-as de sterkte van de lenzen oplopend van min naar plus. ΔIOD = IODcl – IODc.

* = zijn de waardes die statistisch significant zijn.

Liu et al., 2011, Zeri et al., 2011, Gogniat et al., 2013, Boyraz et al., 2012, Lam et al., 2013 & Ogbuehi, 2012 zijn in deze grafiek opgenomen.

In deze grafiek is te zien dat bij veel minsterktes de IOD-meting over de lens wordt onderschat en juist bij een hoge plussterkte eerder wordt overschat.

In Grafiek 2 zijn ook de studies uit Tabel 3 grafisch weergegeven in een staafdiagram. Maar nu wordt er op de modulus van verschillende contactlenzen gelet.



Overzicht van het verschil in IOD-waardes (ΔIOD) met en zonder contactlens per studie weergegeven. Op de y-as staat het ΔIOD die per modulus is berekend. En op de x-as de modulus van de lenzen oplopend van laag naar hoog. $\Delta IOD = IODcI - IODc$.

Liu et al., 2011, Zeri et al., 2011, Gogniat et al., 2013, Boyraz et al., 2012, Lam et al., 2013,

Ook hierbij geven de staafdiagrammen een illustratie van hoeveel de IOD waardes die gemeten zijn op een contact lens afwijken van de waardes zonder contactlens. In deze grafiek is te zien dat bij een lage modulus ($\leq 0,72$) de IOD-meting over de lens eerder wordt onderschat en juist bij een hoge modulus ($\geq 0,72$) eerder wordt overschat.

De overige artikelen die in Tabel 4 staan, hebben wij niet meegenomen in grafiek 2. Dit omdat deze studies voornamelijk gericht waren op het vergelijken van twee verschillende tonometers. De lenzen die overigens in deze studies gebruikt zijn, hadden allemaal een hoge modulus van ≥ 1.1 MPa. De IOD-waardes met contactlens worden bij deze studies zowel onder- als overschat. Er is hier niet een duidelijk resultaat in te zien.

Uit tabel 4 is af te lezen welke soorten tonometers er bij vijf studies gebruikt zijn en welke waarden deze tonometers er uit hebben gekregen tijdens het meten van de IOD met en zonder contactlenzen.

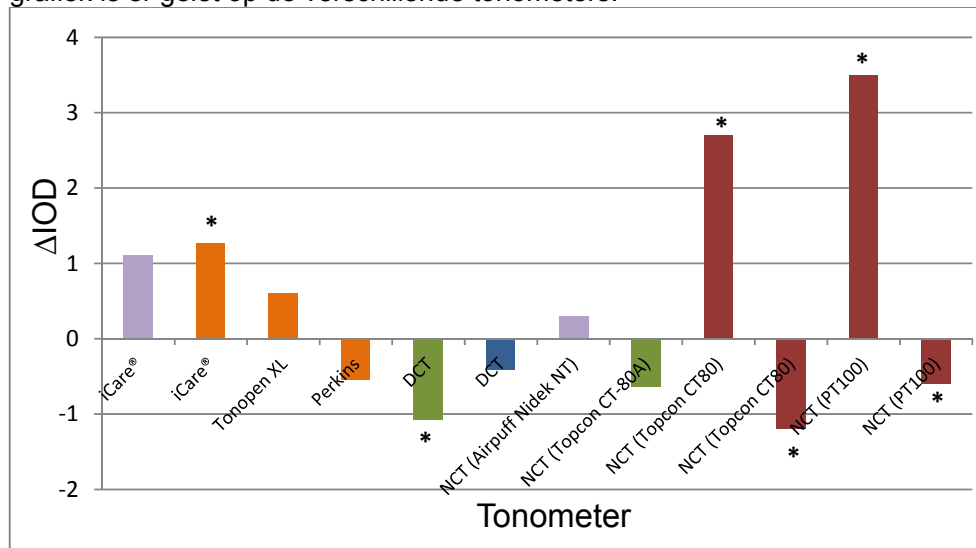
Tabel 4. Overzicht van de gebruikte tonometers met bijbehorende IOD waarden.

Studie	Tonometer	Gem IODc	Gem IODcl.	P-waarde
Anton et al., 2013	iCare®	16.4 ± 3.5	17.5 ± 4.3	P=0.05
	NCT (Airpuff Nidek NT)	15.3 ± 2.6	15.6 ± 2.6	P=0.42
García-Resúa et al., 2014	iCare®	13.06 ± 2.30	14.33 ± 2.26	P<0.01
	Tonopen XL	13.50 ± 3.6	14.10 ± 2.71	P=0.17
	Perkins	12.65 ± 2.23	12.10 ± 1.68	P=0.23
Firat et al., 2012	NCT (Topcon CT-80A)	14.55±2.95	13.92±2.58	P=0.053
	DCT	16.26±2.33	15.19±2.40	P=0.005
	GAT	12.97±2.65	-	
Nosch et al., 2010 Ogbuehi, 2012	DCT	16.51±3.20	16.10±3.10	p=0.074
	NCT (Reichert AT 550)	15.60±3.28	-	
	NCT (PT100)	13.6±3.1	+6.00 lens: 17.1±4.5	P<0.001
		13.6±3.2	-6.00 lens: 13.0±3.0	P<0.01
	NCT (Topcon CT80)	14.3±2.9	+6.00 lens: 17.0±3.3	P<0.001
		14.3±3.1	-6.00 lens: 13.1±3.1	P<0.001

Overzicht van de verschillende studies die de oogdruk zonder en met contactlens op het oog hebben vergeleken met verschillende tonometers. Gem = gemiddelde
IODc = IOD-waarde gemeten op de cornea, IODcl = IOD-waarde gemeten op de contactlens.

Uit tabel 4 is op te maken dat de iCare® tonometer bij zowel de studie van Anton et al. (2013) als bij de studie van García-Résua et al. (2014) de IOD-meting met lens in overschat. In het onderzoek van Firat et al. (2012) en Nosch et al. (2010) geeft de DCT tonometer een onderschatting. Bij de NCT tonometers wisselt het heel erg.

In grafiek 3 zijn de studies uit tabel 4 grafisch weergegeven in een staafdiagram. In deze grafiek is er gelet op de verschillende tonometers.



Grafiek 3. ΔIOD met en zonder contactlens vergeleken met verschillende tonometers

Overzicht van het verschil in IOD-waarden (ΔIOD) met en zonder contactlens per studie weergegeven. Op de y-as staat het ΔIOD die per tonometer is berekend. En op de x-as de verschillende tonometers die per studie gebruikt zijn. ΔIOD = IODcl – IODc.

* = zijn de waarden die statistisch significant zijn.

Anton et al., 2013, Nosch et al., 2010, García-Resúa et al., 2013, Firat et al., 2012, & Ogbuehi, 2012 zijn in deze grafiek opgenomen.

In de laatste grafiek is te zien dat alle tonometers de waarden over- of onderschatten als er een zachte lens op het oog zit. De kolommen onder de x-as laten een onderschatting van de gemeten IOD-waarden op de contactlens zien en de kolommen boven de x-as laten een overschatting zien. Alleen de studie van Ogbuehi (2012) kijkt ook naar twee verschillende contactlenssterktes met twee verschillende tonometers. Vandaar dat er per tonometer twee balken te zien zijn.

In deze grafiek is te zien dat alle tonometers, behalve de Perkins, DCT en NCT (Topcon CT-80A), de IOD-waarden over een contactlens overschatten. De NCT (Topcon CT-80) en de NCT (PT100) wisselen heel erg in hun over- en onderschatting.

Discussie

Uit de resultaten van ons onderzoek kunnen we concluderen dat de drie factoren; modulus, sterkte en tonometer invloed hebben op de IOD waarden.

Zowel bij een minsterkte of bij een lage modulus valt het op dat de gemeten IOD waarden over een contactlens lager uitvallen dan zonder contactlens. Bij een plussterkte of hoge modulus wordt de gemeten IOD waarde over een contactlens juist eerder overschat. Bij de contact- en non-contacttonometers is geen duidelijk patroon te zien.

Reflectie op eigen handelen

In PubMed en Google Scholar hebben we verschillende filters gebruikt om artikelen te selecteren voor onze resultaten.

Doordat we een taalselectie hebben toegepast, waarbij alleen de Nederlandse en Engelstalige literatuur geïncludeerd zijn, hebben we mogelijk niet alle actuele literatuur gevonden.

Een ander filter die we hebben toegepast is de publicatie datum van een artikel, die mocht niet ouder zijn dan vijf jaar. Dit is voor onze resultaten het meest betrouwbaar omdat je dan de nieuwste literatuur gebruikt. Literatuur ouder dan vijf jaar hebben we wel gebruikt voor de achtergrondinformatie en discussie.

De voornaamste reden waarom we een antwoord willen krijgen op onze onderzoeksvraag is omdat het niet mogelijk is om de oogdruk te meten op een cornea die irregulair is en het verwijderen van een bandage lens het herstel van het cornea-epitheel negatief beïnvloed. Om er achter te komen welke invloed de eigenschappen van een lens en de verschillende tonometers hebben op de IOD waarden, hebben we in deze literatuurstudie ervoor gekozen om proefpersonen met oculaire aandoeningen of bandage lenzen niet te includeren. Dit had voor ons onderzoek wel als nadeel dat er minder literatuur gebruikt kon worden en dat het maar voor een beperkte doelgroep geschikt is. Oculaire aandoeningen kunnen namelijk wel degelijk invloed hebben op de gemeten IOD. Volgens het onderzoek van Browning et al. (2004) zorgen corneale pathologiën voor een veranderde centrale cornea dikte (CCD). Er is hier een relatie tussen de gemeten CCD en de IOD. Hoe hoger de CCD, des te meer het weerstand kan bieden tegen de tonometer en de IOD waarden eerder worden overschat. Deze afhankelijkheid is het grootst in Fuchs Endotheel Dystrofie (FED) door de toenemende CCD vanwege de abnormale stroma/epitheel hydratatie. Het mag echter niet alleen aan de CCD worden gerelateerd, maar ook aan andere specifieke factoren bij cornea pathologiën. Het is hier van belang dat de IOD exact wordt gemeten aangezien er bij mensen met erge FED een grotere kans is op het krijgen van glaucoom en/of oculaire hypertensie dan mensen zonder FED (Nagarsheth et al., 2012).

Ook in het onderzoek van Melancia et al. (2015) is duidelijk waarneembaar dat cataractchirurgie ook invloed heeft op de gemeten IOD waarden. Het zorgt voor een langdurige verlaging van de IOD.

Verder onderzoek waarbij er juist gekeken wordt naar het verschil in IOD metingen met en zonder lens bij oculaire pathologiën en bandage lenzen, is daarom noodzakelijk.

Biases

Tijd

De tijdsduur dat er gewacht is met het meten van de IOD als de lens net is ingezet of uitgehaald varieert tussen de studies. Bij de studies Gogniat et al. (2013) en Nosch et al. (2010) ontbreekt de tijdsduur tussen de metingen. Volgens Schornack et al. (2012) zorgt het verwijderen van de contactlens van het oog ervoor dat kamerwater uit het oog wordt geforceerd waardoor er een tijdelijke daling van de IOD ontstaat. Er zijn geen studies tot nu toe gevonden die hebben onderzocht hoeveel tijd er precies nodig is voor het herstel van de IOD na het inbrengen of verwijderen van een contactlens (Schornack et al., 2012). Alleen Recep et al. (1998) vond een 10-minuten interval tussen de herhaalde IOD-metingen nodig voor het herstel van de IOD naar de uitgangswaarde. Volgens Ogbuehi et al. (2012) kan het plaatsen van een contactlens droge ogen verergeren of zelfs veroorzaken. De cornea kan ongevoelig worden voor de contactlens waardoor er minder tranen worden geproduceerd. Er ontstaat zo een droger cornea oppervlak waardoor het mogelijk ook de kleine verlaging van de IOD veroorzaakt nadat de contactlens is verwijderd. Dit kan weer zorgen voor een groter verschil in IOD waardes met en zonder contactlens. Tien minuten wachten tot het meten van de IOD of het gebruik van bevochtigingsdruppels kan dit effect doen verdwijnen (Ogbuehi et al. 2012).

Het tijdstip waarop de IOD metingen werden uitgevoerd zijn maar bij drie studies vermeld. Het is van belang om te weten op welk moment van de dag de IOD metingen zijn uitgevoerd. Dit omdat contactlens geïnduceerd cornea-oedeem, door hypoxie en osmotische vloeistof veranderingen, bij gesloten ogen nog meer toeneemt (Moezzi et al., 2004). Als iemand dan net wakker is en de oogdruk wordt dan gemeten zal de IOD hoger uitvallen dan als je het later op de dag meet. Volgens Huchzermeyer et al. (2014) piekt de IOD namelijk het meest gedurende de dag tussen 06:00 en 12:00. De IOD is het laagst om middernacht. Als de metingen met en zonder contactlens op verschillende momenten worden gemeten kan dit een groter verschil in waardes geven.

CCD

Contactlenzen hebben invloed op de centrale cornea dikte (CCD). De corneadikte neemt toe in een periode van drie uur tot drie maanden na het dragen van contactlenzen. Daarentegen is er weer een verminderde corneadikte aanwezig als lenzen voor een aantal maanden tot jaren worden gedragen. Het verschilt dus per individu wat er met de corneadikte gebeurt afhankelijk hoe lang de lenzen al worden gedragen (Sah et al., 2014). Dit toont aan dat het van belang is dat ook hier goed naar wordt gekeken. Wij hebben de CCD niet in ons onderzoek meegenomen omdat er bij de meeste onderzoeken niet naar deze variabele werd gekeken. Ook hebben we niet gekeken of de proefpersonen in elk onderzoek al lensdragers waren of niet. Dit heeft als gevolg dat de gemeten IOD mogelijk door verstoorde corneadikte, toenemende asymmetrie van het cornea-oppervlak en irregulariteit (Sah et al., 2014) heel anders gemeten wordt en ook meer verschilt tussen de meting zonder en met contactlens. Aangezien de meeste tonometers ook niet onafhankelijk kunnen meten van cornea eigenschappen, zal dit de waardes hebben beïnvloed. In een volgend onderzoek is het van belang dat hier meer op gelet wordt.

Anesthetica

Anesthetica wordt, zoals vermeld in de inleiding, toegepast bij het meten van de IOD met contacttonometrie.

In de studie Almubrad et al. (2007) werd er onderzocht of topicale anesthetica een effect heeft op de intra-oculaire druk. Een druppel van proparacaine en oxybuprocaine gaf een klein maar wel statistisch significant afname in IOD. Gogniat et al. (2013) is de enige studie die mogelijke effecten van anesthetica heeft uitgesloten. In deze studie werd er namelijk om de vijftien min. oxybuprocaine 0.4% in het oog aangebracht zodat alle metingen onder dezelfde omstandigheden werden uitgevoerd. Dus als er een bias aanwezig zou zijn, veroorzaakt door de anesthetica, dan zal het in alle metingen voorkomen en daarom kan dit dus genegeerd worden. Voor ons onderzoek houdt dit in dat bij de overige studies, die hier geen rekening mee hebben gehouden, de anesthetica mogelijk een effect heeft gehad op de intra-oculaire druk. En aangezien de anesthetica niet nodig is bij de meting met lens, zou dit weer een groter verschil hebben kunnen geven tussen de meting met en zonder contactlens.

Angst

De angst van een patiënt voor de eerste IOD metingen kan factoren zoals hartslag, ooglidruk en traanvolume beïnvloeden. Volgens Patel et al. (2009) kunnen deze factoren weer de IOD waardes beïnvloeden.

Om het effect van de angst van een patiënt voor de eerste IOD metingen te excluseren, zijn er bij het onderzoek van Nosch et al. (2010) drie metingen voorafgaand uitgevoerd met een NCT en bij Gogniat et al. (2013) met de NCT en DCT. Bij de overige studies is dit niet toegepast, waardoor dit mogelijk effect heeft gehad op onze resultaten.

Bij de meeste onderzoeken was de eerste oogmeting de meting zonder contactlens in. Als bovenstaande factoren een rol hebben gespeeld kan de meting zonder contactlens hoger of lager uit zijn gevallen. Dit heeft als gevolg voor de resultaten dat het verschil tussen de IOD waardes met en zonder contactlens misschien wel in werkelijkheid groter of kleiner is en dat meer of misschien wel minder uitslagen daadwerkelijk statistisch significant zijn.

Sterkte

Verschillende onderzoeken hebben aangetoond dat de IOD toeneemt in hyperopische lenzen, vooral bij lenzen met een sterkte hoger dan +6.00 dpt. Hyperopische lenzen hebben vaak een dikkere centrale dikte, hogere front oppervlakte curve en lens stijfheid. Dit kan de hogere IOD waardes uit ons onderzoek verklaren (Liu et al., 2011).

De verlaging van de IOD bij hoog myopische lenzen kan worden geassocieerd met de verandering in de front oppervlakte curve van de lenzen, maar niet met de centrale lensdikte (Liu et al., 2011). Doordat de lensdikte toeneemt, zal de lens zelf ook stijver zijn. Dunnere negatieve lenzen zijn makkelijker te vervormen en minder stijf dan positieve lenzen (Patel & Stevenson, 2009). Daarnaast is het ook nog zo dat pluslenzen een steiler oppervlak aan de voorkant hebben dan minlenzen. Het volume dat moet worden samengedrukt tijdens de IOD-meting is bij een +6.00 dpt. lens ongeveer 30% meer dan bij een -6.00 dpt. lens over een diameter van 3.6 mm applanatie. Het is aan te nemen dat dit onder andere ook meespeelt in het verschil in IOD metingen over de lens en over de cornea. (Patel & Stevenson, 2009).

In ons onderzoek zijn hypermetrope lenzen weinig onderzocht. Er komt echter wel duidelijk naar voren dat bij de overige hypermetrope sterktes, vanaf +5.00 dpt., de IOD over de zachte contactlens wordt overschat.

Het onderzoek van Boyraz et al. (2013) toont echter een opmerkelijk resultaat. In plaats van de verwachte onderschatting, toont het juist een overschatting van de IOD bij lenzen van -3.00 dpt. Mogelijk komt dit door de gebruikte hoge modulus in dit onderzoek waardoor de lens ook stijver is. Ook het onderzoek van Zeri et al. (2011) toont een opmerkelijk resultaat bij de +2.00 dpt lens. Hier is een onderschatting te zien terwijl je een overschatting zou verwachten. Gezien het feit dat het een lage hypermetrope sterkte betreft en het watergehalte hoog is waardoor de lens vrij soepel beweegt, kan het de onderschatting verklaren.

Volgens Anton et al. (2013) is de betrouwbaarheid van de IOD meting niet alleen afhankelijk van de sterkte van de lens maar ook van het watergehalte. Als de sterkte van de lens niet groter is dan +3.00 dpt, zal het geen effect hebben op de IOD waarde (Anton et al., 2013). Mogelijk speelt hier dus de modulus van de lens een rol.

Als we kijken naar het type lens bij Zeri et al. (2011) is te lezen dat het inderdaad om een lage modulus gaat namelijk bij de ene +2.00 lens is de modulus 0.26 ($p < 0.0001$) en bij de andere +2.00 lens is de modulus 0.72 ($p = 0.10$).

Modulus

Als we terug kijken naar de studies in Tabel 4 dan valt er op dat in veel studies de silicone hydrogel lenzen de IOD waardes overschatten terwijl de hydrogel lenzen deze juist eerder onderschatten. Dit is te verklaren doordat een silicone hydrogel een stugger materiaal is dan een hydrogel lens (Lam et al., 2014).

De hogere IOD waardes kunnen dus ook komen door een hogere modulus. Volgens het onderzoek van García-Résua et al. (2014) zorgt een hogere modulus voor een hogere stijfheid van de lens. Dit resulteert vervolgens in meer weerstand tegen vervorming waardoor de IOD hoger uitvalt.

De stugheid van het lens materiaal heeft direct verband met de waarde van de modulus. Hoe stugger de lens, des te meer druk nodig is om een vervorming te produceren op het contact lens materiaal (Boyras et al., 2013).

Als we kijken naar onze resultaten valt er op dat in Grafiek 2 bij een hoge modulus er een overschatting is en bij een lage modulus eerder een onderschatting. Het enige onderzoek dat hier deels afwijkt, is het onderzoek van Ogbuehi et al. (2012). Vermoedelijk speelt hier de hoge minsterkte een grote rol in dit resultaat.

Tonometer

De studies die in Tabel 3 zijn weergegeven richten zich op de accuraatheid van het meten van de oogdruk met verschillende tonometers over een zachte contactlens. Als we kijken naar de uitkomsten van de NCT tonometers en die met elkaar vergelijken, zien we een variatie in gemeten waardes met en zonder contactlens. De NCT bestaat in verschillende designs. En dit betekent dat de sterkte en samenstelling van het 'lucht puffje' verschilt tussen de tonometers. Ook zijn ze gekalibreerd op verschillende plekken, op verschillende tijden en door verschillende personen. Als resultaat ontstaat er een paar mmHg verschil in de metingen (Ogbuehi et al., 2012).

Als we naar onze resultaten kijken, zien we dat bij de NCT tonometers van Ogbuehi et al. (2012) de hypermetrope lenzen een overschatting geven en de myope lenzen juist een onderschatting. Dit is al verklaart in de bovenstaande alinea over de invloed van de sterkte op de IOD waardes.

DCT staat bekend om het meten van de IOD onafhankelijk van cornea eigenschappen, zoals de cornea dikte, terwijl de RT (iCare®) tonometer gevoeliger is voor de centrale cornea dikte (Goniat et al., 2013; Anton et al., 2013). In Grafiek 3 is daardoor ook te zien dat de DCT bij het onderzoek van Firat et al. (2012), een kleinere onderschatting geeft vergeleken met de overschatting van de iCare® tonometer in het onderzoek van García-Résua et al., 2013.

De GAT wordt gezien als de gouden standaard in IOD metingen. Er is maar één studie waar de IOD waardes van de NCT en DCT vergeleken worden met de uitkomsten van GAT. Dit is de studie van Firat et al., 2012. Toch is hier ook geen betrouwbare conclusie uit te trekken, omdat GAT alleen direct op de cornea werd gemeten en niet over een contactlens.

Als je kijkt naar de metingen zonder contactlens valt het op dat de GAT een lagere waarde uit de IOD metingen krijgt dan de NCT ($p < 0.0001$) en DCT ($p < 0.0001$). De GAT meet niet onafhankelijk van de cornea-eigenschappen (Nosch et al., 2010) terwijl de DCT dit wel doet. Dit kan de wisseling in de resultaten verklaren tussen beide metingen. Waarom de GAT ook lager uitvalt dan de meting van de NCT is niet echt verklaarbaar.

Volgens het onderzoek van Ogbuehi et al. (2008) hebben de NCTs volgens meerdere studies de neiging om hogere waarden te vinden dan de GAT en volgens andere studies juist weer lagere waarden. De NCTs lezen hogere IOD waarden af dan de GAT in het normale IOD-bereik en juist lagere waarden af dan de GAT bij hogere IOD waarden (Ogbuehi et al. 2008).

Naast het feit dat het kalibreren van de tonometers invloed kan hebben op de gemeten IOD waarden, kan ook het uitvoeren van de IOD-metingen verschillende waarden geven. Doordat er verschillende metingen uitgevoerd worden, is de kans heel klein dat elke meting exact op dezelfde manier elke keer uitgevoerd wordt. De druk op het oog en de plek op het oog waar de tonometer de cornea of de lens raakt zal elke keer anders zijn. Dit kan dan weer invloed hebben op de gemiddelde waarden die bij onze resultaten te zien zijn. Zowel bij zonder als met zachte contactlenzen in. Er is alleen geen studie gevonden die dit onderbouwt.

Ook heeft de fluoresceïne invloed op de waarden. Er is niet bekend bij de studies hoeveel fluoresceïne in het oog is gedaan en op welke momenten precies. Volgens Yilmaz et al. (2014) kan onvoldoende fluoresceïne gebruik vals-lage IOD waarden veroorzaken en kan overmatig fluoresceïne gebruik vals-hoge IOD waarden veroorzaken. Dat kan dus voor onze resultaten weer betekenen dat de gemeten IOD waarden zonder en met contactlenzen misschien wel meer of minder afwijken dan normaal.

Invloed zachte contactlens op IOD in andere contactlensstudies

Er zijn studies waarin verschillende tonometers met verschillende zachte contactlenzen worden onderzocht om de betrouwbaarheid te bepalen van de IOD metingen (Ogbuehi et al., 2012; Anton et al., 2013; Schornack et al., 2012). We hebben nog geen onderzoek kunnen vinden waar wordt gekeken naar de invloed van de sterkte en modulus van een zachte contactlens en de verschillende tonometers op de IOD waarden. Door twaalf artikelen te hebben gelezen voor onze resultaten hebben we veel vergelijkingsmateriaal kunnen gebruiken om deze studie te onderscheiden van de andere.

Conclusie

Zachte contactlenzen hebben zeker invloed op de gemeten IOD waardes tijdens het uitvoeren van tonometrie bij patiënten jonger dan 70 jaar zonder oculaire aandoeningen. Gelet op de modulus en sterkte is er een significante toename en afname in alle twaalf studies. De resultaten van de verschillende tonometers zijn niet allemaal statistisch significant.

Kortom, de optometristen kunnen de IOD meten op een contactlens met het advies dat ze goed geïnformeerd zijn over de invloed van het materiaal van de lenzen en tonometer op de gemeten IOD waardes.

Aanbeveling

Het is belangrijk om aanvullend onderzoek uit te voeren waarbij hypermetrope contactlenzen centraal staan. Om een zo realistisch mogelijk beeld van de werkelijkheid te krijgen, zijn in de toekomst onderzoeken nodig waarbij juist ogen met glaucoom, cornea irregulariteit en andere oogziektes worden geïnccludeerd. Verder moet er in een volgend onderzoek gelet worden op de invloed van de CCD, anesthetica en angst van de patiënt op de IOD meting.

Literatuurlijst

Acuvue (2015). Acuvue Advance PLUS Brand. *Acuvue*. Beschikbaar via: <http://www.acuvueprofessional.com/product/advance-plus>. Geraadpleegd op 17 maart 2015.

Acuvue Brand Contact Lenses (2015). 1-Day Acuvue. *Acuvue Brand Contact Lenses*. Beschikbaar via: <http://www.acuvue.com/products-1day-acuvue>. Geraadpleegd 19 februari 2015. Geraadpleegd 5 maart 2015.

ACLens (2015). Contact Lens Materials & Water Content. *ACLens*. Beschikbaar via: <http://www.aclens.com/lens-materials.asp>. Geraadpleegd 17 maart 2015.

Alcon (2015). Air Optix Night & Day Aqua. *Alcon*. Beschikbaar via: <http://www.airoptix.com/contact-lenses/night-and-day.shtml>. Geraadpleegd op 17 maart 2015.

Almubrad, T.M., Oghuebi, K.C. (2007). Clinical investigation of the effect of topical anesthesia on intraocular pressure. *Clinical Ophthalmol*, 1, 305-309.

Andrzejewski, T. & Pence, N. (2011). Design, Materials and Fitting of Toric Silicone Hydrogel Lenses. *Contact Lens Spectrum*. Beschikbaar via: <http://www.clspectrum.com/articleviewer.aspx?articleID=106035>. Geraadpleegd 5 maart 2015.

Anton, A., Neuburger, M., Böhringer, D., Jordan, J.F. (2013). Comparative measurement of intraocular pressure by Icare tonometry and Airpuff tonometry in healthy subjects and patients wearing therapeutic soft contact lenses. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 251, 1791-1795.

Arora, R., Bellamy, H., Austing, M.W. (2014). Applanation tonometry: a comparison of the Perkins handheld and Goldmann slit lamp-mounted methods. *Clinical Ophthalmology*, 8, 605-610.

Bausch + Lomb (2015). PureVision2 contact lenses. *Bausch + Lomb*. Beschikbaar via: <http://www.bausch.com/ecp/our-products/contact-lenses/myopia-hyperopia/purevision2-contact-lenses#.VQ8EvfmG-Sq>. Geraadpleegd 17 maart 2015.

Bausch + Lomb (2015). Softlens daily disposable contactlenzen. *Bausch + Lomb*. Beschikbaar via: <http://www.bausch.nl/nl-nl/ecp/onze-producten/contactlenzen/myopie-hypermetropie/softlens-daily-disposables-contactlenzen/>. Geraadpleegd 17 maart 2015.

Beasley, I.G., Laughton, D.S., Coldrick, B.J., Drew, T.E., Sallah, M., Davies, L.N. (2013). Does Rebound Tonometry Probe Misalignment Modify Intraocular Pressure Measurements in Human Eyes?. *Journal of Ophthalmology*, 2013, 1-6.

Boyraz, S. & Güngör, I. (2012). The effect of the modulus of the lens material on intraocular pressure measurement through soft contact lenses. *Ir J Med Sci*, 182(3) 331-335.

Browning, A.C., Bhan, A., Rotchford, A.P., Shah, S., Dua, H.S. (2004). The effect of corneal thickness on intraocular pressure measurement in patients with corneal pathology. *Br. J. Ophthalmol*, 88, 1395-1399.

Callender, M. & Chou, R.B. (2012). Contact Lens Compendium. *Centre for Contact Lens Research*. Beschikbaar via: http://www.contactlensupdate.com/compendium/docs/CL_Compendium_Volume_39.pdf. Geraadpleegd op 17 maart 2015.

Contact Lens Spectrum (2010). Soft Contact Lenses. *Contact Lens Spectrum*. Beschikbaar via: <http://www.clspectrum.com/articleviewer.aspx?articleID=104480>. Geraadpleegd 19 februari 2015.

Farhood, Q.K. (2012). Comparative evaluation of intraocular pressure with an air-puff tonometer versus a Goldmann applanation tonometer. *Clinical Ophthalmology*, 7, 23-27.

Firat, P.G., Cankaya, C., Doganay, S., Cavdar, M., Duman, S., Ozsoy, E., Koc, B. (2012). The influence of soft contact lenses on the intraocular pressure measurement. *Eye*, 26(2), 278-282.

Garcia-Resúa, C., García-Montero, S., Pena-Verdeal, H., Gilino, J., Yebra-Pimentel, E., Giráldez, M.J. (2014). Effect of lotrafilcon A silicone hydrogel contact lens on intraocular pressure measurement. *Optometry Reports*, 4(1846), 7-10.

Gogniat, F., Steinegger, D., Nosch, D.S., Joos, R., Goldschmidt, M. (2013). The Accuracy of Dynamic Contour Tonometry Over Soft Contact Lenses. *Optometry and Vision Science*, 90(2), 125-130.

Gomes, B.A.F., Turiel, P., Cavalcanti, R.S., Moraes Jr, H.V., Santhiago, M.R. (2014). The accuracy of Goldmann applanation tonometry over silicone hydrogel contact lenses in patients with glaucoma. *Contact Lens & Anterior Eye*, 37, 297-299.

Huchzermeyer, C., Reulbach, U., Horn, F., Lämmer, R., Mardin, C.Y., Jünemann, A.G.M. (2014). Longitudinal stability of the diurnal rhythm of intraocular pressure in subjects with healthy eyes, ocular hypertension and pigment dispersion syndrome. *BMC Ophthalmology*, 14(122), 1-10

Kanski, J.J & Bowling, B. (2011). Glaucoma. *Clinical Ophthalmology*, 7, 312-316.

- Klein, A., Shemesh, G., Loewenstein, A., Kurtz, S. (2011). Intraocular pressure measurements in relation to head position and through soft contact lenses: comparison of three portable instruments. *Ophthalmic Surgery Lasers and Imaging Retina*, 42(1), 64-71.
- Lam, A.K.C. & Tse, J.S.H. (2014). Dynamic contour tonometry over silicone hydrogel contact lens. *Journal of Optometry*, 7, 91-99.
- Liu, Y.C., Huang, J.Y., Wang I.J., Hu, F.R., Hou, Y.C. (2011). Intraocular pressure measurement with the noncontact tonometer through soft contact lenses. *Journal of Glaucoma*, 20(3), 179-182.
- McDonnell, C. (2013). Contact lens materials. *Bausch + Lomb*. Beschikbaar via: <http://www.optometry.co.uk/uploads/articles/cet-2013/may-31-2013-c-31513.pdf>. Geraadpleegd 17 maart 2015.
- Melancia, D., Pinto, L.A., Marques-Neves, C. (2015). Cataract Surgery and Intraocular Pressure. *Ophthalmic Research*, 53, 141-148.
- Moezzi, A.M., Fonn, D., Simpson, T.L., Sorbara, L. (2004). Contact Lens-Induced Corneal Swelling and Surface Changes Measured with the Orbscan II Corneal Topographer. *Optometry and Vision Science*, 81(3), 189-193.
- Mukherjee, A., Ioannides, A., Aslanides, I. (2013). Comparative evaluation of Comfilcon A and Senofilcon A bandage contact lenses after transepithelial photorefractive keratectomy. *Journal of Optometry*, 8, 27-32.
- Nagarsheth, M., Singh, A., Schmotzer, B., Babineau, D.C., Sugar, J., Lee, B., Iyengar, S.K., Lass, J.H., Fuchs' Genetics Multi-Center Study Group (2012). The Relationship between Fuchs' Endothelial Corneal Dystrophy Severity and Glaucoma and/or Ocular Hypertension. *Arch Ophthalmol*, 130(11), 1384-1388.
- Nosch, D.S., Duddek, A.P., Herrmann, D., Stuhmann, O.M. (2010). Dynamic Contour Tonometry (DCT) over a thin daily disposable hydrogel contact lens. *Contact Lens & Anterior Eye*, 33, 219-224.
- OdSpecs (2015). Contact Lens Database. *OdSpecs*. Beschikbaar via: <http://www.odspeccs.com/index.html#vi>. Geraadpleegd 17 maart 2015.
- Ogbuehi, K.C. (2012). The influence of lens power and center thickness on the intraocular pressure measured through soft lenses: a comparison of two noncontact tonometers. *Contact Lens Anterior Eye*, 35(3), 118-128.
- Ogbuehi, K.C. & Almubrad, T. (2008). Accuracy and Reliability of the Keeler Pulsair EasyEye Non-Contact Tonometer. *Optometry and Vision Science*, 85(1), 61-66.
- Optix-now (2015). PureVision 2 HD vs. Acuvue Oasys. *Optix-now*. Beschikbaar via: <http://www.optix-now.com/bausch-lomb/purevision2/561-purevision2-versus-acuvue-oasys.html>. Geraadpleegd 17 maart 2015.
- Patel, S. & Stevenson G. (2009). Influence of lens material and intra-ocular pressure on the outcome of non-contact tonometry over soft contact lenses. *Contact Lens & Anterior Eye*, 32, 68-72.

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.

Sakata, R., Aihara, M., Murata, H., Saito, H., Iwase, A., Yasuda, N., Araie, M. (2013). Intraocular Pressure Change Over a Habitual 24-Hour Period After Changing Posture or Drinking Water and Related Factors in Normal Tension Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 54, 5313–5320.

Sauflon (2015). Bioclear 1 day. *Sauflon*. Beschikbaar via: <http://www.sauflon.co.uk/eye-care-professionals/products/bioclear-1day>. Geraadpleegd op 17 maart 2015.

Salvetat, M.L., Zeppieri, M., Tosoni, C., Brusini, P. (2007). Comparisons between Pascal dynamic contour tonometry, the TonoPen, and Goldmann applanation tonometry in patients with glaucoma. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 85, 272-279.

Schornack, M., Rice, M., Hodge, D. (2012). Tonopen XL Assessment of Intraocular Pressure Through Silicone Hydrogel Contact Lenses. *Eye & Contact Lens*, 38, 270-273.

Yilmaz, I., Altan, C., Aygit, E.D., Alagoz, C., Baz, O., Ahmet, S., Urvasizoglu, S., Yasa, D., Demirok, A. (2014). Comparison of three methods of tonometry in normal subjects: Goldmann applanation tonometer, non-contact airpuff tonometer, and Tono-Pen XL. *Clinical Ophthalmology*, 8, 1069-1074.

Zeri, F., Calcatelli, P., Donini, B., Lupelli, L., Zarrilli, L., Swann, P.G. (2011). The effect of hydrogel and silicone hydrogel contact lenses on the measurement of intraocular pressure with rebound tonometry. *Contact Lens & Anterior Eye*, 34, 260-265.

Auteursrechten

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