

Keratitis bij contactlensdragers met diabetes

09-01-2017

Annemijn Meewisse
Annemijn.meewisse@student.hu.nl
Studentnummer: 1650671

Sandra Toby
Sandra.toby@student.hu.nl
Studentnummer: 1625753

Samenvatting

Doelstelling

Diabetes mellitus is een van de meest voorkomende systemische afwijkingen wereldwijd. Deze afwijking kan onder andere tot veranderingen aan de cornea leiden. Bij zowel afwijkingen van de cornea als bij het dragen van contactlenzen is er een kans op microbacteriële keratitis. Onderzoek naar microbacteriële keratitis bij diabetespatiënten met contactlenzen is relevant, omdat een groot aantal mensen contactlenzen draagt en diabetes een veel voorkomende systemische afwijking is.

In deze literatuurstudie onderzoeken wij wat er geschreven is over het risico op microbacteriële keratitis bij diabetespatiënten die silicone hydrogel contactlenzen dragen.

Methode

Door middel van een literatuurstudie met behulp van de database PubMed hebben wij gezocht naar studies die de factoren diabetes, silicone hydrogel contactlenzen en microbacteriële keratitis meenamen.

Resultaten

Er zijn drie studies geïnccludeerd waarbij microbacteriële keratitis, diabetespatiënten en silicone hydrogel contactlenzen onderwerp van onderzoek zijn. In een tabel worden de resultaten per artikel weergegeven welke link er bestaat tussen diabetespatiënten met silicone hydrogel lenzen en microbacteriële keratitis. In één artikel wordt melding gemaakt van een mogelijk risico op microbacteriële keratitis bij deze groep patiënten. Uit de beide andere artikelen blijkt niet dat er een significant verschil is in risico op microbacteriële keratitis bij contactlensdragers met diabetes en contactlensdragers zonder diabetes.

Conclusie

Onze conclusie na het analyseren van de geïnccludeerde artikelen is dat diabetespatiënten geen risicogroep vormen voor ontwikkelen van een microbacteriële keratitis, maar dat dit niet helemaal kan worden uitgesloten.

Kernwoorden

Silicone hydrogel contactlenzen, diabetes, microbacteriële keratitis.

Abstract

Aims

Diabetes mellitus is one of the most common systematic disorders worldwide. This disorder can lead to changes in the cornea, among others. There is a chance on microbial keratitis both in case of anomalies of the cornea and when wearing contact lenses. Research on microbial keratitis and contact lens-wearing diabetics is relevant, because diabetes is a very common systematic disorder and a large number of people uses contact lenses.

In this literature review we study the current state of knowledge on microbial keratitis for diabetic patients who use silicone hydrogel contact lenses.

Methods

Using a literature review, we searched PubMed's database for studies that included diabetics, silicone hydrogel contact lenses, and microbial keratitis.

Results

Three papers studied microbial keratitis, diabetes patients and silicone hydrogel contact lenses. We summarized the results of these studies in a table to show each paper's findings on the link between diabetics using silicone hydrogel lenses and microbial keratitis. One study suggests a potential risk for the patients on microbial keratitis. Both other papers conclude the risk on microbial keratitis does not increase significantly for diabetics who wear contact lenses compared to people without diabetes.

Conclusion

Based on our literature study we conclude that diabetic patients do not form a special risk group in relation with microbial keratitis, although this cannot be excluded completely.

Keywords

Silicone hydrogel contact lenses, diabetes mellitus, microbial keratitis.

Inleiding

Het aantal patiënten met diabetes mellitus ligt wereldwijd op ongeveer 415 miljoen mensen. De verwachting is dat het aantal diabetespatiënten de komende jaren nog verder zal toenemen (IDF diabetes atlas, 2015). In 2014 waren er in Nederland ruim één miljoen mensen met diabetes mellitus bekend bij de huisarts. Hiervan heeft ongeveer 90 % diabetes type 2. Diabetes komt meer voor bij mannen dan bij vrouwen (Volksgezondheidszorg, 2016).

Van de mensen met diabetes heeft 4 tot 46% oogproblemen (diabetesfonds, 2016). Diabetes kan op verschillende delen van het oog problemen veroorzaken. Diabetespatiënten klagen bijvoorbeeld sneller over droge ogen. Dit kan komen doordat de traanfilm minder stabiel is en de tear break-up time (TBUT) verlaagd is (O'Donnel & Efron, 2012).

Ook de cornea kan veranderen bij mensen met diabetes. Epitheelcellen van diabetespatiënten zijn onregelmatig en kunnen veranderen (Tsubota et al., 1991). De cornea is hierdoor gevoeliger voor terugkerende en aanhoudende epitheliale defecten, maar ook voor mechanische schade. De afwijkingen van het cornea epitheelmembraan kunnen ervoor zorgen dat de barrière tegen een infectie verminderd is (O'Donnel & Efron, 2012).

De zenuwen van de cornea zijn belangrijk voor het handhaven van een gezonde cornea, omdat ze functioneren als waarschuwingssysteem. Diabetes kan leiden tot verminderde corneagevoeligheid, waardoor diabetespatiënten een verhoogd risico lopen op het ontwikkelen van cornea abrasie en corneale ulcers. Ook kan het genezingsproces verminderd zijn (O'Donnel & Efron, 2012).

De verminderde gevoeligheid van de cornea is gerelateerd aan de aanwezigheid van retinale complicaties. Corneagevoeligheid en epitheeldikte nemen aanzienlijk af bij patiënten waarbij ernstige neuropathie aanwezig is (Rosenberg et al., 2000).

Contactlenzen worden gezien als een handig alternatief voor een bril; ze worden over de hele wereld gedragen door vele miljoenen mensen (Chhabra et al., 2009). Contactlenzen kunnen echter ook diverse complicaties aan het oog veroorzaken. De aanwezigheid van een contactlens op het oog verandert de normale biologie van het corneaepitheel. Contactlenzen, ongeacht type of soort, hebben verschillende effecten op de epitheliale homeostase (Ladage et al., 2001; Ladage et al., 2002; Robertson, 2013). Ook kunnen contactlenzen belemmerend werken bij het voorzien van het hoornvlies van zuurstof. Te weinig zuurstof kan leiden tot

hypoxie, limbale hyperemie, neovascularisatie, hoornvlies acidose, epitheliale keratitis en polymegatisme (Chhabra et al., 2009).

Silicone hydrogel contactlenzen zijn in het jaar 1999 op de markt gekomen vanwege de hoge zuurstofdoorlaatbaarheid van deze lenzen (Johnson & Johnson Vision Care, 2016). Door deze hogere zuurstofdoorlaatbaarheid neemt het risico op het ontwikkelen van een hypoxisch epitheeldefect af. Een hypoxisch epitheeldefect kan dienen als een begin van een infectie (Stapleton et al., 2006).

Microbacteriële keratitis is een zichtbedreigende ooginfectie die wordt veroorzaakt door bacteriën, schimmels en protisten. Epitheeldefecten en letsel aan het epitheel zijn belangrijke factoren die de cornea gevoeliger maken voor ziekteverwekkers (Lakhundi et al., 2016).

Onbehaaglijkheid, corpus alienum gevoel of pijn zijn de eerste symptomen die worden ervaren door de meeste patiënten met microbacteriële keratitis. Fotofobie en oculaire roodheid zijn andere voorkomende symptomen die minder worden genoemd. Zwellingen en afscheiding komen minder voor. Wazig zicht en fotofobie worden vaak geassocieerd met de ernstige vorm van micro bacteriële keratitis. Na het verwijderen van de contactlens uit het oog kunnen sommige symptomen toenemen (Lim et al., 2002).

Microbacteriële keratitis wordt oculair vaak geassocieerd met een oculair trauma, afwijking van het oogoppervlak, blefaritis of een oogoperatie. Systemisch wordt het geassocieerd met een slechte gezondheid, medicatie, diabetes, schildklierafwijking of een verlaagd immuunsysteem (Keay et al., 2006).

Uit onderzoeken vóór 1999 met andere typen contactlenzen is gebleken dat diabetespatiënten bij het dragen van dat type contactlenzen een hoger risico hebben op microbacteriële keratitis (O'Donnell & Efron, 1998; Schein et al., 1989). Eichenbaum et al. (1982) suggereert ook dat diabetespatiënten die gebruik maken van extended wear contactlenzen bijzonder gevoelig zijn voor microbacteriële keratitis. Een recenter onderzoek geeft aan dat het aantal mensen met microbacteriële keratitis sinds de komst van silicone hydrogel lenzen niet is afgenomen (Roberston, 2013).

Systemische afwijkingen kunnen volgens Keay et al. (2006) mogelijk voor een verhoogd risico op microbacteriële keratitis bij silicone hydrogel contactlensdragers zorgen. Voor de optometrist is het van belang om complicaties die kunnen ontstaan bij het dragen van contactlenzen vroegtijdig te signaleren.

Het doel van onze literatuurstudie is te onderzoeken wat het risico is op microbacteriële keratitis bij diabetespatiënten die silicone hydrogel contactlenzen dragen.

Wanneer uit de resultaten van deze studie blijkt dat diabetespatiënten met silicone hydrogel lenzen een risicogroep zijn voor het ontwikkelen van een microbacteriële keratitis, kan deze informatie gedeeld worden met de optometristen en met de diabetespatiënten, zodat maatregelen genomen kunnen worden om dit risico zo klein mogelijk te houden.

De vraagstelling van ons onderzoek luidt: *“Wat is het risico op een microbacteriële keratitis bij diabetespatiënten die silicone hydrogel contactlenzen dragen?”*

Materiaal en methode

In oktober 2016 hebben wij voor deze literatuurstudie gezocht naar artikelen in de database PubMed. Het gebruik van de in onderstaande tabel beschreven synoniemen en combinaties van zoektermen resulteerde in vierentachtig artikelen.

Tabel 1: zoekstrategie

Search
(((((Diabet*[Title/Abstract]) AND (((((soft contact lens[Title/Abstract]) OR silicone hydrogel lens[Title/Abstract]) OR contact lens, soft[MeSH Terms]) OR contact lenses[MeSH Terms]) OR contact lenses, soft[MeSH Terms]))))

Voor het verkrijgen van de juiste artikelen hebben wij inclusie- en exclusiecriteria opgesteld. Voor de inclusiecriteria geldt dat in de artikelen een verband moet liggen tussen diabetes, silicone hydrogel contactlenzen en microbacteriële keratitis. Verder is het van belang dat het onderzoek op mensen uitgevoerd is. In tabel 2 zijn de inclusie- en exclusiecriteria weergegeven.

Tabel 2: Inclusie en exclusiecriteria

Inclusiecriteria	Exclusiecriteria
- Microbacteriële keratitis - Patiënten met Diabetes Mellitus - Silicone hydrogel contactlensdragers	- Onderzoek op dieren uitgevoerd - Artikelen ouder dan 1999, vanwege het nog niet bestaan van silicone hydrogel lenzen - Case reports / Case series

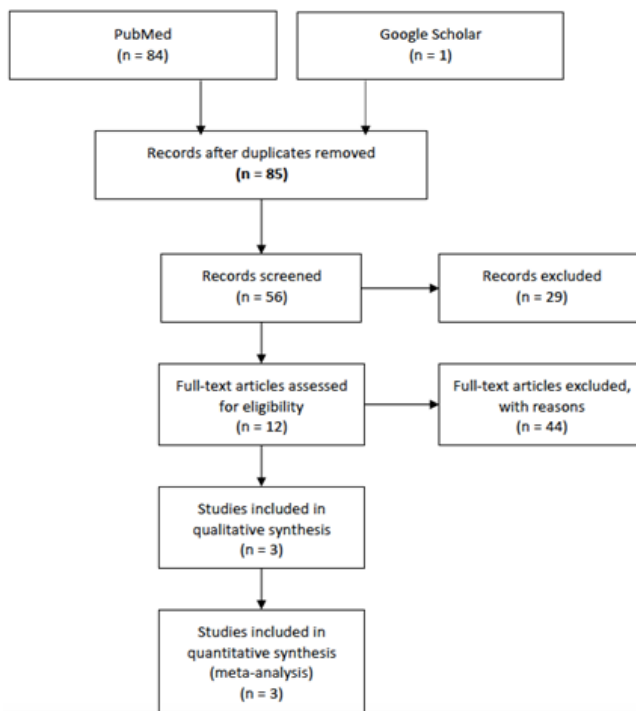
Via het programma Mendeley hebben wij alle artikelen onafhankelijk van elkaar beoordeeld. Zoals al eerder gemeld in de inleiding zijn silicone hydrogel contactlenzen sinds 1999 op de

markt (Johnson & Johnson Vision Care, 2016). Artikelen gepubliceerd vóór 1999 kunnen géén onderzoeken bij silicone hydrogel contactlensdragers betreffen. Om deze reden zijn het geen relevante artikelen voor onze studie.

Case reporten worden geëxcludeerd vanwege een verminderde betrouwbaarheid ten opzichte van andere typen artikelen (Süt et al., 2014). Ook onderzoeken op dieren zijn niet van belang voor onze studie.

Resultaten

Gevonden studies



Figuur 1: Flowchart resultaten

In de database Pubmed hebben wij vierentachtig artikelen gevonden. Daarnaast hebben wij via een verwijzing in een review nog één artikel gevonden. Dus in totaal vijfentachtig artikelen. Negenentwintig van de vijfentachtig artikelen vallen af, omdat zij voor 1999 zijn uitgegeven.

Om de gevonden overige artikelen te openen hebben wij gebruik gemaakt van de toegangsrechten van de Hogeschool Utrecht en de Universiteit Utrecht.

Tijdens het screenen van de full tekst bleken zesendertig artikelen niet over microbacteriële

keratitis te gaan. Deze artikelen gaan voornamelijk over de corneagevoeligheid of de glucosewaarde van de traanfilm.

Acht zoekresultaten konden niet als full tekst worden geopend via de databases Pubmed en Google Scholar.

Na het toepassen van de inclusie- en exclusiecriteria vielen er drieënzeventig van de vijftachtig artikelen af en bleven er uiteindelijk nog twaalf artikelen over.

Na het lezen van de full tekst van de geïnccludeerde artikelen vielen nog negen van deze twaalf overgebleven artikelen af.

Van deze negen artikelen bleken drie artikelen (Pariseau et al., 2010; Suto et al., 2012; Todokoro et al., 2015) een case report te zijn. Een ander artikel van O'Donnell en Efron (2012) is een review over diabetes en contactlenzen. Wij konden deze review niet gebruiken voor onze literatuurstudie, omdat microbacteriële keratitis hierin niet centraal staat.

In de vijf overige artikelen (Bialasiewicz et al., 2006; Falk et al., 2013; Inoue et al., 2015; Lee et al., 2012; Sengupta et al., 2012) wordt er niet gekeken naar diabetespatiënten met silicone hydrogel contactlenzen in combinatie met microbacteriële keratitis.

Uiteindelijk zijn er drie artikelen overgebleven (O'Donnell et al., 2001; O'Donnell & Efron 2004 & Keay et al., 2009), welke van belang zijn voor onze studie. Het artikel Keay et al. (2009) is verkregen via een verwijzing in het artikel O'Donnell en Efron (2012).

De besproken selectie van artikelen is hierboven grafisch weergegeven met behulp van de flowchart in figuur 1 (Moher et al., 2009).

Critical appraisal

Voor onze literatuurstudie zijn drie artikelen geïnccludeerd. Twee van deze studies betroffen een case control studie en één studie betrof een cohortstudie.

Wij hebben de drie artikelen beoordeeld op kwaliteit en typen van bias die in de artikelen kunnen optreden. De kwaliteitsbeoordeling van deze artikelen is weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: critical appraisal

Artikel	N (totaal)	P	I	C	O	Selectie bias	Detection bias	Attrition bias	Performance bias	Confounding bias	Lost to follow up
O'Donnel et al. (2001)	80	+	+	+	+	-	+	+	+	+	22.5%
O'Donnel en Efron (2004)	58	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
Keay et al. (2009)	297	+	+	+	+	-	?	+	-	+	29,4%

N totaal= aantal patiënt, P (patiënten)= silicone hydrogel contactlens dragers, I (interventie)= mensen met diabetes, C (vergelijking)= mensen zonder diabetes, O (uitkomst)= kans op microbacteriële keratitis, + = aanwezig/geen risico op bias, - = afwezig/ risico op bias, ? = risico op bias onduidelijk.

Zoals te zien in de critical appraisal scoren de artikelen allemaal negatief op selectie bias. Dit heeft te maken met het type onderzoek dat is gedaan. Bij de geïnccludeerde studies bestaat de interventiegroep uit diabetespatiënten, zodat er niet gesproken kan worden van een randomized control studie. Een randomized control studie zou namelijk het risico op selectiebias verminderen.

Wanneer er wordt gekeken naar de anderen typen bias in tabel 3 blijkt dat alleen het onderzoek Keay et al. (2009) slechter scoort en dat O'Donnel et al. (2001) en O'Donnell en Efron (2004) in het algemeen goed scoren.

Het risico op detectiebias in het artikel van Keay et al. (2009) is onduidelijk. Er wordt tijdens deze studie gebruik gemaakt van twee verschillende lenstypes. Het type lens dat de patiënt gebruikte, was voor de onderzoeker niet bekend. Het is niet duidelijk of er nog meer geblindeerd was voor de onderzoeker.

Het doel van het onderzoek Keay et al. (2009) is om de klinische symptomen en oculaire en systemische comorbiditeiten van contactlensdragers met microbacteriële keratitis te bepalen. Tijdens het selecteren van de patiënten, was het onbekend wat de patiënt voor achterliggende oculaire of systemische afwijkingen had. Omdat er geen rekening gehouden is met de verschillende systemische afwijkingen van de patiënten, is er sprake van een risico op performance bias.

Studie karakteristieken

In tabel 4 wordt de data van de verschillende geïncludeerde artikelen weergegeven. Hierin staat per artikel het type onderzoek, de patiënten woonplaats, het totaal aantal patiënten en de man/vrouw ratio.

Tabel 4: Data geïncludeerde artikelen

	Type onderzoek	Patiënten woonplaats	N (totaal)	V/M	Leeftijd (standaarddeviatie in jaren)
O'Donnel et al. (2001)	Case control studie	Manchester, UK	80	DM 24/16 Cô 19/21	DM 34.0 ± 13.0 Cô 31.0 ± 11.0
O'Donnel en Efron (2004)	Case control studie	Manchester, UK	58	DM 15/14 Cô 14/15	DM 30.9 ± 10.4 Cô 29.0 ± 11.3
Keay et al. (2009)	Cohort studie	Australië en Nieuw-Zeeland	297	181/17	35 ± 13

Studieresultaten

De link die de gebruikte studies maken tussen microbacteriële keratitis bij silicone hydrogel lenzen en diabetes wordt weergegeven in tabel 5.

Tabel 5: link silicone hydrogel contactlensdragers met diabetes en microbacteriële keratitis

	Conclusie over link microbacteriële keratitis en diabetespatiënten
O'Donnel et al. (2001)	Legt alleen link, geen onderbouwing met data
O'Donnel en Efron (2004)	Geen significant verschil in risico op microbacteriële keratitis door onderhoud van lenzen
Keay et al. (2009)	Geen significant verschil tussen patiënten met diabetes en patiënten zonder diabetes

In O'Donnel et al. (2001) wordt de link gelegd dat bij diabetespatiënten corneagevoeligheid en de kwetsbaarheid van de cornea ervoor kunnen zorgen dat er een mogelijk risico is op microbacteriële keratitis.

Het artikel O'Donnel en Efron (2004) geeft aan dat er geen significant verschil is tussen het onderhoud van de lenzen en de lensverzorging bij mensen met en zonder diabetes. Bij diabetespatiënten en de controlegroep is het risico op basis van onderhoud op microbacteriële keratitis gelijk.

Uit het onderzoek van Keay et al. (2009) blijkt dat er bij patiënten met microbacteriële keratitis geen significant verschil bestaat tussen patiënten met diabetes en patiënten zonder diabetes ($p=0.7$).

Discussie

In onze literatuurstudie hebben wij onderzoek gedaan naar het risico op microbacteriële keratitis bij silicone hydrogel contactlensdragers met diabetes mellitus. Microbacteriële keratitis is een ernstige ooginfectie. Diabetes kan verschillende complicaties aan het oog veroorzaken. Onderzoek naar microbacteriële keratitis bij diabetespatiënten met contactlenzen is relevant, omdat een groot aantal mensen contactlenzen draagt en diabetes een veel voorkomende systemische afwijking is. Voor onze studie hebben wij gebruik gemaakt van de database Pubmed met toepassing van een gerichte zoekstrategie. Door de nauwkeurige zoekstrategie is ons onderzoek goed reproduceerbaar.

Uit de resultaten van het weinige onderzoek dat is gedaan naar microbacteriële keratitis bij diabetespatiënten met silicone hydrogel contactlenzen blijkt niet dat deze groep diabetespatiënten een aparte risicogroep vormt, maar dat dit niet geheel kan worden uitgesloten.

In de zoekstrategie wordt de zoekterm microbacteriële keratitis niet gebruikt. Microbacteriële keratitis wordt gezien als een secundaire aandoening en wordt daarom niet altijd in de titel of samenvatting benoemd (O'Donnell & Efron, 2012). Hierdoor kan het zijn dat er relevante artikelen voor onze studie zijn gemist.

Uit de flowchart blijkt dat het artikel Keay et al. (2009) is gevonden via een referentie in O'Donnell en Efron (2012). Het artikel Keay et al. (2009) is niet gevonden via Pubmed omdat de zoekterm diabetes niet in de titel of in de samenvatting van dit artikel stond.

Twee van de geïnccludeerde onderzoeken betroffen een case control studie. Een nadeel van een case control studie is dat de proefpersonen vooraf geselecteerd worden (Mann, 2003). Hierdoor kan een vertekend beeld ontstaan doordat bepaalde varianten, zoals man/vrouw verhouding niet willekeurig worden geselecteerd. Bij een case control studie en een cohortstudie worden vragenlijsten gebruikt. Hierbij kan er bias ontstaan doordat de resultaten afhangen van onder andere het geheugen en de eerlijkheid van de patiënt. Dit kan het resultaat beïnvloeden (Mann, 2003).

Het onderzoek Keay et al. (2009) richt zich op gebruikers van silicone hydrogel lenzen en daglenzen. Het is niet duidelijk van welk materiaal de daglenzen gemaakt zijn. Ook is niet duidelijk welke van deze twee typen lenzen effect heeft op het ontwikkelen van een microbacteriële keratitis. Dit wordt niet onder de resultaten in het artikel vermeld.

De patiëntengroep in het artikel Keay et al. (2009) woont in ander werelddeel dan de patiëntengroep in O'Donnell et al. (2001) en O'Donnell en Efron (2004). Verschil in klimaat (hogere of lagere temperaturen) kan invloed hebben op bacteriegroei en dus een rol spelen bij het ontwikkelen van een microbacteriële keratitis (Boxall et al., 2009).

In de artikelen O'Donnell et al. (2001), O'Donnell en Efron (2004) en Keay et al. (2009) wordt meerdere malen verwezen naar onderzoeken van vóór 1999. Uit deze onderzoeken blijkt dat er een mogelijk risico is op microbacteriële keratitis bij diabetespatiënten. Deze artikelen gaan echter niet over silicone hydrogel contactlenzen, maar over lenzen van andere materialen en over extended wear gebruik (Eichenbaum et al., 1982; Spoor et al., 1984; Schein et al., 1989). Uit ons onderzoek is niet gebleken dat diabetespatiënten die silicone hydrogel lenzen dragen een verhoogd risico lopen op microbacteriële keratitis, maar mede gezien de resultaten van de onderzoeken van vóór 1999 is dit risico niet helemaal uit te sluiten.

De drie geïnccludeerde artikelen leggen elk op een andere manier een link tussen microbacteriële keratitis en diabetespatiënten met silicone hydrogel lenzen. De problematiek van de microbacteriële keratitis in relatie met onze doelgroep patiënten is geen hoofdonderwerp en wordt slechts zijdelings benoemd.

Conclusie

In dit onderzoek is met een literatuurstudie antwoord gezocht op de vraag: *“Wat is het risico op een microbacteriële keratitis bij diabetespatiënten die silicone hydrogel contactlenzen dragen?”*

Onze conclusie na het analyseren van de geïnccludeerde artikelen is dat diabetespatiënten geen risicogroep vormen voor ontwikkelen van een microbacteriële keratitis, maar dat dit niet helemaal kan worden uitgesloten. Uit het artikel O'Donnell en Efron (2004) blijkt dat op basis van onderhoud en gebruik van lenzen geen significant verschil bestaat bij het ontwikkelen

van microbacteriële keratitis bij diabetespatiënten en de controlegroep. Het artikel Keay et al. (2009) geeft geen significant verschil bij diabetespatiënten en niet-diabetespatiënten met microbacteriële keratitis. O'Donnell et al. (2001) geeft aan dat er wel een mogelijk risico is op een microbacteriële keratitis bij silicone hydrogel contactlensdragers met diabetes. Dit onderzoek is niet onderbouwd met data.

Aanbeveling

Tot op heden is er weinig onderzoek gedaan naar het risico op microbacteriële keratitis bij diabetespatiënten met silicone hydrogel contactlenzen. Om beter inzicht te krijgen in deze problematiek is meer onderzoek nodig. Hierbij kan gedacht worden aan een gerandomiseerd onderzoek over een langere periode, waarbij onder andere aandacht besteed zou kunnen worden aan eventuele afwijkingen van de cornea en de draagtijd van de lenzen.

Omdat het risico op microbacteriële keratitis bij diabetespatiënten niet helemaal uit te sluiten is, is het belangrijk dat microbacteriële keratitis vroegtijdig wordt ontdekt en zo mogelijk wordt voorkomen. Een interactieve samenwerking tussen de optometrist en patiënt kan daarbij een belangrijke rol spelen.

Literatuurlijst:

Abdessalem, R., Kraiem, A., & Kamoun, M. (1987). A new technic of peroperative examination of the retina before placement of an artificial lens in the diabetic patient. *Ophthalmologie: organe de la Societe francaise d'ophtalmologie*, 2(1), 33-35.

Benhmidoune, L., Bensemlali, A., Bouazza, M., Karami, R., El Mansouri, H., El Belhadji, M., & Amraoui, A. (2013). [Contact lens related corneal ulcers: clinical, microbiological and therapeutic features]. *Journal francais d'ophtalmologie*, 36(7), 594-599.

Bialasiewicz A., Shenoy R., Thakral A., Al-Muniri A.A., Shenoy U. & Al-Mughairi A. (2006). Microbial keratitis: a 4 year study of risk factors and traditional/complementary medicine in Oman. *Ophthalmologie*, 103(8), 682-687.

- Boxall, A. B., Hardy, A., Beulke, S., Boucard, T., Burgin, L., Falloon, P. D., ... & Levy, L. S. (2009). Impacts of climate change on indirect human exposure to pathogens and chemicals from agriculture. *Environmental Health Perspectives*, 117(4), 508.
- Chhabra, M., Prausnitz, J. M., & Radke, C. J. (2009). Diffusion and Monod kinetics to determine in vivo human corneal oxygen-consumption rate during soft contact-lens wear. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 90(1), 202-209.
- Davies, N. (2016). Wearables, implants and apps, oh my! Smart technology for diabetes self-care. *Diabetes self-management*, 33(2), 28.
- Domschke, A. M. (2010). Continuous non-invasive ophthalmic glucose sensor for diabetics. *CHIMIA International Journal for Chemistry*, 64(1), 43-44.
- Eichenbaum, J. W., Feldstein, M. O. R. R. I. S., & Podos, S. M. (1982). Extended-wear aphakic soft contact lenses and corneal ulcers. *British Journal of Ophthalmology*, 66(10), 663-666.
- Falk, M., Andoralov, V., Silow, M., Toscano, M. D., & Shleev, S. (2013). Miniature biofuel cell as a potential power source for glucose-sensing contact lenses. *Analytical chemistry*, 85(13), 6342-6348.
- Heinemann, L. (2014). Google CGM: does this product already helps patients with diabetes? *Dtsch Med Wochenschr*, 139 (38).
- Inoue, H., Suzuki, T., Inoue, T., Hattori, T., Nejima, R., Todokoro, D., Hoshi S., Eguchi H., Miyamoto H. & Ohashi, Y. (2015). Clinical Characteristics and Bacteriological Profile of Moraxella Keratitis. *Cornea*, 34(9), 1105-1109.
- Kawakami, H., Inuzuka, H., Mochizuki, K., Takahashi, N., Muto, T., Ohkusu, K., & Nishimura, K. (2012). Clinical manifestations, treatment and outcome of ocular infections caused by Paecilomyces species. *Nippon Ganka Gakkai zasshi*, 116(7), 613-622.
- Keay, L., Edwards, K., Naduvilath, T., Taylor, H. R., Snibson, G. R., Forde, K., & Stapleton, F. (2006). Microbial keratitis: predisposing factors and morbidity. *Ophthalmology*, 113(1), 109-116.

Keay, L., Edwards, K., & Stapleton, F. (2009). Signs, symptoms, and comorbidities in contact lens-related microbial keratitis. *Optometry & Vision Science*, 86(7), 803-809.

Ladage, P. M., Yamamoto, K., Ren, D. H., Li, L., Jester, J. V., Petroll, W. M., & Cavanagh, H. D. (2001). Effects of rigid and soft contact lens daily wear on corneal epithelium, tear lactate dehydrogenase, and bacterial binding to exfoliated epithelial cells. *Ophthalmology*, 108(7), 1279-1288.

Ladage, P. M., Yamamoto, K., Li, L., Ren, D. H., Petroll, W. M., Jester, J. V., & Cavanagh, H. D. (2002). Corneal epithelial homeostasis following daily and overnight contact lens wear. *Contact Lens and Anterior Eye*, 25(1), 11-21.

Lakhundi, S., Siddiqui, R., & Kahn, N.A. (2016). Pathogenesis of microbial keratitis. *Microbial pathogenesis*.

Lee, S. Y., Petznick, A., & Tong, L. (2012). Associations of systemic diseases, smoking and contact lens wear with severity of dry eye. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 32(6), 518-526.

Lim, L., Loughnan, M. S., & Sullivan, L. J. (2002). Microbial keratitis associated with extended wear of silicone hydrogel contact lenses. *British journal of ophthalmology*, 86(3), 355-357.

Mann, C. J. (2003). Observational research methods. Research design II: cohort, cross sectional, and case-control studies. *Emergency Medicine Journal*, 20(1), 54-60.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). PRISMA 2009 Flow Diagram. *PLoS Med*, 6(7).

O'Donnell, C., & Efron, N. (1998). Contact lens wear and diabetes mellitus. *Contact Lens and Anterior Eye*, 21(1), 19-26.

O'Donnell, C., Efron, N., & Boulton, A. J. (2001). A prospective study of contact lens wear in diabetes mellitus. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 21(2), 127-138.

- O'Donnell, C., & Efron, N. (2004). Non-compliance with lens care and maintenance in diabetic contact lens wearers. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 24(6), 504-510.
- O'Donnell, C., & Efron, N. (2012). Diabetes and contact lens wear. *Clinical and Experimental Optometry*, 95(3), 328-337.
- Pariseau, B., Nehls, S., Ogawa, G. S., Sutton, D. A., Wickes, B. L., & Romanelli, A. M. (2010). Beauveria keratitis and biopesticides: case histories and a random amplification of polymorphic DNA comparison. *Cornea*, 29(2), 152-158.
- Robertson, D. M. (2013). The effects of silicone hydrogel lens wear on the corneal epithelium and risk for microbial keratitis. *Eye & contact lens*, 39(1), 67.
- Rosenberg ME, Tervo TMT, Immonen IJ, Muller LJ, Gronhagen-Riska C, Vesaluoma MH. Corneal structure and sensitivity in type 1 diabetes mellitus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000; 41: 2915–2921.
- Schein, O. D., Glynn, R. J., Poggio, E. C., Seddon, J. M., & Kenyon, K. R. (1989). The relative risk of ulcerative keratitis among users of daily-wear and extended-wear soft contact lenses. *New England journal of medicine*, 321(12), 773-778.
- Sengupta, J., Khetan, A., Saha, S., Banerjee, D., Gangopadhyay, N., & Pal, D. (2012). Candida keratitis: emerging problem in India. *Cornea*, 31(4), 371-375.
- Spoor, T. C., Hartel, W. C., Wynn, P., & Spoor, D. K. (1984). Complications of continuous-wear soft contact lenses in a nonreferral population. *Archives of Ophthalmology*, 102(9), 1312-1313.
- Stapleton, F., Stretton, S., Papas, E., Skotnitsky, C., & Sweeney, D. F. (2006). Silicone hydrogel contact lenses and the ocular surface. *The ocular surface*, 4(1), 24-43.
- Süt, N. (2014). Study designs in medicine. *Balkan medical journal*, 31(4), 273.
- Suto, C., Ishizuka, T., & Toshida, H. (2012). Iris rubeosis and hyphema caused by chemical injury due to household detergent. *Clinical ophthalmology (Auckland, NZ)*, 6, 1977.

Todokoro, D., Eguchi, H., Yamada, N., Sodeyama, H., Hosoya, R., & Kishi, S. (2015). Contact lens-related infectious keratitis with white plaque formation caused by *Corynebacterium propinquum*. *Journal of clinical microbiology*, 53(9), 3092-3095.

Tsubota, K., Chiba, K., & Shimazaki, J. (1991). Corneal epithelium in diabetic patients. *Cornea*, 10(2), 156-160.

Zaluski, S., Detre, J., & Marcil, G. (1989). Use of 90-dioptre lenses for retinal photocoagulation in diabetic patients. *Bulletin des societes d'ophtalmologie de France*, 90(8-9), 775-777.

Webpagina's

IDF diabetes atlas (2015), geraadpleegd op 4 oktober 2016
<http://www.diabetesatlas.org/across-the-globe.html>

Volksgezondheidszorg (2016), geraadpleegd op 6 oktober 2016
<https://www.volksgezondheidszorg.info/onderwerp/diabetes-mellitus/cijfers-context/huidige-situatie#bron--node-huisartsenregistratie-van-diabetes>

Diabetes fonds (2016), geraadpleegd op 6 oktober
<https://www.diabetesfonds.nl/over-diabetes/diabetes-in-het-algemeen/diabetes-in-cijfers>

Johnson & Johnson Vision Care (2016), geraadpleegd op 12 oktober
<https://www.jnjvisioncare.nl/education/balance-of-properties/introduction>

Auteursrechten

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