

Powierzchnia soczewek kontaktowych a bezpieczeństwo i komfort użytkowania

The surface of contact lenses and the safety and comfort of use

Paulina Figura

Mgr, optometrysta
Master of Science in Clinical Optometry
Professional Services Consultant Alcon



NAJWAŻNIEJSZE

Technologia powierzchni soczewek kontaktowych ma wpływ na komfort i bezpieczeństwo ich użytkowania.

HIGHLIGHTS

Technology of lens surface influence comfort and safety use.

STRESZCZENIE

Soczewki kontaktowe są coraz popularniejszą metodą korekcji i coraz więcej specjalistów sięga po takie rozwiązanie dla swoich pacjentów. Mimo postępu technologicznego cały czas mamy jednak do czynienia z porzuceniami soczewek kontaktowych. Przyczyna, która jest wskazywana jako najważniejsza, to dyskomfort. Badania jednoznacznie pokazują, że komfort użytkowania soczewek jest związany z ich powierzchnią – powierzchnie zmodyfikowane, o dużym współczynniku lubrykacji dają dużo lepsze efekty.

Co więcej, sama powierzchnia soczewek jest odpowiedzialna za gromadzenie się osadów, a to ma już bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo.

Słowa kluczowe: soczewki kontaktowe, komfort, powierzchnia modyfikowana w plazmie, lubrykacja

ABSTRACT

Contact lenses are becoming more popular method of correction and more specialists choose this solution for their patients. However, despite advances in technology we still have to deal with dropouts. The most popular reasons for its discomfort. Technology of lens surface is really important – lubrication and wettability cooperate with comfort.

Key words: contact lenses, comfort, plasma modified contact lens surface, lubrication

WSTĘP

W ostatnich 35 latach liczba użytkowników soczewek kontaktowych na świecie wzrosła z 10 do 140 milionów, przy czym najczęściej wybierane są miękkie soczewki kontaktowe (ponad 90%) [1].

W ostatnich 20 latach poczyniono ogromne postępy w dziedzinie kontaktologii. Problemy, z którymi borykano się jeszcze kilkanaście lat temu, a które spowodowane były głównie małą tlenoprzepuszczalnością materiałów, w obecnych czasach są już rzadkością. Obecnie soczewki z materiałów silikonowo-hydrożelowych (SIHy) wydają się oczywistym pierwszym wyborem specjalisty zajmującego się kontaktologią.

Pojawienie się materiałów silikonowo-hydrożelowych o wysokiej przepuszczalności tlenu spowodowało jednak przeniesienie części zainteresowania i obserwacji klinicznych na inny ważny aspekt – dyskomfort, który jest jedną z głównych przyczyn rezygnacji z noszenia soczewek kontaktowych przez użytkowników [2].

Pomimo tej pozornie optymistycznej sytuacji wielu użytkowników soczewek nadal nie jest z nich zadowolonych. Około 35% osób rezygnuje z ich używania, za co w większości przypadków odpowiadają mały komfort oraz suchość, szczególnie pod koniec dnia [3].

Oznacza to, że analizując soczewki pod kątem bezpieczeństwa i komfortu użytkowania, musimy wziąć pod uwagę znacznie więcej parametrów.

CO MA WPŁYW NA BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA SOCZEWEK KONTAKTOWYCH?

Bezpieczeństwo użytkowania soczewek kontaktowych jest najważniejszym aspektem dla specjalisty. Ważne jest dla nas to, by użytkownik mógł w bezpieczny sposób korzystać z tej metody korekcji przez wiele lat.

Do tej pory najważniejszym parametrem charakteryzującym soczewki kontaktowe, a wpływającym na owo bezpieczeństwo była tlenoprzepuszczalność materiału. W erze soczewek hydrożelowych powikłania spowodowane niedotlenieniem były koszmarem każdego specjalisty. Wydawałoby się, że pojawienie się soczewek silikonowo-hydrożelowych rozwiąże wszystkie problemy i rzeczywiście, liczba patologii wynikająca z niewystarczającej przepuszczalności tlenu znacznie zmalała. Nie uwolniliśmy się jednak całkowicie od problemów.

Co jeszcze ma wpływ na bezpieczeństwo?

Prawidłowe dopasowanie soczewek do indywidualnych potrzeb pacjenta – wydawałoby się, że to truizm, lecz mówiąc o dopasowaniu, musimy jednak pamiętać nie tylko o odpowiednim ułożeniu soczewki na oku, ale również o dobraniu odpowiedniego materiału, konstrukcji oraz systemu pielęgnacji.

Zwrócić należy również uwagę na konstrukcję soczewek kontaktowych także w aspekcie tlenoprzepuszczalności, a dokładnie w aspekcie mapy tlenoprzepuszczalności.

Nowością dla większości specjalistów są zagadnienia dotyczące powierzchni soczewek kontaktowych – jest to temat dość nowy, ponieważ pojawił się razem z soczewkami SIHy. Powierzchnia ma wpływ zarazem na komfort użytkowania i bezpieczeństwo.

DLACZEGO KOMFORT JEST WAŻNY?

Dyskomfort i objawy suchości oczu są wciąż najczęściej zgłaszanymi przyczynami porzuceń soczewek kontaktowych. Szacuje się, że stanowią one ok. 50% wszystkich takich przypadków [4-5].

Większość soczewek kontaktowych jest w pełni uwodniona i komfortowa w momencie aplikacji. Wiemy jednak, że u wielu użytkowników w ciągu dnia komfort noszenia spada bądź nasila się wrażenie suchości oka [6].

Dyskomfort związany z używaniem soczewek kontaktowych jest istotnym problemem dla pacjentów, kontaktologów i całej branży zajmującej się tą dziedziną. To ważne zagadnienie zarówno z klinicznego, jak i ekonomicznego punktu widzenia. Do tej pory zarówno specjaliści, jak i producenci skupiali się głównie na zagadnieniu bezpieczeństwa, ale wraz z rozwojem nowych technologii i materiałów problem powikłań jest nadal aktualny, chociaż nie jest już głównym tematem, a i skala problemu jest dużo mniejsza.

Pojawił się natomiast kolejny problem, który z roku na rok coraz bardziej skupiał uwagę środowiska zaangażowanego w produkcję, badania i aplikację soczewek kontaktowych. Jest nim dyskomfort związany z soczewkami kontaktowymi (CLD, *contact lens discomfort*) [7]. Stanowi on istotną przyczynę rezygnacji z ich stosowania – według różnych badań dotyczy to od 12% do nawet 51% użytkowników soczewek kontaktowych [8].

Według stworzonej przez ekspertów klasyfikacji dyskomfortu podczas używania soczewek kontaktowych możemy mówić o dwóch podstawowych czynnikach związanych z dyskomfortem.

Pierwszym jest sama soczewka kontaktowa, a dokładniej cechy materiału, z którego jest zbudowana. Zawartość wody czy lubrykacja mogą być istotnymi czynnikami w odczuwaniu komfortu przez użytkownika. Geometria soczewki kontaktowej, a zwłaszcza profil jej brzegu i sposób interakcji z tkankami oka, również może wpływać na komfort. Znajomość tych parametrów i umiejętność wybierania odpowiednich rozwiązań może zmniejszyć ryzyko wystąpienia dyskomfortu.

Drugim, równie ważnym elementem jest środowisko, w którym soczewka kontaktowa się znajduje.

Termin ten obejmuje zarówno cechy pacjenta, takie jak wiek, płeć, choroby ogólne czy przyjmowane leki, jakość filmu łzowego, sposób mrugania, jak i jakość oraz wilgotność powietrza, w którym użytkownik najczęściej przebywa.

POWIERZCHNIA SOCZEWEK KONTAKTOWYCH

Zagadnienia związane z powierzchnią soczewek są dość nowe i dopiero obecnie, w erze dominacji soczewek SiHy, zyskały na znaczeniu. Odgrywa ona coraz większą rolę zarówno w kontekście bezpieczeństwa użytkownika, jak i komfortu związanego z soczewkami kontaktowymi.

Na zmniejszenie komfortu związanego z noszeniem soczewek kontaktowych oraz na suchość wpływają różne czynniki, m.in. oddziaływanie między tylną powierzchnią soczewki a powierzchnią rogówki oraz między przednią powierzchnią soczewki a wewnętrzną powierzchnią powiek podczas mrugania. Soczewki błyskawicznie przyciągają różne składniki filmu łzowego, w szczególności białka i lipidy, które osadzają się na ich powierzchni [9].

Powyższe procesy mogą wpływać na zmiany powierzchniowe soczewek kontaktowych. One z kolei wpływają na siły tarcia występujące podczas mrugania. Ponadto odwodnienie soczewki kontaktowej może zwiększać oddziaływanie między powieką a soczewką kontaktową w wyniku zmniejszenia zwilżalności i lubrykacji przedniej powierzchni soczewki, może także powodować przebarwienia nabłonka rogówki z powodu odparowania wody, a następnie wysychania [10].

Materiały SiHy są bardziej podatne na osady lipidowe, ponieważ w znacznej części składają się z hydrofobowego silikonu, który można znaleźć na powierzchni niektórych soczewek. Soczewki SiHy znacznie się różnią pod względem ilości gromadzących się na ich powierzchni osadów lipidowych. Ma na to wpływ kombinacja cech wnętrza soczewki i jej powierzchni [11]. Wszystkie soczewki SiHy dobrze zwilżają się w początkowym okresie noszenia, ponieważ są zanurzone w roztworze soli fizjologicznej. Dzięki temu hydrofilne cząsteczki zwracają się w stronę powierzchni soczewki, a cząsteczki hydrofobowe w stronę jej bardziej hydrofobowego wnętrza. Spowodowało to, że rozwiązania pozwalające uzyskać hydrofilną powierzchnię w soczewkach SiHy stały się kluczowe w aspekcie komfortu, ale i bezpieczeństwa, które jest ściśle związane z podsychnaniem soczewek i gromadzeniem się osadów.

Niektóre soczewki zawierają wewnętrzne związki nawilżające – systemy nawilżające, w innych natomiast wykorzystuje się procesy plazmowe do utleniania silikonu na powierzchni, dzięki czemu powstają szkliste wysepki krzemianu, jeszcze w innych stosuje się polimeryzację plazmową, która zapewnia soczewce trwałą, ciągłą, hydrofilną

powierzchnię (technologia modyfikacji powierzchni w plazmie zastosowana w miesięcznych soczewkach Air Optix Aqua) [12].

Podczas noszenia soczewki kontaktowej przednia jej powierzchnia może wysychać między mrugnięciami, co powoduje, że hydrofobowe cząsteczki siloksanów obracają się na zewnątrz, w kierunku tego wysychającego środowiska, tworząc potencjalnie suche obszary. To z kolei przyciąga hydrofobowe osady lipidowe, które się przyczepiają, utleniają i są przyczyną dalszego wysychania [13]. To zjawisko powoduje, że suche obszary na powierzchni soczewki powiększają się, przez co pogarsza się jej zwilżalność i stabilność filmu łzowego.

Pogarszająca się stabilność filmu łzowego w trakcie noszenia soczewek [14] wynika ze wzrostu hydrofobowości powierzchni, co wynika prawdopodobnie ze zwiększenia się ilości osadów. Nash i wsp. [15] określili ilość cholesterolowych i proteinowych osadów na powierzchni używanych soczewek kontaktowych w chwili ich zdejmowania. Z ich badań wynika, że soczewki SiHy z jednorodną powierzchnią modyfikowaną w plazmie mają znaczną przewagę pod względem unikania gromadzenia się osadów na powierzchni soczewki.

Mechanizm ten występuje zatem w tych soczewkach SiHy, które nie mają właściwej modyfikacji powierzchni, a co za tym idzie – obniża komfort ich użytkownika. Soczewki z modyfikacją powierzchni w plazmie cechują się niezmienną zwilżalnością powierzchni i jej lubrykacją.

Z badań wynika, że cechą materiału soczewek kontaktowych, która może mieć znaczenie dla komfortu, jest lubrykacja (inaczej śliskość) powierzchni materiału soczewki kontaktowej. Z tego względu pożądanym zjawiskiem w przypadku każdej soczewki kontaktowej jest uzyskanie na jej powierzchni jak największej lubrykacji.

Jak można zwiększyć lubrykację powierzchni

W soczewkach kontaktowych wykorzystywanych jest kilka mechanizmów zwiększających zwilżalność soczewek oraz mających za zadanie utrzymać hydrofilność powierzchni w trakcie ich noszenia. Poza modyfikacją powierzchni dodaje się również do materiału czynniki zwilżające: alkohol poliwinylowy, poliwinylpirolidon czy kwas hialuronowy. Inne substancje pomagające utrzymać hydrofilność, takie jak hydroksypropylometyloceluloza i glikol polietylenowy, wykazały także poprawę zwilżalności soczewek.

Warto zwrócić szczególną uwagę na ostatnie osiągnięcie w silikonowo-hydrożelowych soczewkach jednodniowych – soczewkę z gradientem uwodnienia (w pomiarach *in vitro* soczewek nowych) – od 33% uwodnienia w środku soczewki do ok. 80% na jej powierzchni [16, 17]. Powierzchnie żelowe, które są minimalnie usieciowane (grubość: 5–6 μm) na powierzchni silikonowo-hydrożelowych soczewek kontaktowych, mają gradację [20]. Sawyer

stwierdził, że powierzchnie żelowe zapewniają lubrykację powierzchni soczewki z bardzo niskimi współczynnikami, co wiąże się z bardzo małym tarcieniem. Soczewki z gradientem uwodnienia (Dailies Total 1) charakteryzują się niezmiennością powierzchni przez cały czas użytkowania, co zapewnia niezmienny komfort.

Wpływ jakości powierzchni soczewek na aspekt kliniczny

Należy powiedzieć, że postęp, jaki dokonał się w nauce i technologii produkcji soczewek kontaktowych, wyeliminował lub zminimalizował wiele komplikacji wynikających głównie ze słabej przepuszczalności tlenu w materiałach, z których produkowano soczewki. Problemy, z którymi boryka się dzisiejsza kontaktologia, związane są jednak z osadzaniem się na soczewce denaturowanych białek lub innych zanieczyszczeń, które wywołują reakcje autoimmunologiczne, podrażnienie mechaniczne spojówki tarczowej lub innych tkanek oka oraz, w niektórych przypadkach, poważny dyskomfort.

Utrata lubrykacji i zwiększone tarcie jako wynik zanieczyszczenia powierzchni soczewki są prawdopodobnie odpowiedzialne za niepożądane reakcje na powierzchni oka. Z tego powodu bardzo istotne jest, by mierzyć tarcie nie tylko w przypadku soczewek fabrycznie nowych, ale także określić, w jaki sposób zmienia się ono w czasie noszenia soczewek i zwiększania się ilości osadów.

Badania naukowe sugerują, że własności powierzchni soczewek kontaktowych dotyczące tarcia mogą być związane także z określonymi obserwowalnymi zjawiskami klinicznymi, m.in. ze zmianami patologicznymi na wewnętrznej powierzchni powiek, z wystąpieniem fałdów spojówki [18]. W końcu zwiększenie tarcia może prowadzić do brodawkowego zapalenia spojówek w wyniku mechanicznego oddziaływania spojówki z powierzchnią soczewki kontaktowej [19].

Olbrzymiobrodawkowe zapalenie spojówek

Olbrzymiobrodawkowe zapalenie spojówek (GPC, *giant papillary conjunctivitis*) jest schorzeniem spowodowanym przez czynniki zarówno mechaniczne, jak i immunologiczne. W mechanizmie powstawania GPC biorą udział komórki tuczne i limfocyty T. Powtarzające się mikro-urazy ułatwiają ekspozycję antygenów z filmu łzowego i z soczewki kontaktowej. Dodatkowo sam uraz na drodze mechanicznej wywołuje degranulację komórek tucznych i związane z tym konsekwencje. Zarówno komórki zapalne, jak i rozpad mastocytów rozpoczynają proces tworzenia się brodawek w zrębie tkanki limfatycznej spojówki.

Olbrzymiobrodawkowe zapalenie umiejscowione jest głównie w spojówce powiekowej górnej. Brodawki drażnią rogówkę, w wyniku czego dochodzi do światłowstrętu. Występuje również decentracja soczewki, która przemieszcza się o 4–5 mm podczas normalnego mrugnięcia, co

spowodowane jest utratą lubrykacji pomiędzy soczewką a powierzchnią powiek.

Brodawkowe zapalenie spojówki wywołane noszeniem soczewek kontaktowych CLPC

Jest to reakcja immunologiczna na soczewkę. Najczęstszym powodem jest mechaniczne drażnienie spojówki powiekowej w trakcie mrugnięć. Z taką sytuacją mamy do czynienia, gdy jest duży współczynnik tarcia między powierzchnią soczewki a wewnętrzną powierzchnią powieki. Dochodzi do tego w momencie, gdy używane są soczewki o słabej zwilżalności powierzchni, wynikającej z dużej ekspozycji silikonu. Stan ten pogłębiać będą dodatkowo soczewki, na których gromadzi się duża ilość osadów lipidowych.

Przyczyną podrażnień spojówki i innych komplikacji związanych z noszeniem soczewek kontaktowych może być również połączenie płynów do ich pielęgnacji z materiałem, z którego wykonane są soczewki. W takich przypadkach istotne jest, aby w trakcie pielęgnacji soczewek nie zalecać formuły no rub, czyli czyszczenia bez pocierania. Tego rodzaju szybsza i łatwiejsza pielęgnacja soczewek nie usuwa wszystkich osadów z powierzchni miękkich soczewek kontaktowych, co może stanowić ważną przyczynę powikłań i infekcji.

Zapalenie błony naczyniowej powieki

Brzeg powieki, pasmo błony śluzowej na wewnętrznym brzegu powieki, jest pierwszą częścią wnętrza powieki mającą podczas mrugnięcia kontakt z powierzchnią oka lub soczewki.

Powtarzające się tarcie o suchą powierzchnię może prowadzić do epiteliopatii brzegów powiek (LWE, *lid-wiper epitheliopathy*), uszkodzenia brzegu powiek, które objawia się barwieniem fluoresceiną lub zielenią lizaminy, i ma ścisły związek z objawami suchego oka [20]. W 2002 r. Korb i wsp. opisali ten stan patologiczny objawiający się pasem zmienionej tkanki zewnętrznej krawędzi spojówki, która porusza się po powierzchni oka. Oszacowano, że u użytkowników soczewek kontaktowych z symptomami suchego oka występował znacznie wyższy odsetek przypadków barwienia krawędzi powieki niż u użytkowników bez tych symptomów [21].

Fałdy spojówkowe równoległe do brzegu powieki

Pult i wsp. opisali ten stan patologiczny jako podkliniczne fałdy w obszarze spojówki gałki ocznej równoległe do dolnej krawędzi powieki (LIPCOF, *lid-parallel conjunctival folds*) [22].

Prawdopodobna etiologia obu stanów, LWE i LIPCOF, jest mechaniczna, a w przypadku LWE spojówka tarczowa podlega zwiększonemu tarceniu (czyli zmniejszonej lubrykacji powierzchni soczewki kontaktowej), powodującemu mikrourazy komórek nabłonka. Ten stan może się pogor-

szyć na skutek braku lubrykacji łzami. Wymienione stany oraz inne – bardziej subtelne, występujące razem z GPC – wydają się mieć związek ze zmniejszoną lubrykacją, co powoduje symptomy dyskomfortu i suchości oka.

Po przeanalizowaniu powyższych patologii jednoznacznie można stwierdzić, że jakość powierzchni soczewek kontaktowych ma znaczny wpływ na występowanie patologii w trakcie użytkowania soczewek kontaktowych, a co za tym idzie – również na komfort, który jest tak istotny dla pacjentów.

PODSUMOWANIE

W ostatnich latach wiele zmieniło się w świecie kontaktologii, ważność tlenoprzepuszczalności wydaje się oczywista dla każdego specjalisty. Pojawienie się nowych materiałów postawiło jednak nowe wyzwania, które nie do końca i wystarczająco są przez wszystkich zrozumiane.

Zajmując się soczewkami kontaktowymi, wybierając odpowiedni produkt dla naszych pacjentów, powinniśmy brać pod uwagę nie tylko parametry, takie jak krzywizna czy konstrukcja soczewek, ale również zastanowić się nad charakterystyką danej powierzchni. Należy również pamiętać o tym, jak dana powierzchnia będzie się zachowywała

podczas całego czasu użytkowania u konkretnego pacjenta, ponieważ w przypadku pacjentów z zatłuszczonym filmem łzowym soczewki z dużą ekspozycją silikonu na powierzchni mogą tylko pogłębiać dyskomfort związany z suchością.

Wydaje się, że ostatnie badania jednoznacznie określają, iż im większa lubrykacja powierzchni, tym lepiej zarówno dla bezpieczeństwa, jak i komfortu tej metody korekcji.

Powinniśmy jednak pamiętać również o istotności pielęgnacji, a wiąże się z tym też dopasowanie odpowiedniego systemu pielęgnacji do indywidualnych wymagań pacjenta, jak i soczewki, którą zaaplikowaliśmy. Nowoczesne płyny do pielęgnacji poza najważniejszym zadaniem, czyli dezynfekcją, są również dostosowane do wymagań użytkowników współczesnych soczewek kontaktowych, czyli zarówno doskonale usuwają osady lipidowe, jak i wspomagają nawilżenie soczewek.

ADRES DO KORESPONDENCJI

Mgr Paulina Figura

Alcon Polska Sp. z o.o.

02-674 Warszawa, ul. Marynarska 15

e-mail: paulina.figura@alcon.com

Piśmiennictwo

- Nichols JJ. Contact Lenses 2008. *Contact Lens Spectrum* 2009; 24: 24-32.
- Young G, Veys J, Pritchard N, et al. A multi-centre study of lapsed contact lens wearers. *Ophthalmic Physiol Opt* 2002; 22(6): 516-527.
- Bontempo AR, Rapp J. Protein and lipid deposition onto hydrophilic contact lenses in vivo. *CLAO J* 2001; 27(2): 75-80.
- Rumpakis J. New data on contact lens dropouts: An international perspective. *Review of Optometry* 2010 [online: http://www.revoptom.com/content/d/contact_lenses_and_solutions/c/18929] (dostęp: 15.01.2010).
- Dumbleton K, Woods CA, Jones LW, et al. The impact of contemporary contact lenses on contact lens discontinuation. *Eye Contact Lens* 2013; 39(1): 93-99.
- Fonn D, Situ P, Simpson TL. Hydrogel lens dehydration and subjective comfort and dryness ratings in symptomatic and asymptomatic contact lens wearers. *Optom Vis Sci* 1999; 76(10): 700-704.
- Nichols JJ, Jones L, Nelson JD, et al. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: Introduction. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013 October; 54: TFOS1-TFOS6 [doi:10.1167/iops.13-13195].
- Nichols JJ, Willcox MDP, Bron AJ, et al. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: Executive Summary. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013 October; 54: TFOS7-TFOS13 [doi:10.1167/iops.13-13212].
- Morgan PB, Woods CA, Tranoudis IG, et al. International contact lens prescribing in 2011. *Contact Lens Spectrum* 2012; 27(1): 26-31.
- Pritchard N, Fonn D. Dehydration, lens movement and dryness ratings of hydrogel contact lenses. *Ophthalmic Physiol Opt* 1995; 15(4): 281-286.
- Zhao Z, Carnt NA, Aliwarga Y, et al. Care regimen and lens material influence on silicone hydrogel contact lens deposition. *Optom Vis Sci* 2009; 86(3): 251-259.
- Tighe B. Silicone hydrogels: Structure, properties and behaviour. In: *Silicone Hydrogels: Continuous Wear Contact Lenses*. Sweeney D (ed.). Butterworth-Heinemann, Oxford 2004: 1-27.

13. Panaser A, Tighe BJ. Function of lipids – their fate in contact lens wear: an interpretive review. *Cont Lens Anterior Eye* 2012; 35(3): 100-111.
14. Dogru M, Ward SK, Wakamatsu T, et al. The effects of 2 week senofilcon-A silicone hydrogel contact lens daily wear on tear functions and ocular surface health status. *Cont Lens Anterior Eye* 2011; 34(2): 77-82.
15. Nash W, Gabriel M, Mowrey-Mckee M. A comparison of various silicone hydrogel lenses; lipid and protein deposition as a result of daily wear. *Optom Vis Sci* 2010; 87(e-abstract: 105110).
16. Pruitt J, Qiu Y, Thekveli S, et al. Surface characterization of a water gradient silicone hydrogel contact lens (delefilcon A). *Invest Ophthal Vis Sci* 2012; 53. E-abstract 6107.
17. Sawyer WG. Lubricity in high water content surface gel layers. *Optom Vis Sci* 2012; 89. E-abstract 125089.
18. Berry M, Pult H, Purslow C, et al. Mucins and ocular signs in symptomatic and asymptomatic contact lens wear. *Optom Vis Sci* 2008; 85(10): E930-938.
19. Pult H, Purslow C, Berry M, et al. Clinical tests for successful contact lens wear: relationship and predictive potential. *Optom Vis Sci* 2008; 85(10): E924-929.
20. Donschik PC. Contact lens chemistry and giant papillary conjunctivitis. *Eye Contact Lens* 2003; 29(1 suppl.): S37-9; dis.: S57-9, S192-4.
21. Korb DR, Greiner JV, Herman JP, et al. Lid-wiper epitheliopathy and dry-eye symptoms in contact lens wearers. *CLAO J* 2002; 28(4): 211-216.
22. Pult H, Purslow C, Berry M, et al. Clinical tests for successful contact lens wear: relationship and predictive potential. *Optom Vis Sci* 2008; 85(10): E924-929.