

Pomiar menisku łzowego z wykorzystaniem keratografu i optycznej koherentnej tomografii



Foto: archiwum Autorki



Foto: archiwum Autorki



Foto: archiwum Autora



Foto: archiwum Autora

Mgr KINGA ZALEWSKA¹, lic. DOMINIKA KALWA¹, mgr PATRYK MŁYNIUK², prof. dr hab. n. med. BARTŁOMIEJ J. KAŁUŻNY²

¹ Koto Naukowe Optometrii Oculus, Klinika Okulistyki i Optometrii, Collegium Medicum w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

² Klinika Okulistyki i Optometrii, Katedra Chorób Oczu, Collegium Medicum w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

Artykuł został przygotowany na podstawie pracy magisterskiej, stworzonej pod kierunkiem prof. dr. hab. n. med. Bartłomieja J. Kałużnego, Collegium Medicum w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, 2020.

Streszczenie

Cel: Porównanie keratografu i optycznej koherentnej tomografii do pomiaru wysokości menisku łzowego dolnego w populacji osób zdrowych. Ocena korelacji wysokości menisku łzowego dolnego z następującymi parametrami: płeć, wiek, ankieta OSDI, test Schimera.

Metodyka: Badania przeprowadzono na 200 zdrowych oczach w Poradni Okulistycznej i Kliniki Okulistyki i Optometrii w Szpitalu Uniwersyteckim nr 2 im. dr. J. Bizuela w Bydgoszczy. Do badania włączono 100 osób w wieku 18–75 lat (średni wiek: 61 lat). Następnie u każdego badanego została zmierzona wysokość menisku łzowego dolnego za pomocą keratografu Oculus 4 oraz DRI OCT Triton (Topcon), po pięć pomiarów dla każdego oka. Uzupełniająco każdy z pacjentów odpowiedział na 12 pytań z ankiety OSDI.

Wyniki: Średni pomiar wysokości menisku łzowego dolnego u populacji osób zdrowych wykonany za pomocą OCT dla OP wynosił $266,55 \pm 65,02 \mu\text{m}$, natomiast dla OL $263,46 \pm 67,62 \mu\text{m}$. Natomiast średni pomiar u populacji osób zdrowych z wykorzystaniem keratografu dla OP wynosił $235,06 \pm 43,83 \mu\text{m}$, natomiast dla OL $234,40 \pm 42,41 \mu\text{m}$. Zauważono, że wysokość menisku łzowego dolnego jest wyższa u kobiet niż u mężczyzn zarówno w OCT, jak i w keratografie. Odnotowano niską zależność między wiekiem pacjentów oraz ankietą OSDI a wysokością dolnego menisku łzowego OP i OL zmierzoną za pomocą OCT i keratografu. Zależność między testem Schimera a wysokością menisku łzowego dolnego wykazała umiarkowane podobieństwo dla OP i OL, zarówno w OCT, jak i keratografie.

Wnioski: Wysokość menisku łzowego dolnego mierzonego za pomocą OCT jest wyższa niż wysokość uzyskana za pomocą keratografu. Z analizy wysokości menisku łzowego dolnego pacjentów można stwierdzić, że zarówno wiek pacjenta, jak i wynik ankiety OSDI nie mają istotnego związku z badanym parametrem.

Abstract

Aim: Comparison of two methods – with the use of a keratograph and optical coherence tomography – as the methods for measuring the highest of the inferior tear meniscus in the examined group of healthy people. Evaluation of the correlation of the inferior tear meniscus's height with the following parameters: gender, age, OSDI questionnaire, Schirmer's test.

Methods: The study was conducted on 200 eyes. The query took place at the Ophthalmology and Optometry Clinic at the University Hospital No. 2 dr J. Bizuela in Bydgoszcz, and included 100 persons aged 18–75 (the average age: 61 years old). Then the height of the inferior tear meniscus was measured for each of the examined people using keratograph Oculus 4 and DRI OCT Triton (Topcon), after five measurements for each eye. Complementary, each patient had answered 12 questions from the OSDI questionnaire.

Results: The average measurement of the height of the inferior tear meniscus in a population of healthy people with OCT for OP was $266,55 \pm 65,02 \mu\text{m}$, for OL $263,46 \pm 67,62 \mu\text{m}$. Keratograph for OP was $235,06 \pm 43,83 \mu\text{m}$, next to OL $234,40 \pm 42,41 \mu\text{m}$. It was noted that the tear meniscus heights are higher for women than for men in both OCT and keratography methods. There was a weak correlation between the age of people and the OSDI questionnaire, and the height of the OP and OL inferior tear meniscus measured by OCT and keratograph. Correlation between the Schirmer's test and the height of the inferior tear meniscus showed a moderate similarity for OP and OL in both OCT and keratograph.

Conclusions: The result of the height of the inferior tear meniscus measured in OCT is higher than the height obtained by using the keratograph. The analysis of the results of the inferior tear meniscus's height shows that neither the age of the patient nor the result of the OSDI questionnaire has a significant correlation with the size of the measurement.

Wstęp

Współczesny tryb życia, a w szczególności praca przy komputerze powodują, że coraz więcej pacjentów odczuwa dyskomfort związany z nieprawidłowym funkcjonowaniem filmu łzowego. Osoby te najczęściej skarżą się na suchość oczu, uczucie piasku pod powiekami, ale także na pieczenie oraz nadmierne łzawienie. Film łzowy ma kluczowe znaczenie dla ochrony powierzchni oka, kształtowania i zachowania gładkiej powierzchni refrakcyjnej rogówki oraz transportowania produktów metabolicznych. Mianem zespołu suchego oka (ZSO) określa się wieloczynnikową chorobę powierzchni oka charakteryzującą się utratą homeostazy filmu łzowego z towarzyszącymi objawami ocznymi, w etiologii której istotną rolę odgrywają takie czynniki, jak niestabilność i hiperosmolarność filmu łzowego, stan zapalny i uszkodzenie struktur powierzchni oka oraz nieprawidłowości neurosensoryczne [1]. ZSO jest zaburzeniem związanym z wiekiem. Często towarzyszy chorobom autoimmunologicznym, dotyczy przede wszystkim osób pracujących przy monitorach ekranowych, a także pacjentów po laserowych zabiegach refrakcyjnych rogówki oraz po fakoemulsyfikacji zaćmy.

Klasyfikacja ZSO oparta na patofizjologii:

- a. postać związana z niedoborem warstwy łzowej (ang. *aqueous deficient dry eye*, ADDE), będąca konsekwencją zaburzeń czynności gruczołu łzowego;
- b. postać związana z nadmiernym parowaniem łez (ang. *evaporative dry eye*, EDE) – przeważająca postać ZSO, obejmująca przyczyny związane zarówno z powiekami (dysfunkcja gruczołów Meiboma lub zaburzenia mrugania), jak i z powierzchnią oka;
- c. postać mieszana [1,2].

Prawidłowa osmolarność filmu łzowego wynosi od 270 do 315 mOsm/L. U osób z zespołem suchego oka odnotowano wyniki między 311 a 360 mOsm/L. Zwiększona osmolarność filmu łzowego to bardzo ważny wykładnik związany z zaburzeniami filmu łzowego. Wpływ na osmolarność mają wewnętrzne i zewnętrzne czynniki: charakter warstwy tłuszczowej filmu łzowego, stopień uwodnienia ciała, czynniki środowiskowe oraz częstotliwość mrugania. Prawidłowe wydzielanie łez przez gruczoły Meiboma zabezpiecza przed nadmiernym parowaniem filmu łzowego. Gdy jakość tej wydzieliny nie jest właściwa bądź jej ciągłość przerwana, parowanie łez jest większe i ich osmolarność podnosi się. Poprzez mruganie dochodzi do odnowy filmu łzowego. Wzrost osmolarności wynika z wydłużonych odstępów między mrugnięciami. Zmniejszenie częstotliwości mrugania można zaobserwować podczas wykonywania codziennych czynności wzrokowych, takich jak: korzystanie z monitorów ekranowych, komputerowych i innych urządzeń multimedialnych oraz czytanie, a także podczas przeprowadzania operacji przez chirurgów [3–5].

Głównym celem badania było ustalenie średniej wysokości menisku łzowego dolnego (ang. *tear meniscus height*, TMH) w badanej populacji osób zdrowych za pomocą technologii OCT. Pierwotnie wyznaczono średnią wysokość menisku łzowego dolnego w badanej populacji osób zdrowych za pomocą keratografu, a otrzymane wyniki porównano z pomiarami uzyskanymi za pomocą OCT. Zwrócono uwagę również na korelację średniej wysokości menisku łzowego z innymi badanymi parametrami, takimi jak: płeć, wiek, ankieta OSDI, test Schirmera.

Metodyka

Grupa badana

Pomiar menisku łzowego za pomocą OCT i keratografu oraz test Schirmera wykonano u 100 pacjentów Poradni Okulistycznej i Kliniki Okulistycznej i Optometrii w Szpitalu Uniwersyteckim nr 2 im. dr. J. Bizuela w Bydgoszczy. Byli to pacjenci w przedziale wiekowym 18–75 lat. Osoby te były zdrowe, nie zgłaszały chorób powierzchni oka i jego aparatu ochronnego ani ogólnoustrojowych, które mogłyby mieć wpływ na otrzymane wyniki. Przed rozpoczęciem planowanych analiz została uzyskana od wszystkich pacjentów świadoma i dobrowolna zgoda na udział w badaniu.

Aparatura i procedury

Na początku u każdego pacjenta zostało wykonane rutynowe badanie wzroku przez lekarza okulistę. Następnie przeprowadzono badania diagnostyczne, które są standardową procedurą wykonywaną u pacjentów i wynikają z działań Kliniki. Osobom spełniającym kryteria zaproponowano możliwość przystąpienia do badań powierzchni oka. W tym celu przekazano im kartę informacyjną oraz pobrano od nich świadomą zgodę na przeprowadzenie badania. Kolejno, za pomocą urządzenia OCT, był mierzony istotny parametr w ocenie ilościowej łez, jakim jest wysokość dolnego menisku łzowego. Pomiar ten wykonano przy użyciu aparatu DRI OCT Triton marki Topcon. Dla każdego oka dokonano pięć pomiarów – pionowe skany w centrum i przy brzegu powieki dolnej. Skanowanie rozpoczynało się dwie sekundy po mrugnięciu. Aby jakość wyników była jak najlepsza, pomiary były wykonywane przez jedną osobę, na określonym urządzeniu – ręcznie, specjalną miarką stworzoną w programie komputerowym. Na dokładność badania miała również wpływ odpowiednia pozycja pacjenta, która zapewniała prawidłowe przyłożenie brody i czoła do ramki.

W następnej kolejności mierzono wysokość menisku łzowego za pomocą aparatu keratograf 4 firmy Oculus (Oculus Optikgeräte GmbH). Po prawidłowym ustawieniu ostrości na menisku łzowym, osoba badana była proszona o zaprzestanie mrugania. Podczas tej metody wysokość menisku łzowego była mierzona ręcznie za pomocą linijki. W tym urządzeniu istotne było również odpowiednie pozycjonowanie głowy pacjenta, podobnie jak w przypadku OCT. Dodatkowym elementem, który miał wpływ na odpowiednie ustawienie oczu, był punkt fiksacyjny, mieszczący się w centralnej części czaszy keratografu.

Kolejnym etapem badania było wykonanie testu Schirmera. Wprowadzano po jednej kropli środka znieczulającego Alcaine do każdego z oczu pacjenta, aby ocenić podstawowe wydzielanie łez (Schirmer II). Podczas tego testu wykorzystano bibuły Whatmana nr 1 o szerokości 5 mm z wycięciem na końcówkach. Lekko zgięty pasek bibuły umieszczano w worku spojówkowym w 1/3 zewnętrznej powieki i pozostawiano na pięć minut. Osoba badana podczas wykonywania testu musiała patrzeć na wprost. Niewskazane było zamykanie oczu oraz powstrzymywanie się od mrugania. Końcowym wynikiem testu była długość, na jakiej pasek uległ zwilżeniu.

Pacjenci wypełnili także ankiety OSDI, które zostały przeprowadzone w celu diagnostyki i oceny nasilenia dolegliwości suchego oka. Ankieta składała się z 12 pytań, które dotyczyły objawów subiektywnych, oceniały ich wpływ na jakość widzenia oraz obejmowały czynniki śro-

dowiskowe mogące powodować objawy związane z ZSO. W ankiecie były zawarte pytania m.in. o suchość oczu podczas użytkowania komputera czy prowadzenia auta.

Analiza statystyczna

Do analizy statystycznej włączono 200 oczu, które zostały poddane pomiarom wysokości menisku łzowego za pomocą OCT i keratografu. Niezbędne dane i parametry zostały zebrane w programie MS Excel. Analiza statystyczna tych danych została przeprowadzona w programach MS Excel i Statistica 13, w której wykorzystano następujące testy statystyczne: współczynnik korelacji liniowej Pearsona oraz test t-studenta.

Wyniki

W badaniu wzięło udział 100 pacjentów, których średnia wieku wynosi 61 lat. 69% pacjentów z okresu wczesnej starości stanowiły kobiety, a pozostałe 31% to mężczyźni. Średni wynik ankiety OSDI wyniósł 17,87, natomiast w teście Schirmera pasek zwilżył się średnio na długość 9,90 mm dla oka prawego oraz 10,16 mm dla oka lewego (tab. 1).

Liczba pacjentów	Płeć	Wiek [lata]	Kwestionariusz OSDI	Test Schirmera oko prawe [mm]	Test Schirmera oko lewe [mm]
100	K 69 M 31	60,94 ± 19,10	17,87 ± 12,93	9,90 ± 2,86	10,16 ± 3,05

Tab. 1. Charakterystyka grupy badanej

W badaniu wykonano i zebrano wyniki pomiaru wysokości menisku łzowego dolnego wykonane za pomocą OCT dla oka prawego i lewego. Średnia wysokość menisku łzowego dolnego wyniosła dla OP 269,69 μm , a dla OL 265,63 μm (tab. 2).

	Oko prawe					Oko lewe				
	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3	Pomiar 4	Pomiar 5	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3	Pomiar 4	Pomiar 5
Średnia	264,94	267,32	269,69	266,67	264,11	263,79	265,63	262,91	262,65	262,31
Maksimum	533	550	627	578	501	490	520	482	501	551
Minimum	128	109	134	144	134	108	113	110	116	111
Odchylenie standardowe	64,72	71,97	74,35	71,85	64,15	71,53	71,96	66,40	67,11	69,62

Tab. 2. Wyniki pomiaru wysokości menisku łzowego w OCT

Kolejno, za pomocą keratografu, wykonano pomiary wysokości menisku łzowego dolnego dla oka prawego i lewego. Najwyższy średni pomiar dla OP wyniósł 236,90 μm , a dla OL 265,45 μm (tab. 3).

	Oko prawe					Oko lewe				
	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3	Pomiar 4	Pomiar 5	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3	Pomiar 4	Pomiar 5
Średnia	236,90	236,30	233,00	232,70	236,40	262,79	264,53	262,71	252,79	265,45
Maksimum	490	390	380	340	400	483	524	484	501	555
Minimum	150	120	120	130	130	105	115	107	110	117
Odchylenie standardowe	47,01	47,69	45,85	42,78	46,85	66,65	68,40	65,44	67,11	72,63

Tab. 3. Wyniki pomiaru wysokości menisku łzowego w keratografie

Pomiary wysokości menisku łzowego uzyskane metodą OCT były wyższe niż w przypadku keratografu. Średnia różnica pomiaru dla oka prawego to 31,49 μm , a dla lewego 29,06 μm (tab. 4).

	Porównanie wyników pomiaru wysokości menisku łzowego					
	Oko prawe			Oko lewe		
	Pomiar keratograf	Pomiar OCT	Δ keratograf / OCT	Pomiar keratograf	Pomiar OCT	Δ keratograf / OCT
Średnia	235,06	266,55	-31,49	234,40	263,46	-29,06
Odchylenie standardowe	43,83	65,02	56,55	42,41	67,62	54,16

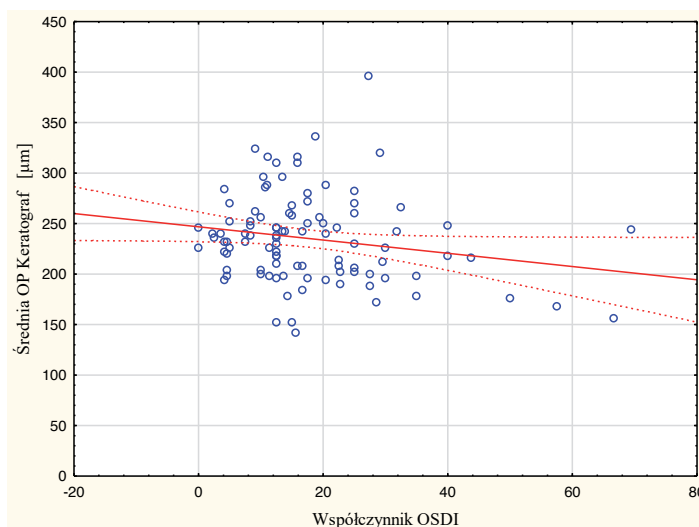
Tab. 4. Wyniki pomiaru menisku łzowego w keratografie i w OCT

Różnica średniej wysokości menisku łzowego dolnego pomiaru keratografem a OCT dla OP i OL jest istotna statystycznie ($p < 0,001$).

Dokonana została także ocena korelacji średniej wysokości menisku łzowego zmierzonego w OCT oka prawego ze średnią wysokością menisku łzowego w keratografie oka prawego. Wielkość współczynnika korelacji Pearsona dla wysokości menisku łzowego oka prawego zmierzonego w OCT a wysokością menisku łzowego w keratografie wynosi 0,400 ($p < 0,001$) i jest ona umiarkowana.

Analizie została poddana zależność średniej wysokości menisku łzowego zmierzonego w OCT oka lewego od średniej wysokości menisku łzowego w keratografie oka lewego. Wielkość współczynnika korelacji Pearsona wynosi 0,599 ($p < 0,001$) i jest ona umiarkowana.

Rozkład wysokości menisku łzowego dolnego w zależności od płci przedstawia wykres 1.



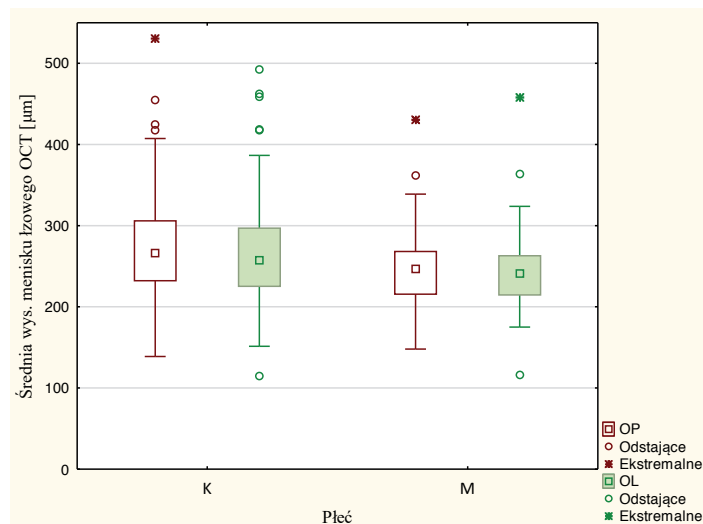
Wykres 1. Wykres oceny średniej wysokości menisku łzowego w OCT dla oka prawego i oka lewego w zależności od płci pacjentów

Analiza statystyczna nie wykazała istotnej różnicy pomiędzy wynikiem średniej wysokości menisku łzowego dolnego zmierzonego w OCT a płcią. Dla OP $p = 0,92$, a dla OL $p = 0,117$. Taką analizę statystyczną sporządzono również dla keratografu, w którym także nie występowała istotna różnica: OP $p = 0,126$, a dla OL $p = 0,101$.

Następnie ocenie została poddana zależność średniej wysokości menisku łzowego obojga oczu zmierzonego w keratografie od wieku pacjenta. Wielkość współczynnika korelacji Pearsona dla średniej wysokości menisku łzowego zmierzonego w keratografie oka prawego a wiekiem pacjenta wynosi $-0,027$ ($p < 0,001$). Natomiast wielkość tego współczynnika korelacji dla oka lewego wynosi $-0,075$

($p < 0,001$). W obu przypadkach korelacja jest słaba. Dokonana została także ocena korelacji średniej wysokości menisku łzowego zmierzonego w OCT a wiekiem pacjenta. Wielkość współczynnika korelacji Pearsona dla średniej wysokości menisku łzowego zmierzonego w OCT a wiekiem pacjenta wynosi dla OP 0,076 ($p < 0,001$), a dla OL 0,053 ($p < 0,001$). Korelacja w obu przypadkach jest słaba.

Przeanalizowano także zależność współczynnika OSDI od średniej wysokości menisku łzowego w keratografie dla oka prawego i lewego. Wykres 2 ilustruje powyższą korelację dla oka prawego.



Wykres 2. Wykres korelacji pomiędzy współczynnikiem OSDI a średnią wysokością menisku łzowego w keratografie oka prawego

Wielkość współczynnika korelacji Pearsona dla współczynnika OSDI ze średnią wysokością menisku łzowego w keratografie dla oka prawego wynosi $-0,193$ ($p < 0,001$), a dla oka lewego $-0,160$ ($p < 0,001$). W obu przypadkach korelacja jest słaba. Zbadano również tę samą zależność przy wykorzystaniu urządzenia OCT. Wielkość współczynnika korelacji Pearsona wynosiła dla OP $-0,074$ ($p < 0,001$), a dla OL $-0,103$ ($p < 0,001$). Korelacja w obu przypadkach jest słaba.

Wykonana została także ocena korelacji średniej wysokości menisku łzowego zmierzonego w keratografie z testem Schirmera. Wielkość współczynnika korelacji Pearsona między średnią wysokością menisku łzowego zmierzonego w keratografie oka prawego a testem Schirmera oka prawego wynosi $0,454$ ($p < 0,001$), natomiast dla oka lewego $0,528$ ($p < 0,001$). Korelacja w obu przypadkach jest umiarkowana. Przeanalizowano także tę samą zależność, ale przy wykorzystaniu urządzenia OCT. Wielkość współczynnika korelacji Pearsona dla średniej wysokości menisku łzowego zmierzonego w OCT oka prawego z testem Schirmera oka prawego wynosi $0,457$ ($p < 0,001$), zaś dla oka lewego $0,52$ ($p < 0,001$). W obu przypadkach korelacja jest umiarkowana.

Skupiono się też na ocenie różnic w wysokości menisku łzowego dolnego w zależności od płci. Analiza statystyczna nie wykazała istotnej różnicy pomiędzy wynikiem średniej wysokości menisku łzowego dolnego zmierzonego w OCT a płcią dla oka prawego ($p = 0,92$) i dla oka lewego ($p = 0,117$). Oceniono też tę samą zależność w keratografie. Wyniki były następujące: OP $p = 0,126$, a dla OL $p = 0,101$.

Końcowo, ocenie poddano współczynniki OSDI oraz testu Schirmera dla OP i OL w zależności od płci pacjenta. Nie wykazano istotności statystycznej zarówno dla współczynnika OSDI w zależności od płci ($p = 0,160$), jak i pomiędzy wynikiem testu Schirmera w oku prawym ($p = 0,702$) i w oku lewym ($p = 0,890$).

Dyskusja

W pracy zbadano wysokość menisku łzowego w populacji zdrowych osób. Pomiar przeprowadzono za pomocą dwóch metod, wykorzystując OCT i keratograf. Grupa badana jest reprezentowana w większości przez osoby z okresu wczesnej starości, gdyż takie osoby częściej wykonują badania przesiewowe.

Średni wynik ankiety OSDI wśród badanych wyniósł 17,87. Na podstawie tych wyników można określić, że pacjenci mają łagodne objawy ZSO. Wynik testu zawiera się w skali od 0 do 100. Im wyższa wartość, tym większe nasilenie objawów. Wynik od 0 do 12 oznacza wyniki prawidłowy, 13–22 świadczy o łagodnym ZSO, 23–32 określany jest jako umiarkowany ZSO, natomiast 33–100 to ciężki ZSO. W ankiecie były zawarte pytania odnoszące się do jakości życia w danych warunkach oraz podczas wykonywania czynności życia codziennego. Część ankietowanych napotykała problemy z uzupełnieniem odpowiedzi. Trudność pojawiała się z odpowiednim ustaleniem skali nasilenia symptomów czy przypisaniem dolegliwości do objawów ZSO.

Za pomocą urządzenia OCT został zmierzony istotny parametr w ocenie ilościowej łez, jakim jest wysokość dolnego menisku. Zbadana korelacja pomiędzy OP a OL wykazuje wysoką zależność. Wyniki u danej osoby były powtarzalne i porównywalne. Zauważono dużą zależność pomiędzy pomiarem oka prawego i oka lewego. Świadczy to o tym, że objawy ZSO występują równomiernie dla obu oczu.

Kolejnym urządzeniem, na którym przeprowadzono badania, był keratograf. Wyniki między OP a OL były do siebie bardzo zbliżone. Niestety, wadą tego urządzenia jest niska dokładność, wynosząca tylko $10 \mu\text{m}$. Menisk łzowy w tym przypadku był mierzony ręcznie za pomocą linijki. W tym urządzeniu wyniki były również uzależnione od pozycjonowania głowy, podobnie jak w przypadku OCT. Dodatkowym elementem, który miał wpływ na odpowiednie ustawienie oczu, był punkt fiksacyjny, który mieścił się w centralnej części czaszy keratografu. Keratograf Oculus 4 jako nowa bezkontaktowa technologia może zapewnić dobrej jakości obraz dolnego menisku łzowego, jednakże badanie w dużej mierze oparte jest na wyznaczeniu wysokości menisku mierzonym ręcznie, co może powodować niedokładność urządzenia. Wynik nie jest tak dokładny jak w OCT. Warto zauważyć, że poproszono uczestników badania o mrugnięcie okiem, po czym natychmiast zostało wykonane zdjęcie obrazu filmu łzowego. Pomiar jest wykonywany zaraz po mrugnięciu, aby rozprzeczony film łzowego było prawidłowe. Opóźnione mruganie może spowodować mniejszy wzrost i objętość łez. Jednakże obiektywna i niezawodna ocena suchego oka jest utrudniona. ZSO ma liczne objawy i czasem trudno znaleźć znaczące korelacje pomiędzy objawami klinicznymi a subiektywnymi. Nie ma wyznaczonego złotego standardu do diagnozy ZSO.

Jak już wcześniej wspomniano, menisk łzowy dolny został mierzony dwoma metodami. Porównując średnie wyniki zarówno dla OP, jak i OL, można zauważyć zależność, że wysokość menisku łzowego dolnego w keratografii jest niższa niż w OCT. Wynik był istotny statystycznie. Pomiary za pomocą keratografu są obciążone większym błędem, wykorzystana do tego linijka jest mniej precyzyjna, przez co czas badania był wydłużony. Jako że badanie w keratografii było wykonywane w drugiej kolejności, skupienie pacjenta mogło być mniejsze oraz pojawiało się zmęczenie.

Poddano analizie korelacje między wysokością dolnego menisku łzowego a płcią i wiekiem. Można zauważyć, że wysokość menisku dolnego jest większa u kobiet niż u mężczyzn. Wynik ten pokrywa się zarówno dla OP, jak i OL. Odnotowano słabą korelację między wiekiem pacjentów a wysokością dolnego menisku łzowego OP i OL. W obecnych czasach na ilość też wpływa m.in. higiena oczu czy sposób spędzania wolnego czasu. W związku z uzyskanymi wynikami wiek nie odgrywa roli przy pojawieniu się ZSO.

Ocenie poddano również korelację między kwestionariuszem OSDI a wysokością dolnego menisku łzowego. Otrzymane wyniki sugerują niską zależność wyniku ankiety z mierzonym parametrem. Jak już wcześniej wspomniano, ankieta ta nie była w pełni zrozumiana przez pacjentów i była trudna do rzeczywistej oceny dolegliwości ZSO. W ankiecie były zawarte pytania o użytkowanie komputera czy prowadzenie auta, a seniorzy najczęściej nie wykonują danych czynności. Ostatnim etapem badania było przeprowadzenie tego kwestionariusza, co skutkowało mniejszą koncentracją osoby badanej i przełożyło się na jakość odpowiedzi. Z badań przeprowadzonych w 2012 roku przez Czajkowskiego i współpracowników wynikała umiarkowana korelacja między ankietą OSDI a wysokością menisku łzowego dolnego. Wynosiła ona tylko $-0,417$ ($p < 0,0006$) [14,15].

Dokonana została także ocena korelacji między testem Schirmera a średnią wysokością dolnego menisku łzowego. Wyniki wykazały umiarkowaną zależność dla OP i OL zarówno w OCT, jak i keratografii. Dla OCT w OP $p = 0,457$ ($p < 0,001$) i jest ona umiarkowana oraz dla OL $p = 0,52$ ($p < 0,001$) i jest ona również umiarkowana. Z badań dla keratografu otrzymano następujące wyniki: OP $p = 0,454$ ($p < 0,001$) i jest ona umiarkowana, dla OL $p = 0,528$ ($p < 0,001$) i jak poprzednio jest ona umiarkowana. Test Schirmera był przeprowadzany ze znieczuleniem, aby zmierzyć podstawowe wydzielanie łez. Jest wiele spekulacji na temat korelacji między testem Schirmera a pomiarem wysokości menisku dolnego łzowego. W 1991 roku Khurana i współpracownicy odnotowali dodatnią korelację między testem Schirmera a wysokością menisku dolnego $p = 0,443$ ($p < 0,001$) [16]. Savini także zaobserwował znaczący związek między niższym TMH oszacowanym przez OCT, a zmodyfikowanym testem Schirmera u osób z ZSO [16,17]. Dodatkowo Ibrahim i inni potwierdzili znaczącą, dodatnią korelację ($p = 0,445$, $p < 0,001$). Z kolei Wang ze swo-

im zespołem uzyskali odmienne wyniki. Obniżony poziom TMH zmierzony przez keratograf przez Doughty i współpracowników również nie znalazł związku z testem Schirmera. Wyniki menisku są oczywiście bardzo zmienne i zależą od wielu czynników oraz od metodologii. Według Wanga jednym z powodów jest wykonanie pomiaru przed mrugnięciem lub po mrugnięciu, dlatego też pomiar powinien zostać wykonany tuż po mrugnięciu przez pacjenta, a nie 3–4 sekundy po, aby wynik był jak najbardziej wiarygodny [15–17].

Wnioski

Na podstawie zebranych wyników wysokości menisku łzowego dolnego oraz przeprowadzonej analizy statystycznej wyciągnięto następujące wnioski:

- W badanej populacji osób zdrowych średnia wysokość dolnego menisku łzowego mierzona OCT (DRI OCT Triton, marka Topcon) wynosi $265 \pm 66,32 \mu\text{m}$ i nie wykazuje znacznych różnic pomiędzy OP i OL.
- W badanej populacji osób zdrowych średnia wysokość dolnego menisku łzowego wyliczona za pomocą Oculus Keratograph wynosi $234,73 \pm 43,12 \mu\text{m}$ i również nie wykazuje znacznych różnic pomiędzy OP i OL.
- Wiek pacjenta nie ma istotnego wpływu na wielkość pomiaru wysokości menisku łzowego dolnego.
- Przeprowadzona ankieta OSDI w badaniu wykazuje niską korelację z wysokością menisku łzowego dolnego.
- W badanej populacji osób zdrowych wykazano umiarkowaną korelację pomiędzy testem Schirmera a wysokością menisku łzowego dolnego mierzonego za pomocą obu wykorzystywanych technologii.
- Nie wykazano różnic w wynikach testu Schirmera pomiędzy OP i OL ($p = 0,119$).

Piśmiennictwo

1. I. Grabska-Liberek, E. Mrukwa-Kominek, J. Szaflik. *Wytyczne Polskiego Towarzystwa Okulistycznego dotyczące diagnostyki i leczenia Zespołu Suchego Oka*. 2017: 1–5
2. D. Szczęśna. *Badania i ocena kinetyki filmu łzowego za pomocą interferometrii – rozprawa doktorska*. Gliwice 2008: 14–18
3. H.M. Serra, M.F. Suárez. *Handbook of Nutrition Diet and the Eye*. 1st edition, Elsevier 2019: 6–9
4. D.A. Dartt, M.D. Willcox. Complexity of the tear film: Importance in homeostasis and dysfunction during disease. *Experimental Eye Research* 2013: 1–3
5. R.A. Armstrong, R.C. Cubbbidge. *Handbook of Nutrition Diet and the Eye*. 2nd edition, Elsevier 2019: 8–11
6. S.J. Duker, K.N. Waheed, R.D. Goldman, I. Grabska-Liberek. *Optyczna koherentna tomografia*. Edra Urban&Partner, Wrocław 2016: 2–3
7. J.A. Izatt, M.R. Hee, E.A. Swanson i wsp. Micrometer-scale resolution imaging of the anterior eye in vivo with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 1994; 112: 1584–1589
8. D. Huang, E.A. Swanson, C.P. Lin i wsp. Optical coherence tomography. *Science* 1991; 254: 1178–1181
9. D. Huang, J. Wang, C.P. Lin i wsp. Micron-resolution ranging of cornea and anterior chamber by optical reflectometry. *Lasers Surg Med*. 1991; 11: 419–425
10. J. Fujimoto, E. Swanson. The Development, Commercialization, and Impact of Optical Coherence Tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 57/2016
11. M. Wojtkowski, T. Bajraszewski, P. Targowski i wsp. Real-time in vivo imaging by high-speed spectral optical coherence tomography. *Opt Lett*. 2003; 28: 1745–1747
12. M. Bechmann, M.J. Thiel, A.S. Neubauer i wsp. Central corneal thickness measurement with a retinal optical coherence tomography device versus standard ultrasonic pachymetry. *Cornea* 2000; 20: 50–54
13. M. Wojtkowski, R. Leitgeb, A. Kowalczyk i wsp. In vivo human retinal imaging by Fourier domain optical coherence tomography. *J Biomed Opt* 2002; 7: 457–463
14. G. Czajkowskiego, B.J. Kaluźny, A. Laudenska i wsp. Tear Meniscus Measurement by Spectral Optical Coherence Tomography. *Optometry and Vision Science* 3(89)2012: 336–342
15. A. Wie, Q. Le, J. Hong, W. Wang, F. Wang, J. Xu. Assessment of Lower Tear Meniscus. *Optometry and Vision Science* 11/2016: 1420–1425
16. A.K. Khurana, R. Chaudhary, B.K. Ahluwalia, S. Gupta. Tear film profile in dry eye. *Acta Ophthalmol* 1991; 69: 79–86
17. J. Wang, P. Simmons, J. Aquavella, J. Vehige, J. Palakuru, S. Chung, C. Feng. Dynamic distribution of artificial tears on the ocular surface. *Arch Ophthalmol* 2008; 126: 619–625