



prof. dr hab. n. med. Bartłomiej J. Kałużny
Klinika Okulistyki i Optometrii
Szpital Uniwersytecki nr 2 im. dr. Jana Biziela

Bydgoszcz, dnia 3.10.2022 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Marceli Niemczyk

pod tytułem:

„Modelowanie statystyczne szumu plamkowego na obrazach OCT rogówki”

Optyczna tomografia koherentna OCT stanowi obecnie jedno z najczęściej wykorzystywanych narzędzi diagnostycznych w okulistyce. Dostarcza nieocenionych informacji podczas badania chorych z patologiami plamki, nerwu wzrokowego czy z jaskrą. W ostatnich latach zwiększa się również znaczenie badań OCT przedniego odcinka. W 2006 roku zastosowano po raz pierwszy OCT w wersji spektralnej do oceny rogówki. Zwiększyło to możliwości diagnostyczne szczególnie w zakresie badania jakościowego. Nieco później, w 2011 roku, ukazała się pierwsza publikacja dotycząca możliwości zastosowania OCT ze strojonym źródłem światła. Znaczne zwiększenie szybkości akwizycji danych pozwoliło na rozszerzenie możliwości analizy ilościowej, w szczególności o topografię przedniej i tylnej powierzchni rogówki. Technologia OCT do obrazowania przedniego odcinka nadal się rozwija, np. w zakresie badań dynamicznych czy strukturalnych na poziomie zbliżonym do komórkowego. Innym z najnowszych obszarów badań jest analiza szumu plamkowego na obrazach OCT. Niesie on dodatkowe, dotychczas niedostępne informacje, które stają się możliwe do pozyskania po zastosowaniu zaawansowanych metod statystycznej analizy szumu. W związku z powyższym, uważam że podjęta tematyka badawcza została wybrana trafnie, pozostaje aktualna w świetle obecnego stanu wiedzy i stwarza możliwość jej poszerzenia. Bardzo istotny jest fakt, że wyniki badań mogą znaleźć zastosowanie kliniczne.

Przedłożona do oceny została napisana w języku angielskim, liczy 85 stron, zawiera 4 zasadnicze rozdziały tematyczne. Posiada typowy układ dla rozprawy doktorskiej, chociaż nie zawiera osobnego rozdziału przedstawiającego cele pracy, a wnioski stanowią podrozdział



dyskusji. Praca jest dobrze ilustrowana za pomocą 33 rycin, zawiera 7 tabel. W końcowej części pracy znajdują się 2 załączniki stanowiące uzupełnienie części metodologicznej.

Zasadnicza część rozprawy rozpoczyna się od przedmowy, w której zaprezentowany jest cel badań oraz hipotezy badawcze. Głównym celem pracy jest zaproponowanie metod statystycznej analizy szumu plamkowego na obrazach OCT rogówki oka oraz ich zastosowanie w celu wykrywania zmian właściwości rogówki wywołanych przez wzrost ciśnienia wewnątrzgałkowego. Cel główny pracy i trzy cele szczegółowe zostały sformułowane jasno i precyzyjnie.

Wstęp obejmuje 19 stron i stanowi dobre wprowadzenie do tematyki badań. Zapoznaje czytelnika z podstawami obrazowania za pomocą OCT, morfologią i fizjologią rogówki, oraz teorią szumu plamkowego. Szczegółowo opisano dostępne parametryczne i nieparametryczne metody jego analizy. Ponadto zaprezentowane są możliwości analizy wartości współczynnika kontrastu, obliczone na podstawie wartości pikseli na obrazie.

Rozdział metodologia, liczący 16 stron, zawiera dokładny opis trzech eksperymentów badawczych. W pierwszym obrazowane były fantomy przygotowane z żywicy epoksydowej zmieszanej z cząsteczkami niebieskiego barwnika w różnych stężeniach. W drugim badaniu przeprowadzono dwa eksperymenty na świńskich gałkach ocznych ex-vivo. W pierwszym z nich gałki poddawane były kontrolowanemu wzrostowi IOP, natomiast w drugim ciśnienie w gałkach ocznych utrzymywane było cały czas na stałym poziomie. W ostatnim badaniu analizowane były obrazy OCT rogówki oczu ludzkich in-vivo. Brakuje jednak szczegółowych kryteriów włączenia i wyłączenia z badań oraz informacji na temat zgody komisji bioetycznej. Dane uzyskane w trakcie eksperymentów badawczych zostały przeanalizowane z wykorzystaniem metod przedstawianych we wstępie.

Wyniki Doktorantka przedstawiła oddzielnie dla trzech przeprowadzonych eksperymentów badawczych wykorzystując 5 tabel oraz 17 rycin zawierających wykresy. Znaczna część danych statystycznych zawarta jest również w tekście. Wyniki zaprezentowane są w sposób przemyślany, uporządkowany i bardzo staranny. Eksperyment z wykorzystaniem fantomów pozwolił na ocenę zależności pomiędzy parametrami statystycznymi szumu plamkowego a stężeniem cząsteczek rozpraszających. Badania na oczach świńskich i ludzkich umożliwiły zbadanie wpływu IOP na



zmiany parametrów szumu plamkowego. Na podstawie obrazów świńskich rogówek przygotowane zostały mapy wartości parametrów rozkładu gamma. Przeprowadzona została również analiza wpływu uśredniania obrazów OCT rogówki na statystykę szumu plamkowego oraz szumu tła. Uważam że zaprezentowane rezultaty pozwalają na realizację założonych celów badawczych.

Rozdział Dyskusja, mimo że nie jest zbyt obszerny, umożliwił zestawienie uzyskanych rezultatów z danymi z piśmiennictwa. Tok prowadzenia dyskusji wskazuje na dobre przygotowanie merytoryczne Doktorantki. Pozytywnie należy ocenić zdolność autorki do krytycznego spojrzenia na pewne aspekty metodologiczne i osiągnięte rezultaty, oraz fakt że potrafiła prawidłowo zidentyfikować nieliczne ograniczenia pracy. Doktorantka wskazuje również na przyszłe kierunki badawcze wynikające z rozprawy. Podsumowaniem pracy są 3 wnioski, które wypływają logicznie z całości rozprawy i odpowiadają celowi i założeniom pracy. Na podstawie uzyskanych wyników autorka zaproponowała teoretyczny model szumu plamkowego, będący iloczynem dwóch zmiennych o rozkładzie gamma, jako najprostszą metodą pozwalającą na uzyskiwanie zadawalających rezultatów.

Rozprawę charakteryzuje aktualne, dobrze dobrane i prawidłowo cytowane piśmiennictwo. Wykaz zawiera 144 pozycje. Cała praca napisana jest poprawnym językiem naukowym, tworzy logiczną całość. Dostrzeżono tylko nieliczne błędy i niedociągnięcia edytorskie. Nie mają one jednak istotnego wpływu na merytoryczną ocenę pracy.

Podsumowując, Doktorantka dowiodła że potrafi prawidłowo zaplanować, wykonać i opracować zamierzony problem badawczy. Autorka wykazuje się należytych przygotowaniem merytorycznym, starannością i dociekliwością badawczą. Praca wzbogaca dotychczasową wiedzę w zakresie metod statystycznej analizy szumu plamkowego na obrazach OCT rogówki. W moim przekonaniu oceniana rozprawa w pełni spełnia wymogi prawne wymienione w Uchwale nr 94/16/RDND04/2021-2024 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Biomedyczna z dnia 29.06.2022r. W oparciu te przesłanki mam zaszczyt prosić wysoką Radę o przyjęcie pracy i dopuszczenie mgr inż. Marceli Niemczyk do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ze względu na wysoki poziom merytoryczny i oraz osiągnięcia publikacyjne wnoszę o wyróżnienie pracy.

KIEROWNIK
Kliniki Okulistyki i Optometrii