

STRESZCZENIE

Niniejsza rozprawa doktorska przedstawia kompleksowe badania nad parametrami rozpraszania promieniowania w rogówce oraz nad sposobami ich oceny. Obecne, klinicznie stosowane parametry okazują się być zakłócone czynnikami o różnej naturze i pochodzeniu. Nadrzędnym celem było więc stworzenie takich estymatorów parametrów rozpraszania, które będą niezależne od czynników zakłócających i poprawią wartość diagnostyczną. Praca rozpatruje właściwości rozpraszające rogówki na wielu płaszczyznach, więc główną część badawczą można podzielić na trzy projekty.

Pierwszy projekt ujawnia problem czynników zakłócających obserwowanych w densytometrii rogówki obrazowanej metodą Scheimpfluga. Densytometria jest kliniczną miarą, wykorzystywaną do oceny rozpraszania w rogówce, a co za tym idzie, oceny stanu zdrowia. Badania przeprowadzono na obrazach rogówki rejestrowanych metodą Scheimpfluga u 141 młodych i 73 starszych osób, estymując trzy miary densytometryczne: średnią wartość pikseli oraz parametry skali i kształtu rozkładu Weibulla. Głównymi czynnikami zakłócającymi były parametry biometrii oka: głębokość komory przedniej, rozmiar źrenicy i grubość centralnej części rogówki. Obszernie przeanalizowano różne metody normalizacji obrazów oraz zaproponowano skuteczny algorytm, który eliminuje wpływ wspomnianych czynników na densytometrię.

Drugi projekt porusza kwestię wielowarstwowej struktury rogówki. Celem była ocena i ilościowe określenie wpływu nabłonka rogówki na sygnał pochodzący ze zrębu w obrazach zarejestrowanych przy pomocy optycznej tomografii koherencyjnej (OCT). Porównywano statystykę szumu plamkowego OCT ze zrębu świńskiej rogówki obrazowanej z nabłonkiem i natychmiast po jego usunięciu. Przeanalizowano cztery parametry: parametry kształtu i skali rozkładu Gamma, średnią intensywność pikseli i współczynnik kontrastu, dla obszaru zainteresowania (ROI) obejmującego zrąb rogówki. Potwierdzono istotne różnice w statystyce szumu plamkowego w zależności od tego, czy zrąb obrazowano z nabłonkiem czy bez. Wykazano, że błąd estymacji parametrów zrębu spowodowany obecnością nabłonka sięga 20% i jest zależny od głębokości próbki.

Ostatni projekt podejmuje koncepcję stworzenia cyfrowego fantomu OCT dla rogówki. Podstawowym celem była symulacja B-skanu OCT zrębu rogówki, o statystyce szumu plamkowego zbliżonej do rzeczywistych obrazów. W pierwszej kolejności zaimplementowano powszechnie używany algorytm Monte Carlo symulujący propagację fotonu przez tkankę oraz algorytm pozwalający na wyliczenie sygnału OCT. Obie metody zostały zaadaptowane dla konkretnego urządzenia OCT oraz dostosowane do właściwości rozpraszających rogówki. Dodatkowo, opracowano nowatorską metodę estymacji właściwości optycznych rogówki (współczynnika rozpraszania i anizotropii: μ_s i g). W tym celu stworzono zestaw wieloreferencyjnych B-skanów, wygenerowanych przy różnych wartościach wejściowych parametrów optycznych, wybranych na podstawie istniejących, choć ograniczonych, danych literaturowych dotyczących rogówek zwierzęcych. Metodę estymacji oparto na statystycznym dopasowaniu między danymi symulowanymi a eksperymentalnymi. Średnia grupowa współczynnika rozproszenia i współczynnika anizotropii dla zrębu świńskiej rogówki wyniosła odpowiednio $\bar{\mu}_s = 0.146 \pm 0.020 \text{ mm}^{-1}$ i $\bar{g} = 0.893 \pm 0.021$.