

Streszczenie

Rozwój nowych technologii opartych na profilometrii fourierowskiej oraz udoskonalanie już istniejących, takich jak optyczna tomografia koherencyjna (z ang. Optical Coherence Tomography, OCT), stwarzają nowe możliwości badania przedniego odcinka oka, pozwalając zmierzyć się z nowymi wyzwaniami związanymi ze starzeniem się populacji. W celu poszerzenia naszej wiedzy o topografii i strukturze przedniego odcinka oka oraz poprawy dostępnych możliwości terapeutycznych ukierunkowanych na przywrócenie parametrów widzenia, które pogarszają się na skutek starzenia, obecna praca została podzielona na dwie części. Pierwsza z nich koncentruje się na mikrostrukturalnych zmianach, które zachodzą w rogówce, natomiast druga na charakterystyce cech przedniej powierzchni oka.

W pierwszej części pracy została przedstawiona nowa metoda do oceny właściwości mikrostruktury rogówki mierzonej *in vivo* na podstawie modelowania statystycznego szumu plamkowego OCT. Zaproponowano szereg modeli statystycznych szumu plamkowego uzyskanego z surowych obrazów OCT. Badano krótkoterminowe zmiany właściwości rogówki poprzez wywołanie obrzeku rogówki, natomiast te długoterminowe, związane z wiekiem, były obserwowane na grupie sześćdziesięciu pięciu osób w wieku od dwudziestu czterech do siedemdziesięciu trzech lat. Uogólniony rozkład Gamma okazał się najlepszym modelem pod względem kryterium informacyjnego Akaike'go. Jego parametry wykazały statystycznie istotne różnice (test Kruskala–Wallisa, $p < 0.001$) dla zmian krótko i długoterminowych. Ponadto stwierdzono, że zmiany związane z wiekiem wpływają na właściwości biomechaniczne podczas wywołania obrzeku rogówki. Badano również wpływ mikrostruktury rogówki na pomiar ciśnienia wewnątrzgałkowego. Informacje uzyskane na podstawie statystyk szumu plamkowego wykazały znaczącą korelację z wynikami pomiaru ciśnienia wewnątrzgałkowego uzyskanymi za pomocą tonometrii aplanacyjnej. Badania wykazały, że uogólniony rozkład Gamma można wykorzystać do modelowania szumu plamkowego rogówki, uzyskując dodatkowo informacje ilościowe tam, gdzie wiedza na temat mikrostruktury tkanki rogówki jest pożądana.

Druga część pracy poświęcona jest analizie przedniej powierzchni oka. Głównym celem było opracowanie metod obliczeniowych oszacowania pozycji rąbka rogówki na podstawie trójwymiarowych (3D) pomiarów topografii rogówkowo-twardówkowej oraz ustalenie, czy pozycja rąbka rogówki, rutynowo określana metodami obrazowania za pomocą kamery cyfrowej, jest powiązana z tą wyznaczoną z topografii. Zaproponowano dwie nowe metody obliczeniowe: jedna oparta na modelowaniu surowych danych wysokościowych przedniej powierzchni oka szeregiem wielomianów Zernike'a oraz druga, łącząca topografię 3D z informacją zmiany skali szarości uzyskana aparatem cyfrowym wbudowanym w profilometr. Pozycje rąbka rogówki oszacowano z wysoką precyzją. Przeciętna grupy (średnia \pm odchylenie standardowe) maksymalnej różnicy między oszacowaniami pochodzącymi ze wszystkich rozważanych metod wynosiła 0.27 ± 0.14 mm i dochodziła do 0.55 mm. Cztery metody oszacowania miały statystycznie istotne różnice (nieparametryczny test ANOVA, $p < 0.05$). Badania wykazały, że precyzyjne oszacowanie pozycji topograficznego rąbka rogówki jest możliwe zarówno z cyfrowych obrazów oka, jak i z topograficznych danych 3D regionu rogówkowo-twardówkowego. Oprócz charakterystyk rogówkowo-twardówkowych, została opracowana nowa metoda pomiaru promienia twardówki. Oszacowany promień twardówki (11.2 ± 0.3 mm) dla 23 badanych normowzrocznych osób w wieku 28.1 ± 6.6 lat okazał się być

bardzo precyzyjnie wyznaczony, ze współczynnikiem zmienności 0.4 % . Badanie to wykazało, że trójwymiarowa topografia przedniej powierzchni oka uzyskana za pomocą profilometru może, wraz z danymi oszacowaniami długości osiowej oka, być stosowana do obliczania promienia twardówki z wysoką precyzją.

W końcowej części pracy, opracowano metodę, która upraszcza obliczenia geometrycznej punktowej funkcji rozmycia dla dwuwymiarowych kołowo-niesymetrycznych układów optycznych. W metodzie tej została opracowana dwuwymiarowa procedura śledzenia promieni dla dowolnej liczby powierzchni i dowolnych kształtów powierzchni, gdzie powierzchnie, promienie i współczynniki załamania są reprezentowane w postaci funkcyjnej aproksymowanej wielomianami Czebyszewa.