

Oko człowieka jest elementem skomplikowanego układu wzrokowego. Zlokalizowane na dnie oka światłoczułe komórki nerwowe, przekształcają światło widzialne na impuls elektryczny, który kierowany jest przez nerw wzrokowy do kory mózgowej. Zmysł wzroku ułatwia człowiekowi poznawanie świata i poruszanie się w nim. Dla fizyków i lekarzy, oko jest też „oknem do organizmu” pozwalającym na bezpośrednią obserwację np. naczyń krwionośnych oraz włókien i pojedynczych komórek nerwowych. Obserwacja zmian w tych tkankach pozwala ocenić stan zdrowia pacjenta, a także pomaga zarówno w diagnozowaniu jak i w monitorowaniu postępów leczenia współczesnych chorób cywilizacyjnych, takich jak retinopatia cukrzycowa, nadciśnienie tętnicze czy jaskra. Obniżają one standard życia pacjenta, a w zaawansowanym stadium uniemożliwiają normalne funkcjonowanie i pracę zawodową. Rośnie liczba chorych wymagających stałej opieki lekarskiej, opieki społecznej i pomocy najbliższych, co powoduje rosące obciążenie systemu opieki zdrowotnej oraz wpływa na gospodarkę poszczególnych państw.

Lekarze są gotowi do testowania nowych metod diagnostyki, monitorowania i leczenia chorób cywilizacyjnych, które byłyby nieinwazyjne oraz łatwe do wdrożenia w klinikach. W badaniach okulistycznych standardem diagnostycznym stała się optyczna tomografia koherencyjna (OCT), dla której oko jest idealnym obiektem badań, ponieważ jest z natury organem przezroczystym dla światła. Światło podczerwone lub widzialne może łatwo dotrzeć do głębokich warstw oka, np. siatkówki lub naczyniówki. Część światła odbija się od anatomicznych warstw oka, może być zarejestrowana przez detektor i przetworzona na obraz. W klinikach i gabinetach okulistycznych, OCT jest stosowana głównie do trójwymiarowej wizualizacji przedniej komory oka (rogówka, soczewka) lub siatkówki. Pozwala również na tworzenie map sieci naczyniowej lecz bez informacji o faktycznych wartościach przepływów krwi w naczyniach.

Celem proponowanych w tym projekcie badań naukowych jest opracowanie metod ilościowej analizy krążenia krwi na dnie oka w układach naczyniowych siatkówki i naczyniówki, w nadziei na opracowanie takich rozwiązań, które mogą znaleźć bezpośrednie zastosowanie w diagnostyce klinicznej i we wspomaganiu leczenia chorób cywilizacyjnych. Z badań prowadzonych przez naukowców na całym świecie wiemy, że zarówno choroby oka np. jaskra czy starcze zwyrodnienie plamki żółtej, jak i choroby ogólnoustrojowe np. cukrzyca czy nadciśnienie manifestują się zmianami w obrębie tkanek i układów naczyniowych dna oka, również we wczesnych fazach rozwoju tych chorób. Problemy z regulacją krążenia w oku są skorelowane z chorobami kardiologicznymi i naczyniowymi powodującymi uszkodzenia naczyń, zmiany ich elastyczności, oporności, zaniki sieci naczyniowych lub wyznaczenie krwi w obrębie poszczególnych krwioobiegów lub całego układu krwionośnego. Również w przypadku chorób oka np. jaskry czy starczego zwyrodnienia plamki żółtej, występują zaburzenia autoregulacji krążenia w naczyniach siatkówki i naczyniówki oka. Opracowanie metod ilościowej analizy czynności układów krwionośnych dna oka może otworzyć drogę do wczesnej diagnostyki chorób cywilizacyjnych, w tym na etapie, na którym wdrożone terapie mogą być skuteczniejsze.

W tym projekcie skupimy się na obrazowaniu naczyń siatkówki i naczyniówki ochotników za pomocą tomografu OCT wykorzystującego laser strojony z synchronizacją modów (FDML SSOCT), którego szybkość pozwala na znaczną redukcję artefaktów związanych z ruchami oka. Ilościowe pomiary prędkości przepływu krwi będziemy realizować z wykorzystaniem techniki dopplerowskiego OCT. Nasze dotychczasowe badania pozwoliły nam określić niedoskonałości tej techniki i metod analizy danych, które zahamowały transfer metod dopplerowskiej OCT z laboratoriów badawczych do praktyki klinicznej. Są nimi: czas potrzebny na zebranie danych oraz ich przetwarzanie do trójwymiarowego obrazu z informacją o lokalizacji naczyń krwionośnych i z wartościami przepływu krwi, ograniczony zakres mierzalnych szybkości przepływu, uzyskiwanie informacji tylko o jednej, równoległej do obrazującej wiązki, składowej prędkości przepływu krwi. Problemy te zamierzamy rozwiązać przez zastosowanie i udoskonalenie metod opracowanych przez nas w czasie badań wstępnych. Do przyspieszenia przetwarzania danych umożliwiającego generację obrazów dopplerowskich w czasie rzeczywistym wykorzystamy obliczenia na kartach graficznych. Uzyskamy zwiększenie zakresu mierzalnych szybkości przepływu poprzez zastosowanie metod odwijania fazy w sygnale dopplerowskiej OCT. Zastosujemy metody wyznaczania objętościowego przepływu krwi niezależniące pomiar od orientacji naczyń krwionośnych. Planujemy zastosować opracowane przez nas metody dopplerowskiego OCT na grupie 3-10 zdrowych ochotników, opracować protokoły pomiarowe i przystosować przetwarzanie danych do obliczeń wybranych parametrów przepływu krwi (np. pulsacyjność, oporność, całkowity przepływ) w wybranych naczyniach naczyniówki. Sprawdzimy możliwość powtarzania pomiarów dla wybranych pojedynczych naczyń, co otworzyłoby drogę do badania reakcji układu krwionośnego na testy diagnostyczne i podawane leki w reakcjach doraźnych i długoterminowych. Uzyskanie wiarygodnych wyników mogłoby pomóc w opracowaniu normy fizjologicznej parametrów przepływów w naczyniówce oraz siatkówce oka.