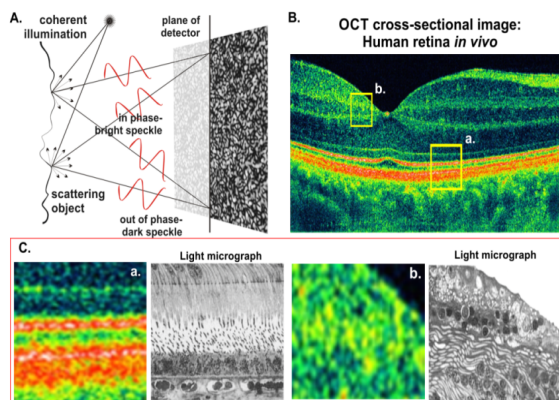


## Objętościowa rekonstrukcja obrazowa z filtracją nadmiarowej informacji fazowej

Aby śledzić postęp i leczenie chorób zwyrodnieniowych, konieczne są nowe metody obrazowania przyżyciowego (*lac. in vivo*). W oparciu o najnowszą technologię i najnowsze osiągnięcia w zakresie optyki fizycznej, proponujemy opracowanie nowych metod powtarzalnego i bezpiecznego obrazowania w celu oceny morfologicznych i funkcjonalnych aspektów poszczególnych komórek wewnątrz ludzkiego organizmu. Skupimy się na rozwoju technik pokrewnych do tomografii optycznej OCT, które są najbardziej obiecującymi metodami umożliwiającą nieinwazyjne, szybkie, objętościowe obrazowanie strukturalne na poziomie komórkowym.

Nowoczesne, dynamicznie rozwijane optyczne techniki obrazowe wykorzystujące światło laserowe mogą dostarczyć informacji na temat morfologii i funkcji ludzkiego organizmu, oferując dużą szybkość i lepszą czułość niż jakiegokolwiek inne metody. Zaletą użycia spójnego światła laserowego jest duża gęstość energii, łatwość projektowania oświetlenia oraz dostęp do fazy. Wszystkie te zalety pozwalają na uzyskanie bardzo wysokich czułości i bardzo dokładnej lokalizacji, i co najważniejsze pozwalają na rekonstrukcję trójwymiarową, która jest nieosiągalna dla klasycznej mikroskopii. Ograniczeniem jest jednak pogorszenie jakości obrazowania: w obecności silnego rozpraszania indukowanego przez struktury biologiczne spójne światło laserowe generuje dużo nieużytecznej informacji w postaci silnej modulacji amplitudy. Manifestuje się to obecnością dwóch efektów – pola plamkowego oraz przesłuchu optycznego. Obydwa te efekty uniemożliwiają wyraźne różnicowanie struktury tkanki na poziomie pojedynczych komórek (Rys. 1).



**Rys. 1.** Obecność pola plamkowego uniemożliwia nam widzenie komórek siatkówki: A. Schemat obrazujący tworzenie się pola plamkowego: wstecznie rozproszone fale świetlne odbijające się od nierównej powierzchni mają przypadkowe fazy powodujące losowe zmiany rozkładu natężenia w płaszczyźnie obrazowania. B. Przykładowy obraz siatkówki OCT w przekroju poprzecznym. C. Powiększenie szczegółów panelu B. w porównaniu z mikrografiami świetlnymi; ze względu na obecność plamek odpowiednie regiony wyglądają inaczej w obrazie OCT i mikrografiach świetlnych, nawet jeśli nominalne rozdzielczości obu technik są porównywalne.

W przedstawionym projekcie proponujemy wykorzystać rozwinięta przez nas technikę przestrzenno-czasowej modulacji fazy światła do obrazowania OCT. W wyniku zastosowania tej metody uzyskujemy efekt analogiczny do oświetlenia światłem niespójnym – takim jak w normalnym mikroskopie. Jednak nadal mamy możliwość rekonstrukcji trójwymiarowej. Dzieje się tak dlatego, że w pierwszej kolejności uzyskujemy rekonstrukcje 3-D tak jak w metodach tomografii optycznej OCT, jednak dla wielu różnych realizacji oświetlenia próbki. Dzięki temu mamy zbiór tych samych rekonstrukcji obiektów uzyskany dla różnych rozkładów fazy w oświetleniu próbki. Następnie za pomocą technik obliczeniowych jesteśmy w stanie odpowiednio odfiltrować obrazy. To pozwala nam na pozbycie się nieużytecznej informacji nierozłącznie związanej z wykorzystaniem techniki fazoczułej.

Nie jest jednak jasne, czy uzyskana w takim procesie rekonstrukcja obrazu jest identyczna z tym, co odtwarzamy w klasycznych metodach, takich jak mikroskopia czy fotografia. Nie wiemy też w jakim stopniu jesteśmy w stanie wyeliminować zakłócenia frontu fali pojawiające się na drodze świecącej wiązki światła i uzyskać czystą rekonstrukcję z wewnętrznych warstw obiektu. Głównym zadaniem tego projektu jest udzielenie odpowiedzi na te podstawowe pytania oraz wskazanie fizycznych i technicznych ograniczeń metod obrazowania, które mogłyby wykorzystać tę wiedzę w przyszłości.