

Obecnie notuje się znaczący wzrost zachorowań na choroby cywilizacyjne, takie jak cukrzyca czy choroby nowotworowe. Ponadto, obserwuje się też wzrost problemu spożywania środków odurzających oraz przedawkowywania przepisanych leków. Oba te problemy wymagają opracowania nowych metod wczesnej diagnostyki medycznej poprzez detekcję substancji chemicznych występujących w tkankach, np. monitoring poziomu glukozy czy też identyfikacja i określenie stężenia leków we krwi.

Głównym celem badawczym projektu jest opracowanie metody detekcji śladowych ilości substancji chemicznych w tkankach biologicznych za pomocą spektroskopii Ramana. Jest to optyczna metoda pomiarowa, która polega na oświetlaniu próbki światłem lasera, a następnie detekcją promieniowania rozproszenia Ramana, które zawiera informacje o składzie chemicznym próbki. Każda substancja chemiczna powoduje powstanie charakterystycznego układu linii widmowych, które są swoistym odciskiem palca danej substancji. Dzięki temu metoda ta pozwala na identyfikację substancji chemicznych. Jednakże istnieje wiele problemów podczas analizy sygnału pomiarowego promieniowania rozproszenia ramanowskiego, szczególnie w przypadku gdy chcemy zmierzyć stężenie substancji w tkankach. Tkanki biologiczne są bardzo specyficznymi i niebywale złożonymi strukturami pod względem optycznym i chemicznym. Cechują się relatywnie wysokim rozpraszaniem oraz absorpcją światła, co powoduje tłumienie sygnału optycznego. Tkanki mają bardzo złożony skład chemiczny, dlatego identyfikacja wybranych substancji spośród tam występujących jest skomplikowanym zadaniem. Rejestrowany optyczny sygnał pomiarowy rozproszenia Ramana cechuje się bardzo małą intensywnością, oraz jest różny niż w przypadku pojedynczych składników chemicznych ze względu na interferencje z innymi substancjami chemicznymi występującymi w badanej tkance. Dlatego też rozwój metod mających na celu zwiększenie intensywności sygnału pomiarowego pozwoli na skuteczniejszą identyfikację wybranych substancji w tkankach.

Jednym ze sposobów zwiększenia dokładności tej metody jest zastosowanie powierzchniowo-wzmocnionej spektroskopii Ramana (ang. Surface-Enhanced Raman Spectroscopy – SERS), wykorzystującej zjawisko powierzchniowego rezonansu plazmonowego. Efekt ten skutkuje znaczącym wzmocnieniem promieniowania rozproszenia ramanowskiego pochodzącego od cząstek substancji znajdujących się w bliskim sąsiedztwie powierzchni metalu szlachetnego. Dotychczasowe badania nie uwzględniały takich zastosowań zjawiska SERS w złożonych obiektach biologicznych jak pełna krew, skupiając się głównie na prostszych, znacznie bardziej przejrzystych, substancjach np. ślinie, moczu, czy osoczu. W badaniach planuję rozwiązać ten problem przez wykorzystanie dwóch czynników: efektu SERS, oraz dodatkowo przez zastosowanie promieniowanie pobudzające z zakresu bliższego czerwieni, np. laserem o długości fali 830 nm. Taka zmiana długości fali pobudzenia ku czerwieni pozwoli zredukować wpływ fluorescencji, która jest kolejnym zjawiskiem niepożądanym ograniczającym dokładność spektroskopii Ramana. Planuję zastosowanie nanocząstek metali szlachetnych (złoto, srebro) dodawanych do próbek krwi *in vitro* i/lub nanoszonych jako warstwa na powierzchnię badanej tkanki przy pomiarach bezinwazyjnych.

Planuję także podjąć się rozwiązaniu problemów pomiarów bezinwazyjnych *in vivo* składników krwi. Czerwone ciała krwi charakteryzują się znacznie różnymi parametrami optycznymi (np. znacznie bardziej pochłaniają światło) niż inne składniki oświetlanych tkanek. Ze względu na pracę serca występują zmiany w objętości krwi w rytmie tętna. Wykorzystanie tych chwilowych zmian pozwoli na wyróżnienie w widmach Ramana części sygnału pochodząca z krwi. Umożliwi to opracowanie algorytmów bazujących na metodzie detekcji synchronicznej, co pozwoli uniezależnić wyniki pomiarów od indywidualnych cech pacjenta. Przewiduję zastosowanie wybranych algorytmicznych metod identyfikacji i określania stężenia substancji chemicznych na podstawie mierzonych widm Ramana.

Pragnę podjąć się rozwiązania problemu detekcji substancji chemicznych w tkankach za pomocą spektroskopii Ramana, wykorzystujących pomiary bezinwazyjne *in vivo*, wykonywane na podstawie jedynie oświetlania tkanek laserem pobudzającym i rejestrowania promieniowania rozproszenia ramanowskiego, oraz pomiary *in vitro* próbek krwi do szybkiego i taniego określenia jej składu bez dodatkowego przygotowania badanych próbek. Poprawienie dokładności tej metody ma ogromne znaczenie dla rozwoju nowoczesnych metod diagnostycznych w medycynie, co w dalszej perspektywie może pozwolić na wczesną diagnostykę chorób cywilizacyjnych.