

Choroby serca oraz układu krążenia stanowią jedną z najczęstszych przyczyn zgonów na świecie i w Polsce, w której odpowiadają za ponad dwieście tysięcy zgonów rocznie. Przeważającą przyczyną śmiertelności jest niedokrwienie mięśnia sercowego. Powstająca blaszka miażdżycowa zmniejsza drożność naczynia doprowadzając do zaburzeń przepływu krwi, co prowadzi do zmniejszenia ilości tlenu i substancji odżywczych dostarczanych do mięśnia sercowego. Pacjent odczuwa taki stan jako silny, dławiący ból w klatce piersiowej nasilający się między innymi podczas wysiłku fizycznego. W czasie trwania choroby może również dojść do pęknięcia blaszki miażdżycowej i nagłego zamknięcia tętnicy wieńcowej, a w konsekwencji do zawału serca.

Standardowym postępowaniem w leczeniu zmian w tętnicach wieńcowych jest farmakoterapia, natomiast u niektórych chorych konieczna jest także inwazyjna koronarografia i zabieg angioplastyki wieńcowej, tzw. przeszkońska interwencja wieńcowa (PCI). PCI polega na poszerzeniu zwężonej lub udrożnieniu zamkniętej tętnicy wieńcowej. Koronarografia i PCI przeprowadzane są w znieczuleniu miejscowym z nakłuciem tętnicy promieniowej, udowej lub ramiennej. Przez nakłucie wprowadza się specjalny przewodnik umożliwiający lekarzowi umieszczenie dedykowanego cewnika z balonem w miejscu zmienionej tętnicy wieńcowej. Jego rozprężenie powoduje rozszerzenie naczynia, a tak osiągnięty efekt utrwalany jest poprzez implantację protezy naczyniowej, tzw. stentu. Koronarografia może zostać poszerzona o wykonanie badania opartego o analizę właściwości światła bliskiej podczerwieni, tzw. optycznej koherentnej tomografii, która umożliwia niezwykle precyzyjne poznanie struktury blaszki miażdżycowej z dokładnością rzędu wielkości czerwonej krwinki.

Ciągły przepływ krwi w tętnicach wieńcowych nie pozostaje obojętny dla ścian naczynia, a także dla elementów krwi, zwłaszcza płytek krwi, które, według wstępnych badań i eksperymentów laboratoryjnych, mogą ulegać aktywacji w związku z oddziaływaniem na nie siłami biomechanicznymi. Zaktywowane płytki krwi z kolei mają większą zdolność do agregacji, czyli zlepiania się ze sobą, co w konsekwencji może prowadzić do zatkania tętnicy i zawału serca. Ostatnie badania wskazują na możliwość oszacowania wielkości sił biomechanicznych wywieranych przez krążącą krew na naczynie w oparciu o samą koronarografię, która w tym procesie wykorzystywana jest najpierw do stworzenia trójwymiarowych modeli obrazowanych tętnic wieńcowych, a następnie do oszacowania parametrów dotyczących przepływu krwi przez naczynie poprzez wykorzystanie technik komputerowego modelowania dynamiki płynów. Pozwala to sprawdzić w jak dużym stopniu widoczne na obrazie zwężenie ma rzeczywiście niekorzystny wpływ na mięsień sercowy badanego pacjenta, a także umożliwia ocenę wielkości sił biochemicznych oddziałujących na naczynie przez krążącą w nim krew.

Dotychczas związek pomiędzy siłami oddziałującymi na naczynie, a gotowością krwi do tworzenia zakrzepów w ludzkiej tętnicy wieńcowej nie został zweryfikowany. Niewiele jest również danych oceniających związek pomiędzy oszacowanymi w ten sposób siłami biomechanicznymi, a strukturą blaszki miażdżycowej odpowiadającej za zwężenie. Wiadomo jednak, że skład blaszki miażdżycowej jest bezpośrednio związany z ryzykiem jej pęknięcia czy erozji. Poznanie związku między morfologią blaszki, stopniem aktywności płytek krwi oraz oszacowanymi siłami wywieranymi przez krążącą krew na naczynie pozwoli lepiej zrozumieć procesy wpływające na pęknięcie oraz owrzodzenie blaszki, a następnie wykrzepianie wewnątrz naczynia prowadzące do zawału serca.

W tym celu chcemy obliczyć siły wywołane przepływem krwi przy pomocy technik komputerowego modelowania dynamiki płynów oraz wykonać badania biochemiczne, które pozwolą nam na ocenę stopnia aktywności płytek krwi i ich związek ze strukturą blaszki miażdżycowej. Celem projektu jest ocena korelacji pomiędzy składem blaszki miażdżycowej, stężeniem biomarkerów aktywacji płytek krwi oraz niestabilności blaszki miażdżycowej, a siłami ścinającymi działającymi na naczynie. Dzięki analizie wymienionych wyżej procesów oraz wynikom badań obrazowych i laboratoryjnych będziemy w stanie lepiej zrozumieć procesy zachodzące w zwężonych naczyniach wieńcowych, których całkowite zamknięcie może w przyszłości spowodować zawał serca. Docelowy wynik realizacji projektu będzie pierwszą tak wszechstronną pracą skupioną na zrozumieniu mechanizmów molekularnych i biomechanicznych związanych z blaszką miażdżycową i aktywacją płytek krwi w zwężonej tętnicy, z zastosowaniem różnych metod obrazowania i technik komputerowego modelowania przepływu płynów. Uzyskane wyniki będą istotne dla realizacji kolejnych – zarówno laboratoryjnych jak i klinicznych – badań mających na celu poprawę diagnostyki i leczenia pacjentów ze zmianami w tętnicach wieńcowych, w celu zapobiegania zdarzeniom wieńcowym. Liczymy, że zgromadzone dane mogą przyczynić się do rozwoju modeli na bazie parametrów przepływu krwi w naczyniu, dzięki którym możliwe będzie przewidzenie ryzyka zdarzeń zakrzepowych, a także do przyszłych badań nad potencjalnymi terapiami przeciwpłytkowymi i przeciwzakrzepowymi dobraćymi w oparciu o ryzyko związane z oddziaływaniem sił ścinających na tętnicę wieńcową.