

Zeszytnienie ścian naczyń krwionośnych jest przede wszystkim rezultatem procesu starzenia się organizmu. W jego wyniku powiększa się średnica dużych arterii i grubość ich ścianek. W samych ściankach następuje zwiększone wydzielanie się kolagenu, głównego białka tkanki łącznej. Równoległe włókna elastynu, elastycznego białka splatają się ze sobą podlegając także rozpadowi. Zeszytnienie ścian tętnic może pochodzić od niedomagań naczyń wieńcowych, naciśnienia tętniczego, udarów, migotania przedsionków i wielu innych chorób.

Pomiar sztywności systemu tętniczego jest wartościowym wskaźnikiem diagnostycznym używanym także w przewidywaniu przez kardiologów i zachorowań zejść śmiertelnych w chorobach sercowo-naczyniowych.

System tętniczy odpowiedzialny jest za dostarczanie natlenionej krwi do naczyń włosowatych, a tym samym do wszystkich tkanek. Choć ciśnienie generowane przez skurcze mięśnia sercowego zmienia się znacząco podczas jednego uderzenia serca, naczynia włosowate praktycznie nie odczuwają pulsacji wywołanych skurczem i rozkurczem serca. Tak się dzieje za sprawą elastycznego odkształcania się tętnic, która co stanowi bufor dla zmian ciśnienia i przepływu krwi chroniąc małe naczynia krwionośne przez zniszczeniem przez duże gradienty ciśnienia.

Ta cecha wynika z anatomii układu tętniczego składającego się z dwóch głównych grup naczyń:

- dużych tętnic typu sprężystego (aorta, szyjna, biodrowa), które odkształcając się magazynują krew podczas skurczu i oddają ją podczas rozkurczu
- tętnic typu mięśniowego (udowa, piszczelowa, ramienna, wieńcowa) w których zmienia się napięcie mięśni gładkich. Funkcją tych tętnic jest stabilizacja przepływu przez rozszerzanie i zwężanie ich średnicy.

Różne zachowanie się tych dwóch grup wpływa na rozchodzenie się fal ciśnienia generowanych przez serce i ma znaczący wpływ na składowe fali odbitej. Podczas skurczu fala ciśnienia przemieszcza się od serca ze stosunkowo małą prędkością. Osiągając tętnice typu mięśniowego, fala ta nie tylko rozchodzi się szybciej, ale także, część fal ulega odbiciu. Te odbite fale przemieszczają się w kierunku serca. Fale generowane przez serce i odbite wzajemnie na siebie oddziałują. W osobnikach młodych i zdrowych fala powrotna osiąga aortę pod koniec skurczu i na początku rozkurczu, zwiększając przepływ w naczyniach wieńcowych. Wraz ze starzeniem się i na skutek niektórych chorób zwiększa się sztywność naczyń, a przez to szybkość propagacji fali ciśnienia. To niesie ze sobą przesunięcie czasowe dotarcia fali odbitej w kierunku maksymalnego skurczu serca, co powoduje zwiększenie ciśnienia na początku skurczu (nadcisnienie).

Istniejące metody pomiaru sztywności tętnic opierają się na pomiarze prędkości, z jaką przemieszcza się fala ciśnienia w układzie krwionośnym. W wyniku tych pomiarów otrzymuje się uśrednioną wartość sztywności w sieci tętnic.

Niektóre schorzenia sercowo-naczyniowe powodują lokalne zmiany sztywności tętnic. Naczynia te mogą w różnych miejscach inaczej reagować na proces starzenia się, nadcisnienie tętnicze czy ciążę. Dlatego bezinwazyjny pomiar lokalnej sztywności naczyń jest często interesującą daną diagnostyczną układu tętniczego.

Celem projektu jest opracowanie bezinwazyjnej techniki pomiaru lokalnej sztywności ścian naczyń tętnicznych. W pierwszym etapie, metoda testowana jest na specjalnie skonstruowanej instalacji (fantomie). Zastosowana technika polega na stworzeniu modelu numerycznego przepływu krwi w sztucznej tętnicy, której ściany podlegają odkształceniu pod wpływem obciążeń mechanicznych wynikających z przepływu krwi. Równoległe mierzone jest, za pomocą techniki USG odkształcenie ścian sztucznych naczyń krwionośnych. Różnica między obliczonymi i zmierzonymi odkształceniami jest iteracyjnie minimalizowana przez modyfikację używanej w obliczeniach sztywności ścian sztucznej arterii. W wyniku takiej procedury otrzymuje się wielkość sztywności ściany wyrażoną poprzez modułem Younga, właściwość materiałową ciał sprężystych.

Wiarygodność modelu przepływu jest określana przez zastosowanie techniki zwanej kwantyfikacja niepewności oraz analizą wrażliwości. Metoda ta pozwala na określenie zakres możliwych błędów w otrzymanych wynikowych. Daje to nie tylko wgląd w dokładność modelu, ale także pokazuje na wpływ niepewności poszczególnych danych wejściowych na wyniki.

Finalnym etapem projektu będzie wykonanie eksperymentu medycznego w którym przy pomocy skanera USG mierzone będą odkształcenia ścian tętnicy szyjnej pod wpływem cyklicznych zmian ciśnienia wywołanych skurczem mięśnia sercowego. Z tych deformacji, poprzez minimalizację różnic między pomiarem a wynikiem obliczeń numerycznych, wyznaczona będzie sztywność ścian tętnicy.

Projekt będzie wykonany poprzez konsorcjum trzech jednostek: Politechniki Śląskiej, Norweskiego Uniwersytetu Nauki i Techniki (NTNU) oraz czwartego szpitala miejskiego w Gliwicach.