

Optimalizacja zabiegu hemodializy pod kątem stabilności hemodynamicznej pacjenta - badanie symulacyjne *in silico*

Celem projektu jest wykorzystanie narzędzi matematycznych i symulacyjnych do zbadania możliwości optymalizacji zabiegu hemodializy u pacjentów, u których zabieg ten wywołuje spadek ciśnienia tętniczego krwi.

Szacuje się, że ponad 4 miliony ludzi na świecie cierpi na schyłkową niewydolność nerek. Większość z nich (ponad 80%) poddawana jest regularnej terapii dializacyjnej zastępującej najważniejsze funkcje nerek, tj. usuwanie z organizmu nadmiaru wody, produktów metabolizmu oraz toksyn, utrzymywanie fizjologicznego poziomu elektrolitów, jak również zapewnianie równowagi kwasowo-zasadowej. Najpopularniejszą techniką dializacyjną jest hemodializa, tj. pozaustrojowa technika oczyszczania krwi i usuwania z niej wody w dializatorze.

Mimo że hemodializa jest zabiegiem podtrzymującym życie pacjenta, sama w sobie stanowi poważne obciążenie dla układu krążenia. Podczas typowej sesji dializacyjnej, w stosunkowo krótkim czasie (zazwyczaj 3-5 godzin) usuwa się z organizmu kilka litrów wody i rozpuszczonych w niej substancji, co zwykle prowadzi do spadku objętości krwi. Do prawidłowej pracy układu sercowo-naczyniowego niezbędna jest wówczas odpowiednia absorpcja płynu z tkanek przez naczynia włosowate i limfatyczne oraz aktywność mechanizmów regulujących ciśnienie krwi. Niestety u wielu pacjentów poddawanych hemodializie mechanizmy te działają nieprawidłowo lub w niewystarczającym stopniu, co powoduje spadek ciśnienia tętniczego krwi (hipotensję) oraz wynikające z tego zawroty głowy, skurcze mięśni, nudności, wymioty, a nawet utratę przytomności. Hipotensja śróddializacyjna jest nie tylko nieprzyjemna dla pacjentów, ale również istotnie utrudnia pracę personelu medycznego i realizację zaplanowanej terapii dializacyjnej. Ponadto, powtarzające się spadki ciśnienia krwi mają negatywny wpływ na mózg, serce i inne organy, pogarszając rokowania i jakość życia pacjentów. Mechanizmy powstawania hipotensji śróddializacyjnej są złożone, specyficzne dla różnych pacjentów i pozostają wciąż nie w pełni poznane.

Istnieją pewne metody zapobiegania hipotensji śróddializacyjnej związane z doбором wartości parametrów zabiegu lub ich modyfikacją w trakcie zabiegu (np. stosowanie zmiennego tempa usuwania wody z krwi w dializatorze). Nie ma jednak uniwersalnej metody, którą można byłoby zastosować u wszystkich pacjentów, a ponadto nie istnieją wytyczne co do tego, która z metod powinna być stosowana u danego pacjenta oraz w jaki dokładnie sposób należy ją zastosować. Ponadto, spadek objętości krwi podczas dializy nie zawsze wiąże się ze spadkiem ciśnienia krwi, a poszczególni pacjenci mogą charakteryzować się bardzo różnymi przebiegami zmian objętości i ciśnienia krwi podczas dializy.

W ramach niniejszego projektu planujemy opracować nowy, kompleksowy model obliczeniowy układu krążenia i mechanizmów jego regulacji oraz transportu wody i różnych substancji (elektrolitów, mocznika, kreatyniny oraz białek) w obrębie organizmu pacjenta podczas zabiegu hemodializy, a następnie wykorzystać go do wyjaśnienia różnych przebiegów zmian objętości i ciśnienia krwi obserwowanych u pacjentów poddawanych hemodializie oraz do symulacji i oceny różnych możliwych scenariuszy zabiegu hemodializy (tj. różnych parametrów zabiegu, w tym ich okresowych zmian).

Wyniki badań symulacyjnych pozwolą określić, które scenariusze zabiegu są najbardziej odpowiednie dla różnych typów pacjentów stanowiąc podstawę do przyszłych badań klinicznych oraz do opracowania systemu wspomagania decyzji klinicznych w zakresie doboru optymalnych parametrów zabiegu hemodializy zapewniających stabilność hemodynamiczną pacjenta.