

## **Matematyczne modelowanie reakcji układu sercowo-naczyniowego na zabieg hemodializy**

Podstawowym problemem pacjentów ze schyłkową niewydolnością nerek jest niezdolność do usuwania z organizmu nadmiaru wody oraz zbędnych substancji (produktów ubocznych metabolizmu, toksyn itp.). Zdecydowana większość takich pacjentów (zwykle oczekujących na przeszczepienie nerki) utrzymywana jest przy życiu dzięki tzw. hemodializie – pozaustrojowej technice filtrowania krwi zastępującej pracę nerek. Terapia ta stosowana jest u ponad 2 milionów ludzi na świecie, w tym u około 20 tysięcy pacjentów w Polsce. Podczas standardowego zabiegu hemodializy (odbywającego się zazwyczaj 3 razy w tygodniu), w stosunkowo krótkim okresie czasu (zwykle w ciągu 4 godzin), usuwa się z organizmu około trzy litry płynu (wody i rozpuszczonych w niej substancji). Ponieważ płyn ten usuwany jest w dializatorze bezpośrednio z krwi, zmniejszając tym samym jej objętość, praca układu krążenia zależy wówczas od odpowiednio szybkiej absorpcji płynu z tkanek oraz prawidłowo działających mechanizmów regulacji ciśnienia krwi.

Niestety, aż u 20-30 % dializowanych pacjentów mechanizmy te działają nieskutecznie, co objawia się u nich spadkiem ciśnienia tętniczego krwi (tzw. epizody hipotensyjne) oraz związanymi z tym zawrotami i bólami głowy, nudnościami, wymiotami, skurczami mięśni, a nawet utratą przytomności. Hipotensja śróddializacyjna jest nie tylko bardzo nieprzyjemna dla pacjentów, ale również znacząco utrudnia realizację planowanej terapii dializacyjnej. Ponadto, epizody hipotensyjne mają również niekorzystny wpływ na pracę serca, mózgu i innych organów, a tym samym negatywnie wpływają na dalsze rokowania pacjentów. Istnieją różne metody stosowane w celu przeciwdziałania niepożądanym spadkom ciśnienia krwi podczas hemodializy, jednak z uwagi na fakt, że mechanizm ich powstawania jest złożony oraz specyficzny dla różnych pacjentów, hipotensja pozostaje jednym z głównych problemów napotykanym w stacjach dializ.

Celem prowadzonych badań jest stworzenie nowego, kompleksowego modelu matematycznego opisującego zjawiska hemodynamiczne w układzie krążenia podczas usuwania wody i substancji z organizmu w trakcie terapii hemodializacyjnej umożliwiające pełniejsze i głębsze zrozumienie mechanizmów powstawania hipotensji śróddializacyjnej oraz badania metod jej zapobiegania. W szczególności, planowane jest rozszerzenie, udoskonalenie i zintegrowanie istniejących modeli układu krążenia, mechanizmów regulacji ciśnienia krwi oraz rozkładu i transportu wody i substancji w niej rozpuszczonych tj. jonów (m.in. sodu, potasu, chloru), małych cząsteczek (takich jak mocznik lub kreatynina) oraz białek (przede wszystkim albuminy i globuliny). Model będzie oparty na układzie równań różniczkowych zwyczajnych oraz liniowych i nieliniowych równań algebraicznych, a do jego weryfikacji zostaną wykorzystane odpowiednie dane kliniczne.

Symulacje komputerowe oparte na tworzonym modelu powinny umożliwić dogłębną analizę dynamicznej wymiany wody i substancji pomiędzy poszczególnymi częściami organizmu człowieka poprzez różnego rodzaju błony półprzepuszczalne (błony komórkowe i ściany kapilar) lub poprzez obieg krwi i chłonki, zarówno w warunkach fizjologicznych, jak i podczas zabiegów hemodializy. Prowadzone analizy powinny przyczynić się do rozwoju wiedzy dotyczącej problemów klinicznych występujących u pacjentów poddawanych hemodializie oraz działania mechanizmów autonomicznej regulacji ciśnienia krwi podczas terapii dializacyjnej.

W dalszej perspektywie, wyniki prowadzonych badań mogłyby zostać potencjalnie wykorzystane do optymalizacji parametrów hemodializy u konkretnych pacjentów, a więc do personalizacji przebiegu sesji dializacyjnych