

## Matematyczne modele transportu otrzewnowego

Transport wody i substancji pomiędzy krwią, płynącą w naczyniach włosowatych, a płynem dializacyjnym wlanym do jamy otrzewnej, stanowi podstawę terapii medycznych zwanych dializą otrzewnową (u pacjentów ze schyłkową niewydolnością nerek) i lokalnej chemoterapii (u pacjentów z nowotworami narządów ograniczających jamę otrzewną). Modelowanie matematyczne pozwala na przyczynowy opis transportu (dostarczając zależności pomiędzy siłami napędzającymi transporta wielkością przepływu) oraz opis zależności parametrów transportu od struktury układu transportowego.

Proste modele kinetyczne, oparte na układzie równań różniczkowych zwyczajnych, umożliwiają estymację parametrów transportu, które z kolei są wykorzystywane do interpretacji danych klinicznych i eksperymentalnych. Już na tym poziomie pojawiają się założenia o charakterze strukturalnym, np. o istnieniu kilku typów porów w barierze oddzielającej krew od płynu otrzewnowego, a istniejące dane pomiarowe pozwalają na przyjęcie określonych założeń o strukturze tych porów. Tego typu modelowanie jest obecnie stosowane na szeroką skalę do oceny i planowania dializy otrzewnowej.

Rzeczywisty otrzewnowy układ transportowy jest jednak rozłożony przestrzennie, ze względu na przestrzenny rozkład naczyń włosowatych i limfatycznych, co, w połączeniu z czasową ewolucją transportu, powoduje konieczność zastosowania układu nieliniowych równań różniczkowych cząstkowych, po przyjęciu pewnych dodatkowych założeń. Równania te opisują połączony dyfuzyjno-konwekcyjny transport substancji między krwią a śródmiązszem poprzez ścianę naczyń włosowatych, następnie dyfuzyjno-konwekcyjny transport poprzez śródmiązsz i transport przez powierzchnię tkanki do/z płynu dializacyjnego. Transport płynu, wywołany przez łączne działanie gradientów ciśnień hydrostatycznego, onkotycznego i osmotycznego (pochodzącego od tzw. czynnika osmotycznego, np. glukozy) odbywa się na takiej samej drodze jak transport substancji. Unikalne w medycynie zastosowanie znacznego krystalicznego ciśnienia osmotycznego do wywołania transportu wody powoduje wystąpienie wielu problemów praktycznych i teoretycznych, nieznanymi we wcześniejszych badaniach transportu tkankowego.

Rozłożone modelowanie transportu substancji, potraktowane oddzielnie, przy upraszczających założeniach dotyczących przepływu wody, dostarczyło kilku użytecznych zależności teoretycznych oraz poprawnego opisu rozkładu stężenia substancji w tkance. Pozwoliło również na teoretyczne wyjaśnienie kontrowersji związanych z tzw. efektywnym przepływem krwi w czasie dializy otrzewnowej. Natomiast badania nad transportem wody, ze względu na wspomniane wyżej trudności, są jeszcze w stadium prób i poszukiwań odpowiedniego opisu teoretycznego.

Podsumowując, warto podkreślić praktyczne zastosowania uproszczonych modeli w warunkach klinicznych i eksperymentalnych, przy jednoczesnym braku pełnego opisu matematycznego procesów zachodzących w tkance podczas dializy otrzewnowej. Sformułowanie takiego opisu pozwoliłoby prawdopodobnie lepiej zrozumieć ograniczenia uproszczonych modeli oraz wyjaśnić istniejące obecnie rozbieżności w opiniach na temat szczegółów procesów transportowych biorących udział w wymianie wody i substancji pomiędzy krwią i płynem dializacyjnym.