

## Dializa

Woda stanowi środowisko wewnętrzne komórek oraz przestrzeni pozakomórkowej i dzięki swoim właściwościom chemicznym umożliwia przebieg wszystkich procesów niezbędnych do funkcjonowania organizmu. W środowisku wodnym znajdują się rozpuszczone wszystkie związki chemiczne budujące żywe organizmy i powstające podczas przemian metabolicznych. Woda pełni rolę środka transportu dla różnych substancji, a także wspomaga termoregulację dzięki zdolności parowania. Woda znajduje się w przestrzeni wewnątrzkomórkowej i pozakomórkowej do której zalicza się przestrzeń wewnątrznaczyniową, śródmiąższową oraz przestrzenie przewodu pokarmowego, jam opłucnowych, dróg moczowych czy kości, a pochodzi z podaży oraz z syntezy wewnątrzkomórkowej (tzw. woda metaboliczna - utlenienie 100g tłuszczu dostarcza 108 ml wody, węglowodanów - 58 ml a białek 44 ml). Pomiędzy przestrzeniami wodnymi są selektywnie półprzepuszczalne błony. Zatem rozmieszczenie tej wody nie jest równomierne, a jej przemieszczanie podlega regulacji na kilku poziomach. W wodzie rozmieszczone są kationy ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) i aniony ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) a także aniony metaboliczne, kwasy organiczne i białka anionowe. Skład roztworu w danym obszarze oddzielonym od innego błonami półprzepuszczalnymi podlega prawu elektroodporności zakładającemu równowagę pomiędzy sumą stężeń kationów i anionów. Jon sodowy odgrywa podstawową rolę w utrzymaniu równowagi kwasowo-zasadowej, wodno-elektrolitowej i osmotycznej. Wymiana składników i ewentualne wędrówki jonów czy wody pomiędzy przestrzeniami odbywające się poprzez selektywne błony komórkowe podlegają prawom chemicznym.

Roztwór wodny soli, wywierający identyczne ciśnienie osmotyczne z tym panującym w komórkach określany jest jako roztwór fizjologiczny. Określamy tak 0.9% roztwór  $\text{NaCl}$ . Jest on izotoniczny z osoczem krwi dlatego w tym roztworze krwinki czerwone nie ulegają hemolizie.

Rysunek przedstawia proces dializy - worek dializacyjny zawierający mleko umieszczony w roztworze buforowym do którego przemieszczają się drobnocząsteczkowe związki pochodzące z mleka.



Dializa to proces przechodzenia przez błonę półprzepuszczalną drobnocząsteczkowych substancji znajdujących się w roztworze. Stosuje się tę metodę w laboratorium do oczyszczania roztworów koloidalnych z drobnocząsteczkowych zanieczyszczeń. Metoda umożliwia zagęszczanie roztworów białek, które nie przechodzą przez błony dializacyjne, bez równoczesnego zagęszczania substancji drobnocząsteczkowych.

Właściwość tę wykorzystano już w starożytnym Rzymie i w średniowieczu lecząc mocznicę związaną z niewydolnością nerek poprzez gorące kąpiele, wywoływanie potów, puszczanie krwi i lewatywy.

EW Strauss i A Strauss w książce pt.: "100 największych osiągnięć medycyny" (Wydawnictwo Świat Książki 2009, strony 231-232) tak opisali historię wprowadzania procesu dializy do rutynowych zabiegów nefrologicznych przy niewydolności nerek:

„Szkocki chemik Thomas Graham (1805-1869), nazwany później ojcem dializy, zapoczątkował proces, który doprowadził do wynalezienia hemodializy. Jako chemik używał osmozy i dializy, wykorzystując błony półprzepuszczalne w laboratorium wyłącznie do oddzielania rozpuszczonych substancji lub usuwania wody z roztworów. Wskazał jednak możliwość użycia tego typu technik w medycynie. Społeczność medyczna nie interesowała się jego sugestią aż do czasu, kiedy niemiecki fizjolog Adolf Fick opublikował w 1855 roku ilościowy opis procesu dyfuzji. Pięćdziesiąt lat później Albert Einstein przedstawił podstawy naukowe tego procesu.

Niemniej jednak pierwszy historyczny opis użycia tej procedury w celach medycznych został opublikowany w 1913 roku. John J. Abel „dializował” znieczulone zwierzęta kierując ich krew poza organizm i do rurek zbudowanych z półprzepuszczalnych błon. Jedenaście lat później niemiecki lekarz Georg Haas przeprowadził pierwsze dializy u ludzi, ale wszystkich siedmiu chorych zmarło w wyniku reakcji alergicznych na środek hamujący krzepnięcie krwi – hirudynę. W końcu Haas zastosował zamiast niej heparynę, która wywoływała znacznie mniej powikłań.

Pierwsza udana hemodializa została przeprowadzona w 1954 roku przez Willera Wolffa w Holandii. Użył on obracającego się bębna zanurzonego w płynie, aby z powodzeniem leczyć sześćdziesięciosiedmioletnią chorą przyjętą do szpitala z ostrą niewydolnością nerek. Kobieta zmarła w wieku siedemdziesięciu trzech lat z powodu schorzenia niezwiązanego z niewydolnością nerek.

Obecnie hemodializa może być wykonywana przez pacjentów w domu jednak większość woli korzystać z centrów hemodializ. Przeprowadza się je 2-3 razy w tygodniu. Alternatywą jest udany

przeszczep nerki.”

### **Osmoza**

Osmoza to proces samorzutnego przechodzenia rozpuszczalnika (najczęściej wody) przez błonę półprzepuszczalną do roztworu. W konsekwencji wzrasta w roztworze ciśnienie, które nazywamy ciśnieniem osmotycznym. Ciśnienie osmotyczne zależy od liczby cząsteczek substancji rozpuszczonej oraz temperatury. Nie zależy natomiast od składu samej cząsteczki, jej masy cząsteczkowej czy ładunku elektrycznego.

Można scharakteryzować każdy roztwór pod względem jego aktywności osmotycznej, która zależy od rodzaju substancji i wynika z jej stężenia. Miarą tej aktywności jest osmolalność, która odpowiada iloczynowi liczby moli substancji rozpuszczonej oraz liczby cząsteczek (jonów) powstałych podczas dysocjacji w 1 kg rozpuszczalnika (dla komórek - wody). Wszystkie płyny biologiczne charakteryzują się określoną osmolalnością, którą można zmierzyć i która powinna być utrzymywana na stałym poziomie.

Roztwór NaCl o stężeniu 1 mmol/kg jako substancji dysocjującej wykaże aktywność osmotyczną równą 2 miliosmole podczas gdy roztwór glukozy (substancji niedysocjującej) o tym samym stężeniu tylko 1 miliosmol. Stąd roztwór NaCl wymieniony wyżej będzie hiperosmotyczny względem glukozy (hipoosmotycznej). Roztworem glukozy izoosmotycznym względem roztworu NaCl będzie jej roztwór o stężeniu 2 mmol/kg. Zmiany w osmotyczności płynów biologicznych mogą być niebezpieczne dla prawidłowego funkcjonowania komórek.

