

Education: Theory and Practice
Науката за образованието: теория и практика



Physics is an ever young science, Varna, October, 27 – 29, 2017
Физиката – вечно млада наука, Варна, 27 – 29 октомври 2017 г.

ПРОЦЕСЪТ ДИФУЗИЯ – ОСНОВА НА ДИАЛИЗАТА

Берна Сабит, Джемиле Дервиш, Мая Никова, Йорданка Енева

Медицински университет – Варна

Резюме. Тази статия представя същността на процесите дифузия и осмоза, закономерностите и приложението им в отделителната система на живия организъм, както и физичните основи на диализата. Това е метод за разделяне на високомолекулни съединения и колоидни частици на нискомолекулни примеси, съдържащи се в разтвора. Осъществява се чрез осмоза през неидеална полупроницаема мембрана. В медицинската практика се прилагат два основни вида бъбречна диализа – хемодиализа и перитонеална диализа. Хемодиализата е механичен процес, който имитира работата на здравите бъбреци. Използва се изкуствена мембрана – специален филтър, който извлича отпадъците и излишните течности от кръвта, като запазва баланса на минералите. При перитонеалната диализа кръвта се пречиства чрез стерил разтвор, съдържащ глюкоза, наречен диализат. Съществува и метод на хемофилтрация, при който от една канюлирана вена кръвта на пациента преминава през мембрана, която по свойства наподобява свойствата на бъбречните гломерули.

Ключови думи: дифузия; осмоза; диализа; медицински приложения

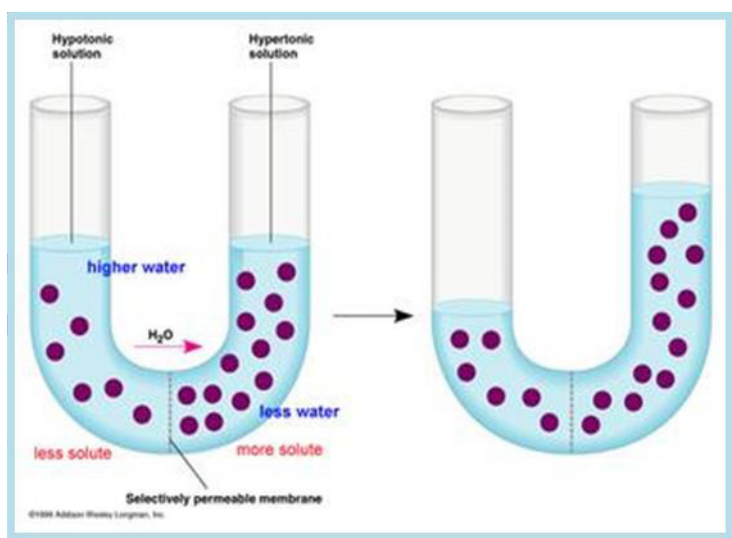
Осмоза, филтрация и дифузия

Дифузия – преминаване на вещества от област с по-висока към област с по-ниска концентрация под действие на топлинното движение на молекулите.

Протича в еднородна среда при различна концентрация на частиците или при контакт на разнородни среди.

Различията между полупроницаемите мембрани се основават на техния състав, структура, големина на порите и проницаемост за различни вещества. По произход мембраните се разделят на *естествени* и *изкуствени*. По пропускливостта си се делят на *идеални* – пропускат само разтворителя, и *неидеални* – пропускат разтворителя и разтворените в него малки молекули и йони, но не пропускат колоидни частици и макромолекули. Несвободната дифузия на течностите и на някои от разтворените в тях вещества през полупропускливите мембрани се нарича *осмоза*.

Явлението осмоза се наблюдава в U-видна тръба, разделена на две части от полупропусклива мембрана, през която може да преминава само вода. Водните молекули преминават през мембраната в двете посоки, а останалите молекули не преминават. Тъй като броят на водните молекули в развора е по-малък, нивото на водата се понижава, а това на развора се повишава. Процесът продължава, докато се уравни налягането на дифузионния поток (фиг. 1).



Фигура 1

Според теорията на Вант Хоф налягането, което молекулите на разтвореното вещество упражняват върху стените на съда, се нарича *осмотично налягане*. Осмотичното налягане се измерва най-често в килопаскали (*kPa*). Ако

два разтвора се намират в осмотично равновесие, без да обменят разтворител помежду си, са *изотонични*. Ако равновесието не е достигнато, по-разреденият разтвор е *хипотоничен* спрямо другия, а по-концентрираният е *хипертоничен* спрямо първия.

Осмозата е главният процес, чрез който се извършва обмяна на веществата в организмите. Водата от хипотоничната среда прониква в клетките дотогава, докато осмотичните налягания на средата и на клетката не се изравнят или докато хидростатичното налягане в клетката нарасне и еластичното противодействие на мембраната не уравни осмотичното налягане. В такъв случай клетките се издуват и може да настъпи *лизис* – разкъсване на мембраните и изливане на съдържанието им. След като водата напусне клетката, те се свиват – настъпва *плазмолиза*.

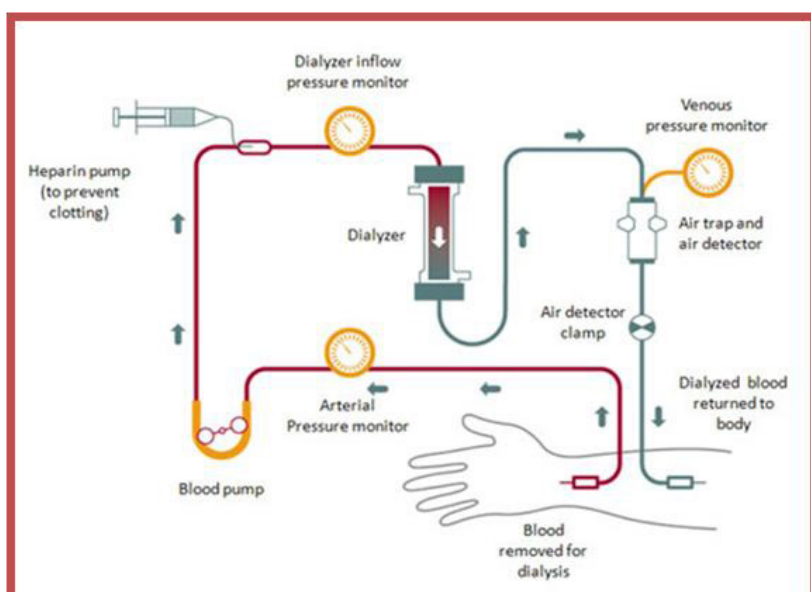
Филтрация – преминаване на течност през мембранните пори под действието на хидростатичното налягане.

Диализа

Диализата е метод за разделяне на високомолекулни съединения и колоидни части на нискомолекулни примеси, съдържащи се в разтвора, чрез осмоза през неидеална полупроницаема мембрана. Ползва се най-често за пречистване на разтвори с помощта на уреди, наречени диализатори. Най-простият диализатор се състои от два съда, единият от които е поставен в другия, като поне едната му стена е от подходяща полупроницаема мембрана. Пречистващият разтвор първоначално се налива във вътрешния съд, а външният първоначално съдържа само чист разтворител. Така малките молекули и йони от разтвора преминават през мембраната в съда с разтворителя, а големите остават. За да се извлекат от разтвора всички малки частици, е необходимо разтворителят да се поддържа чист. Диализата може да бъде и ускорена, като се използва и електрично поле за привличане на йоните. Този метод се нарича електродиализа (фиг. 2).

Бъбреците имат важна роля за здравето, тъй като поддържат вътрешното равновесие на вода и минерали в организма. Крайните продукти на метаболизма, които не могат да бъдат отделени чрез дишането, също се изхвърлят чрез бъбреците.

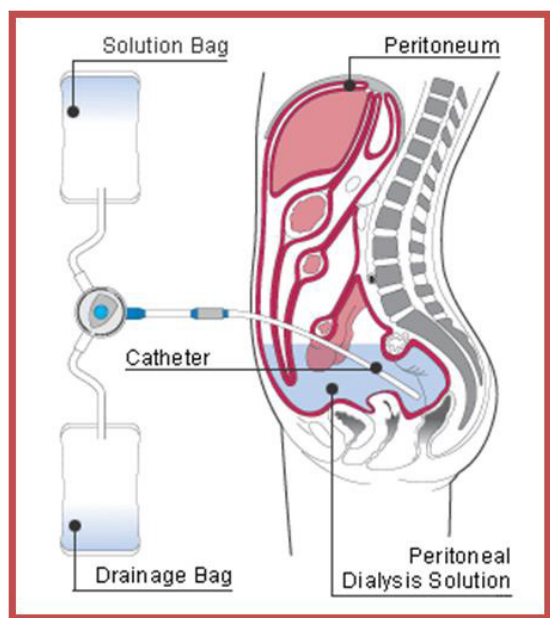
За замяна ролята на бъбреците, пациентите в напреднал стадий на бъбречна недостатъчност биват подлагани на бъбречна диализа. Диализата се прилага за пречистване на кръвта от токсични вещества, които нормално се отделят от бъбреците (урей, пикочна киселина и др.). В този случай тя се нарича хемодиализа, а апаратите се наричат хемодиализатори или изкуствени бъбреци. Кръвта от тялото на болния се отклонява от някоя артерия (обикновено лъчевата) и протича през съд извън тялото, наречен хемодиализна камера. В България пациентите на диализно лечение наброяват 3000.



Фигура 2

В медицинската практика се прилагат два основни вида бъбречна диализа – хемодиализа (фиг. 2) и перитонеална диализа (фиг. 3). Хемодиализата е механичен процес, който имитира работата на здравите бъбреци. Използва се изкуствена мембрана (диализатор) – специален филтър, който извлича отпадъците и излишните течности от кръвта, като запазва баланса на минералите. Хемодиализата отстранява излишните течности от кръвта чрез процес, наречен ултрафилтрация. За да се премахне ненужната вода, се прилага налягане върху изпълнената с кръв страна на полупропускливата мембрана в диализатора. Това налягане изгласква соли и вода от кръвта в диализата, които се отстраняват.

При перитонеалната диализа кръвта се пречиства чрез стерилен разтвор, съдържащ глюкоза, наречен диализат. Задължително е да се използват диализни концентрати и е недопустимо използването на вода за диализа, която не е обработена с обратна осмоза. Също така е недопустимо използване на вода за диализа с електропроводимост над 100 μS . Той се влива чрез тръба в перитонеалната кухина. Преди първата перитонеална диализа се извършва операция, за да се създаде достъп в коремната област. В някои случаи методът не е толкова ефективен, колкото хемодиализата. Ефикасността на перитонеална диализа е ниска, ако обемът на корема е намален поради сраствания, тумори или големи поликистозни бъбреци.



Фигура 3

Съществува и метод на хемофилтрация, при който от една канюлирана вена кръвта на пациента преминава през мембрана, която по свойства наподобява свойствата на бъбречните гломерули (това е частта от нефрона, където се филтрира първично кръвта). Филтрираната течност съдържа освен ненужните азотсъдържащи вещества и много соли и вода. Филтрираното количество се замества по венозен път с изотониен разтвор (разтвор с нормалната за организма концентрация на соли и електролити). Хемофилтрацията натоварва по-малко кръвообращението. Процедурата се провежда три пъти седмично. Въпреки че самата хемодиализа не причинява болка или дискомфорт, някои пациенти се оплакват от ниско кръвно налягане, главоболие, спазми, гадене, повръщане. Това обикновено отшумява след няколко процедури.

Бъбречната диализа изисква стриктно планиране на времето и значителни промени в начина на живот. Въпреки това доста от пациентите на диализа могат да работят и да водят нормален начин на живот.

Желателно е да се ограничи и приемът на храни, които са богати на фосфор и калий. Белтъчините, които консумирате, също трябва да са в минимални количества. Изследванията показват, че редовната консумация на сок от нар може да помогне на пациентите на диализа да се предпазят от редица усложнения, като намалява риска от сърдечносъдови инциденти и инфекции.

Трябва да се знае, че бъбречната диализа не е метод на лечение при болните в краен стадий на бъбречна недостатъчност – тя е средство за поддържане на жизнената им функция. Затова тя не бива да се прекратява, освен ако не бъде извършена успешна трансплантация на бъбрек (фиг. 3).

Статистически данни

Близо 2 милиона души по целия свят страдат от напреднал стадий на бъбречна недостатъчност. Всяка година броят на пациентите, диагностицирани с това заболяване, се увеличава с 5 – 7%. В Япония, Мексико, САЩ и Белгия процентът на болните е най-висок. Хемодиализата е по-предпочитан метод в сравнение с перитонеалната диализа, приложен в 90% от случаите. Преживяемостта след първите 5 години на хемодиализа е 35%.

Благодарности. Идеята за това проучване дойде от студентската сесия в Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна, „Биофизика – клинични приложения: принципи, концепции и методи“ с ръководители ас. Йорданка Енева и на доц. Стефан Кръстев, д.бф.н., ръководител на Катедрата по физика и биофизика.

THE DIFFUSION AS A BASE OF DIALYSIS

Abstract. The aim of this paper is to present the nature of the processes osmosis and diffusion, their crucial part in the excretory system of the living organism as well as the physical principles behind dialysis. There are two methods of dialysis - hemodialysis and peritoneal dialysis.

Keywords: diffusion; osmosis; dialysis; medical applications

✉ **Ms. Berna Sabit, Ms. Dzhemile Dervish,
Ms. Maya Nikova, Ms. Iordanka Eneva (corresponding author)**

Department of Physics and Biophysics
Medical University – Varna
55, Marin Drinov St.
9002 Varna, Bulgaria
E-mail: Yordanka.Eneva@mu-varna.bg