



УДК 53.01:612

ДИФФУЗИЯ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАНАХ**Орлов Алексей Вениаминович**

кандидат технических наук, доцент

Крючко Наталья Юрьевна

студент

Стерлитамакский филиал университета науки и технологий, г. Стерлитамак

Аннотация. В статье приведены результаты численного эксперимента по изучению переноса макроэлементов через биологические мембраны посредством диффузии.

Ключевые слова: диффузия, транспорт вещества, мембраны, ионные каналы, макроэлементы.

Микро- и макроэлементы – химические элементы, присутствующие в организме человека в очень небольших количествах: микроэлементы содержатся в концентрации от 0,00001% до 0,01%, а макроэлементы – в концентрации 0,01% - 0,1% от массы тела. Среди 104 известных макро- и микроэлементов примерно 1/3 представляют компоненты важные для организма – это структурные элементы скелета и мягких тканей, а также факторы, регулирующие многие физические функции, включая обмен белков, жиров, углеводов, теплообмен, размножение, реакции иммунитета и др. [3]. Поскольку человеческий организм не может естественным образом синтезировать эти элементы, важно чтобы люди потребляли их через свой рацион или с помощью добавок.

Макро- и микроэлементы классифицируются как эссенциальные (жизненно необходимые), условно-эссенциальные, потенциально токсичные. Каждый из микроэлементов имеет разные роли и функции, их дефицит или избыток может привести к различным клиническим проявлениям в организме.

Диффузия – фундаментальный процесс, лежащий в основе функционирования систем любого уровня организации, начиная с уровня элементарных частиц (электронная диффузия) и заканчивая биосферным уровнем (круговорот веществ в биосфере). Этот процесс играет большую роль и в жизни живых организмов, определяя нормальный обмен веществ между организмом и средой, а также между различными частями самого организма. Например, питание и дыхание человека являются типичными диффузионными процессами. Основную роль в диффузионных процессах в живых организмах играют мембраны клеток, обладающие избирательной проницаемостью. Прохождение веществ через мембраны зависит от многих факторов: от размеров молекул; от электрического заряда; от присутствия и числа молекул воды; от растворимости этих частиц в жирах; от структуры мембраны. Благодаря диффузии в

тканевых жидкостях происходит транспорт полезных нутриентов и продуктов метаболизма, осуществляется перенос вещества.

Перенос вещества в биологических системах является сложным процессом и может осуществляться многими способами. В зависимости от того, чем представлен источник энергии для переноса веществ и что является движущей силой, все виды переноса разделяются на активный и пассивный транспорт. Пассивный транспорт происходит за счет энергии, сконцентрированной в каком-либо градиенте и не связан с затратой энергии гидролиза АТФ. Пассивная диффузия может быть простой или облегченной [2]. Простая диффузия происходит, когда молекулы движутся через полупроницаемую мембрану, причем белковые каналы не помогают этому движению. Направление простой диффузии определяется только разностью концентрации вещества по обеим сторонам мембраны. Путём простой диффузии в клетку проникают гидрофобные вещества и полярные маленькие молекулы. Облегченная диффузия использует интегральные мембранные белки для перемещения полярных или заряженных веществ через гидрофобные области мембраны. Интегральные белки, участвующие в облегченной диффузии, в совокупности называются транспортными белками; они функционируют либо как каналы для материала, либо как носители. Участие белков-переносчиков обеспечивает более высокую скорость облегчённой диффузии по сравнению с простой. Белок-носитель связывает вещество и при этом вызывает изменение своей собственной формы, перемещая молекулы снаружи клетки внутрь. Канал и белки-носители транспортируют вещество с разной скоростью. Каналы обеспечивают диффузию со скоростью десятков миллионов молекул в секунду, тогда как белки-носители работают со скоростью от тысячи до миллиона молекул в секунду.

Наряду с пассивным транспортом в мембранах клетки происходит перенос молекул и ионов в сторону большего электрохимического потенциала (молекулы переносятся в область большей их концентрации, а ионы – против силы, действующей на них со стороны электрического поля) [1]. При противогradientном переносе клетка совершает определённую работу и затрачивает на это свободную энергию. Такой перенос вещества – активная диффузия совершается с затратой энергии метаболических процессов, поэтому может приводить к аномальным величинам распределения. Известно, что большая часть энергии, вырабатываемой эритроцитами, идёт на поддержание неравномерного распределения катионов. Явление активного переноса к настоящему времени обнаружено у большинства клеток и тканей. Большинство учёных придерживаются мнения, что в клетках имеются насосы, работающие за счет свободной энергии гидролиза АТФ, осуществляемого особыми ферментами – переносчиками – транспортными АТФ-азами [1].

В рамках данной работы проведен численный эксперимент по исследованию диффузии

катионов через биологические мембраны. В виде таблицы 1 приведены значения внеклеточной и внутриклеточной концентрации, их отношения для ионов калия и натрия.

Таблица 1.

Ионы	Внеклеточная концентрация	Внутриклеточная концентрация	Отношение
K^+	5	100	1:20
Na^+	150	15	10:1

На рис.1 приводятся значения мембранного потенциала клетки при диффузии нутриентов калия в зависимости от концентрации ионов внутри и вне клетки.

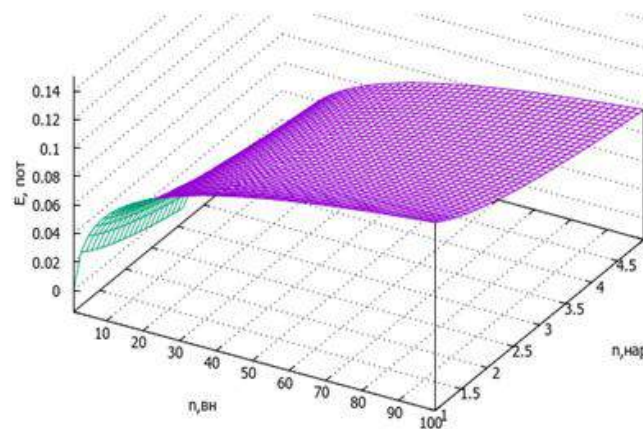


Рисунок 1 – Величина мембранного потенциала при диффузии ионов калия в зависимости от концентрации ионов внутри и вне клетки

Согласно расчетам, при возрастании концентрации ионов калия происходит рост потенциала мембраны, который через некоторое время приходит к равновесному значению по аналогии с облегченной диффузией.

Список литературы:

1. Баранов А.П., Клименок М.Ф. Медицинская и биологическая физика: Витебск, ВГМУ, 2010. 392 с.
2. Волькенштейн М.В. Общая биофизика. М.: Наука, 1988. 582 с.