

РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ

"Вода. Загадочная биологическая молекула"

"Water. The Forgotten Biological Molecule" / Ed. by Denis Le Bihan
(NeuroSpin, France), Hidenao Fukuyama (Kyoto University, Japan)

Много веков ученые изучают химическое вещество с простой формулой – H_2O . Однако эта простота обманчива. Почему одна из самых маленьких и легких молекул играет главную роль во всех биологических процессах и является "матрицей жизни"? Большая теплоемкость, высокая теплопроводность и высокое содержание воды в организмах вносят вклад в тепловое регулирование и предотвращают локальные температурные колебания. Высокая латентная теплота испарения обеспечивает сопротивление к обезвоживанию и значительному охлаждению при испарении. Вода – превосходный растворитель, особенно для полярных и ионных соединений и солей, благодаря ее полярности, высокой диэлектрической постоянной и малому размеру молекул. Обладая уникальным свойством гидратации по отношению к биологическим макромолекулам (особенно к белкам и нуклеиновым кислотам), она определяет трехмерные структуры последних и, следовательно, их функции в растворе. Эта гидратация формирует гели, которые могут обратимо подвергаться золь-гель фазовым переходам, лежащим в основе многих клеточных механизмов. Вода ионизируется и позволяет легко протекать протонному обмену между молекулами, способствуя таким образом богатству ионных взаимодействий в биологии. Однако и по сей день существует ряд фундаментальных вопросов, на которые пока нет окончательных ответов. Вода постоянно ставит перед учеными целые комплексы сложных вопросов. В этом контексте книга "Water. The Forgotten Biological Molecule", несомненно, представляет большой интерес.

Рецензируемая книга состоит из 6 частей, которые включают 18 глав.

Часть I. "Структура молекулы воды". Представлена одной главой, которая написана Мартином Чаплином – известным в мировом научном сообществе ученым, который уже много лет исследует структуру воды.

Часть II. "Вода как растворитель". Состоит из четырех глав. В данной части рассмотрены особенности поведения воды как растворителя с акцентом на свойства воды в биологических системах. Проанализированы результаты, полученные различными методами. Даны рекомендации по применению тех методов, которые, по мнению авторов, могут стать успешной методологией для решения рассматриваемых научных задач.

Часть III. Состоит из двух глав. Посвящена поведению воды на границе раздела фаз и особенностям воды, смежной с гидрофильной границей раздела фаз.

Часть IV. Включает главы 8 – 11, названные соответственно "Вода и мембраны: с точки зрения молекулярно-динамического моделирования "; "Вода в мембранах. Вода в клетках: нейтронное исследование динамики и взаимодействий "; "Структура и ингибирование воды каналами мозга"; "Вода, мембраны и жизнь без воды". Названия глав отражают весь спектр рассматриваемых вопросов.

Часть V. "Вода и клеточная структура/физиология". Состоит из четырех глав. В главе 12 сделан акцент на такой важный вопрос, как появление различных видов водных структур в живой клетке. Это имеет значение не только для оптимизации катализирующей силы ферментов, но и для процессов регуляции. Даже небольшие изменения в аминокислотной последовательности, т.е. в "архитектуре" отдельных ферментов, могут привести к изменению структурных свойств воды в непосредственной близости от каталитического центра фермента. Высказано предположение, что временное или постоянное изменение структуры воды вокруг белка может изменять функциональное состояние или способ укладки этого белка. В главе 13 рассмотрен гомеостаз, основанный на воде, который важен в многоклеточных биологических системах. Глава 15 посвящена движению воды, связанному с нейронной активностью, выявленному методами оптического картирования (intrinsic optical signals – IOS), а также цифровой голографической микроскопией (DHM). Эти методы позволили определить два вида движения воды, которое связано с нейронной активностью. Первый вид, с вовлечением в основном астроцитов, представляет собой "медленное" движение воды (в пределах секунд) по сравнению с периодом действия электрических явлений, связанных с нейронной активностью. На практике "медленное" движение воды характеризуется ее перемещением на расстояние нескольких сотен микрометров в коре головного мозга, преимущественно в радиальном направлении. Второй – это "быстрое" движение воды, которое, как показано DHM (в масштабе сотой доли секунды), связано с глутамат-опосредованной нейронной активностью и ведет к значительному нейронному набуханию. Более того, "быстрое" движение воды, вызывая внутриклеточные изменения индекса преломления и, следовательно, изменение процесса рассеяния света, вероятно, является одним из основных механизмов, участвующих в создании оптических сигналов по событию (event-related), измеренных у человека. Кроме того, динамика двух различных движений воды требует наличия клеточной мембраны, высокопроницаемой для воды. Ключевую роль при этом играют водные каналы (the aquaporins, AQP), а также движения воды с участием унипортов и контрапортов. Этот результат хорошо согласуется с данными, полученными при помощи метода сверхбыстрой ядерно-магнитно-резонансной томографии

(МРТ). Таким образом, клеточные мембраны в головном мозге, хотя и могут препятствовать процессу диффузии воды, однако очень проницаемы для воды.

Для оценки индивидуального вклада "быстрого" и "медленного" движений воды в процесс диффузии воды в головном мозге необходимы дальнейшие исследования. На данном этапе достаточно сложно напрямую связать эти движения воды с медленной и быстрой фазами диффузии, которые обнаружены с помощью диффузно-чувствительных сигналов МРТ.

Часть VI. "Вода, здоровье и жизнь" – заключительная. Она включает главы 16 – 18. В этих главах вода рассматривается как ключевая молекула для жизни, обмена веществ и создания биоразнообразия в природе. Автор главы 16 "Вода и Разум: роль воды, клеточных мембран и диффузии в визуализации функций мозга" ставил своей целью вызвать интерес у читателей к загадочным взаимодействиям, которые могут иметь место между функционированием нашего мозга и "молекулой разума". Данная цель, на мой взгляд, им успешно достигнута. До сих пор вода была молекулой выбора для функциональной нейровизуализации, независимо от применяемого механизма, позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) или МРТ. Это не случайно, учитывая ее повсеместное присутствие в живых организмах и в головном мозге. Жизнь не может существовать без жидкой воды, но остается удивительным, что, несмотря на большое количество теорий, касающихся необычных физических свойств жидкой воды, и иногда достаточно дискуссионных, мы все еще не понимаем особых отношений этой крошечной и простой молекулы с нашим организмом.

Особенности молекул воды необходимы для работы биологических механизмов, происходящих в клетках, что, в свою очередь, оказывает значительное влияние на молекулярную структуру самой воды, и эти взаимоотношения часто оставались незамеченными раньше. Одной из таких особенностей является молекулярная диффузия воды. Механизмы, лежащие в основе диффузии воды, на молекулярном уровне все еще являются предметом исследований. Однако и здесь жизнь накладывает свой отпечаток, так как даже этот процесс, случайный по своему определению, был модифицирован или даже использован в живых организмах. Вследствие наличия многочисленных структурных элементов диффузия воды в клетках отличается во времени (в миллисекундах) от диффузии в объеме воды и с большой точностью отражает тонкие изменения в воде и клеточной структуре, которые сопровождают различные физиологические и патологические состояния. Этим и обеспечивается значительный успех диффузной МРТ, с помощью которой можно контролировать такие тонкие изменения с большей точностью в пространстве и времени. Авторы обращают внимание, что многие вопросы все еще остаются без ответа.

Таким образом, вода не является просто пассивным участником в физиологии клетки. Это особенно верно для коры головного мозга, где сложные биофизические механизмы между событиями в мембране, движением воды и структурой могут играть важную роль во время активации (работы) мозга. Показано, как всеобъемлюще жизнь связана с этой кажущейся простой и такой распространенной молекулой: от общей физиологии до глубинных аспектов функционирования мозга. Хочу отметить, что мной неоднократно подчеркивалась важная роль воды в формировании интеллекта человека [Гончарук В.В. Наука о воде. – Киев: Наукова думка, 2010. – 511 с.].

В заключение в контексте рецензируемой книги хочу особо обратить внимание на то, что книга "Вода. Загадочная биологическая молекула" – еще один неоспоримый аргумент из множества уже имеющихся, который подтверждает безотлагательную необходимость введения интегральных методов биотестирования в государственные стандарты для контроля качества питьевых вод. Об этом мы заявили еще задолго до выхода книги (JWCh&Technology. – 2001. – 23, № 5. – Р. 48 – 54; JWCh&Technology. – 2004. – 26, №4. – Р. 48 – 53). Разработанные нами методы биотестирования заложены в новый Государственный Стандарт Украины на питьевую воду (JWCh&Technology. – 2010, № 5. – Р. 255 – 283.). Предлагаемые интегральные методы биотестирования предназначены для выявления острой токсичности на уровне организма и хронической токсичности на клеточном уровне. Для этого использованы цитогенетические методы на биологических объектах. Так, на цитогенетическом уровне определено поведение клетки в той или иной воде и зафиксировано ее аномальное поведение. Если вода чистая, то клетки делятся по классическим законам биологии, если вода токсичная, то клетки начинают делиться неправильно – вместо одного ядра в них появляются два или несколько ядер. Это означает, что мы практически реализуем те возможности, которые заложены природой в "загадочную биологическую молекулу".

Таким образом, книга "Вода. Загадочная биологическая молекула" заслуживает, безусловно, позитивной оценки. Она представляет интерес для достаточно широкого круга специалистов, работающих в области биохимии, физиологии, медицины, физики.

Академик НАН Украины В.В. Гончарук