Вода для жизни (2005-2015)

Биологические науки

РОЛЬ ВОДЫ В ОСНОВНЫХ СТРУКТУРАХ ЖИВОГО ОРГАНИЗМА М.А. Кутимская, М.Ю. Бузунова

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия

Живые организмы, в частности человек, без воды существовать не могут. У человека, при общем содержании воды около 60% массы тела, внутриклеточная вода составляет 40%, межклеточная жидкость — 16%, внутрисосудистая—4,5%. Характер физикохимических процессов в тканях определяют ионы $(K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, SO^{2-}, HCO^-)$ и др.), а также микроэлементы. Всасывание электролитов в кишечнике обеспечивает поступление различных веществ, в частности солей, в кровь. С кровью или лимфой они переносятся к клеткам организма. По солевому составу вне- и внутриклеточные жидкости резко отличаются: в клетках высоко содержание K^+, Mg^{2+} и фосфатов, вне клеток — Na^+, Ca^{2+}, Cl^- . Ионная асимметрия обеспечивается деятельностью плазматических мембран и связыванием ряда ионов химическими компонентами клеток. Внутри клеток ионы также распределены неравномерно: Na^+ больше в ядре, чем в цитоплазме, Ca^{2+} — в митохондриях. Деятельность органов и систем, обеспечивающих водно-солевой гомеостаз, координируется центральной нервной системой (головным мозгом). В процессе эволюции возрастает

точность и эффективность механизма регуляции водно-солевого обмена.

Вода входит в состав цитоплазмы клеток и тканевой жидкости. Тканевая жидкость служит посредником между клеточными элементами тела и кровью. Из нее клетки получают все питательные вещества и ей отдают продукты обмена (рис.1).

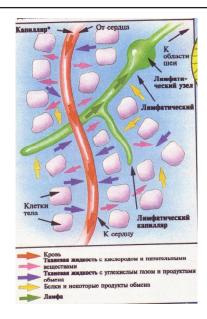


Рис. 1. Движение веществ в тканевой жидкости.

Обмен всегда сопровождается выходом из крови и тканей растворенных веществ и воды. Часть тканевой жидкости из межклеточных пространств проникает через стенку лимфатических капилляров, оттекая по ним в лимфатические сосуды, по которым возвращается в кровь в венозной части сосудистой системы. Тканевая жидкость является производным крови и отделена от нее эндотелием капилляра. Лимфати-

ческие сосуды имеют очень тонкую стенку по сравнению с кровеносной системой. В ней выделяют органы иммунной системы и лимфоносные пути, выполняющие транспортные функции. Лимфатическая система участвует в процессе пищеварения (всасывание из кишечника жиров), а также возвращает белки, воду и соли из тканей в кровь. Объем лимфы в организме человека 1-2 л. Движение лимфы по лимфатическим сообеспечивается физиологической судам активностью органов, сокращением мышц тела и отрицательным давлением в венах. Давление лимфы равно 200 μ/m^2 , но может возрастать до $600 \ \mu/m^2$.

Основной составляющей лимфы является вода. Одним из главных свойств воды является способность воспринимать и хранить информацию. С понятием информации связано полеконтинуальное состояние материи. Организм, как открытая система, обменивается энергией и информацией с внешней средой, следовательно, он должен содержать специальную систему, ответственную за поддержание энергоинформационного гомеостаза организма. Вода существенным образом влияет на электрические свойства органов и тканей. Биологические макромолекулы, в частности белки и нуклеиновые кислоты, информационны (представляют собой «тексты»), в водном растворе они есть макроионы, несут множество заряженных групп.

Биополимеры функционируют в водном окружении. Вода является незаменимой компонентой клеток и организмов, благодаря водородным связям (рис.2). На рис.2 сплошная черта означает ковалентную связь, пунктир — водородную. Энергия водород-

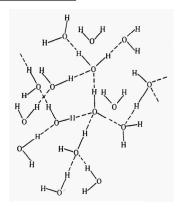


Рис.2. Структура жидкой воды

ных связей порядка 4-29 кДж/моль и именно они определяют строение и свойства воды. Вещества, содержащие группу *ОН* — водородную связь имеют большие значения диэлектрических проницаемостей.

Вода квазикристаллична, каждая молекула воды имеет 4 соседа. В более ранних работах при исследовании мембранного потенциала мы указывали на транспорт ионов $K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}$, а также на то, что ионов K^+ больше внутри клетки \sim в 300 раз, чем Na^+ . Из-за наличия градиентов концентрации ионов возникает разность потенциалов между цитоплазмой и окружающей средой порядка 50-70 Мв. Разница в концентрациях ионов, видимо, связана с эволюцией клетки. Предполагается, что первые клетки возникли в морской воде. Из коллоидной химии известно образование коацерватных капель благодаря расслоению раствора и растворенного вещества. Переход от добиологической эволюции к биологической связан с возникновением генетического кода — носителя информации. Следует отметить, что активный перенос воды в теле человека или животного нигде не обнаружен.

Вода в организме присутствует в виде растворов, электролитов, тканевой и лимфатической жидкостях. Направленное движение лимфы может описываться потоковыми моделями, например, использующими уравнения гидродинамики:

$$\frac{\partial N_{i}}{\partial t} = q - a N_{i} N_{j} - a N_{i}^{2} - diV(N_{i}V)$$
(1)

где q — скорость образования i-той частицы; $N_i N_j$ — концентрация взаимодействующих частиц; $diV(N_i V)$ — диффузия и другие виды движения.

Если учесть не только длину лимфатических сосудов, но и сечение можно воспользоваться телеграфными уравнениями, аналогично тем, которые используются при описании гемодинамических процессов:

$$-\frac{\partial P}{\partial y} = LC \frac{\partial Q}{\partial t} + RQ$$

$$-\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{1}{c} \frac{\partial Q}{\partial y}$$
(2)

где $R=8\pi\eta/S^2$; c=2rS/Eh; L=r/S; где η — вязкость лимфы; S — площадь лимфатического сосуда; Q=Su — объемная скорость лимфы; u — линейная скорость; h — толщина сосуда; E — модуль упругости.

Расчеты скоростей выноса отработанных частиц, ядов, токсинов и скоростей переноса питательных веществ к клеткам организма помогут оценить динамические процессы и их характеристики, а также роль воды — растворителя, регулирующего все функции, включая активность растворенных веществ, которые она разносит по организму, увеличивая продолжительность жизни животных и человека.

КОНТРОЛЬ ЧИСЛЕННОСТИ ВОДНЫХ ОБИТАТЕЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Н.А. Петренко

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия

Рассмотрим математическую модель совместного существования двух биологических видов типа «хищник — жертва», называемую моделью Лотки — Вольтера. Пусть есть два биологических вида, которые совместно обитают в изолированной среде. Будем для определенности называть их карасями и шуками. Караси и шуки живут в некотором изолированном пруду. Среда предоставляет карасям питание в неограниченном количестве, а шуки питаются лишь карасями. Обозначим: у — число щук, х — число карасей.

Со временем число карасей и шук меняется, но так как рыбы в пруду много, то не будем различать 1020 карасей или 1021 и поэтому будем считать х и у непрерывными функциями времени t. Будем называть пару чисел (x, y) состоянием модели. Рассмотрим, как меняется состояние (x, y) с течением времени. Пусть х' — скорость изменения численности карасей. Если щук нет, то число карасей увеличивается и тем быстрее, чем больше карасей. Будем считать, что эта зависимость линейная : $x' \sim \varepsilon 1 x$, причем коэффициент $\varepsilon 1$ зависит только от условий жизни карасей, их естественной смертности и рождаемости. Скорость изменения у' числа щук (если нет карасей), зависит от числа щук у. Будем считать, что $y' \sim \varepsilon 2 y$, если карасей нет, то чис-