

где $C(0)$ – концентрация индикатора сразу после его введения в организм (считаем, что проникновение индикатора во все жидкие среды и перемешивание происходит мгновенно). Из выражения (2) следует, что кривая $C(t)$ в полулогарифмических координатах должна иметь вид прямой линии, пересекающей ось ординат в точке $C(0)$. Таким образом, если экспериментально полученную кривую разведения индикатора (т.е. зависимость концентрации индикатора от времени) построить в полулогарифмических координатах и аппроксимировать ее к оси ординат, то можно получить искомое значение $C(0)$, необходимое для вычисления объема жидкой фазы организма.

Заметное в левой части графика на рисунке 1 существенное превышение реально измеренной концентрации индикатора (сплошная линия) над ее аппроксимацией (штриховая линия) говорит о том, что в действительности равномерное распределение индикатора

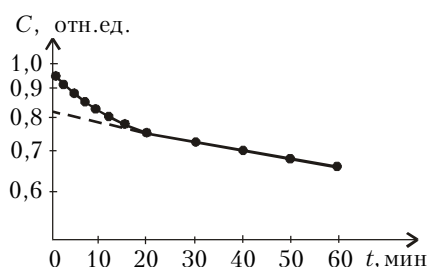


Рис.1. Изменение концентрации индикатора в плазме крови с течением времени

происходит не мгновенно, и в течение всего времени распределения концентрация в крови несколько больше, чем в остальных жидких средах организма.

У взрослых мужчин масса воды, содержащейся в организме и измеренная так, как это описано выше, составляет в среднем 60% массы тела, а у женщин – 50%. При этом большая часть воды находится в мышцах (32% массы тела), коже (13%) и крови (7%).

Аналогичным способом можно измерить объем внеклеточной жидкости в организме. Для этого в кровь человека вводят индикаторы, не проникающие через клеточные мембраны. Такими индикаторами обычно являются различные сахара, а в качестве стандартного вещества, используемого для определения суммарного внеклеточного пространства, исследователями был выбран инулин, который очень быстро выводится из организма. Масса воды во внеклеточном пространстве, определенная с помощью инулина (инулиновое пространство), составляет в среднем 16,5% массы тела. Однако если использовать в качестве индикатора другие вещества (такие, как тиоцианат) и ждать достаточно долго (от 5 до 10 часов), то окажется, что истинное внеклеточное пространство может составлять до 27% массы тела.

Очевидно, что объем воды, содержащейся внутри клеток, можно найти, вычитая из суммарной воды организма ее внеклеточную часть. Поэтому считают, что внутриклеточная вода составляет около 33% массы человека.

Чудесный фильтр

Все клетки нашего организма окружены со всех сторон межклеточной жидкостью. Необходимым условием работы клеток является постоянство объема этой жидкости и ее состава. Это утверждение впервые высказал более 100 лет назад известный французский физиолог Клод Бернар. Каким же образом поддерживается это постоянство?

В принципе, количество воды в организме и состав межклеточной жидкости регулируются нами подсознательно, когда мы, например, удовлетворяем возникшее чувство голода или жажды. Большая часть избытка воды и электролитов выводится через почки, поэтому основой для поддержания постоянного состава и объема жидкостей организма является нормальная работа почек. Структурно-функциональной единицей почки, в которой происходит образование мочи, служит нефрон. В каждой почке человека, имеющей массу около 150 г, содержится приблизительно 1 млн нефронов.

Как изображено на рисунке 2, нефрон состоит из двух основных частей: почечного клубочка 1 и канальцев 2, изогнутых в виде петли Генле 3. Артериальная

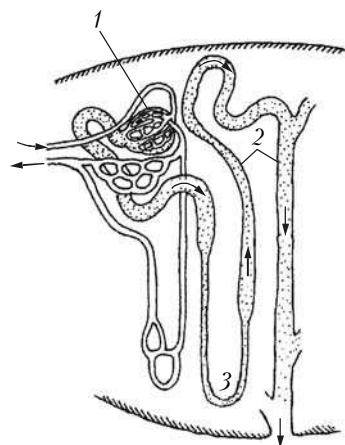


Рис.2. Схематическое изображение нефрона

кровь, проходя через капилляры, находящиеся в клубочке, фильтруется через их стенки, и получившийся фильтрат оказывается в полости, открывающейся в почечный каналец. Эта жидкость, уже не содержащая молекул с молекулярной массой больше 80000 дальтон (в химии атомную единицу массы называют дальтоном и, соответственно, молекулярную массу измеряют в дальтонах), получила название первичной мочи. Ее объем составляет в сутки около 180 л, а по составу она отличается от плазмы крови только тем, что в ней отсутствуют высокомолекулярные белки.

Источником энергии для фильтрации плазмы крови в почечном клубочке служит сердце. Сокращаясь, оно создает избыточное давление (20–30 мм рт. ст.) внутри капилляра в клубочке, которое и заставляет часть проходящей через капилляр крови фильтроваться через его стенку, образуя первичную мочу. В почечном канальце, изогнутом в виде петли Генле, происходит концентрация первичной мочи, и в результате 99 % содержащейся в ней воды – 178,5 л в сутки – возвра-