

Незаменимый минимум

То, что человек почти наполовину состоит из воды, известно практически любому любознательному человеку. О другой половине нашего организма известно тоже достаточно много, хотя и не столь широкому кругу людей. А ведь человека можно назвать ходячей периодической системой элементов. Еще А.П. Виноградов в 1933 г. указывал, что нельзя отрицать физиологической роли ни одного из известных элементов периодической системы для тех или иных организмов. Кроме того, живые существа способны концентрировать отдельные элементы, рассеянные в окружающей среде (эту способность В.И. Вернадский называл «концентрационной функцией»). Так, например, в морских растениях концентрация кремния выше, чем в морской воде, в 103–105 раз, фосфора – в 105, марганца – в 103–104 раза.

В качестве материалов для построения живых организмов природа использует главным образом неметаллы. Элементы, без которых невозможны рост и развитие организмов, называют основными элементами, или *макроэлементами*. Из неметаллов это углерод, водород, кислород, азот, сера, фосфор, хлор. К макроэлементам относятся и некоторые металлы: калий, натрий, кальций, магний. Макроэлементы составляют около 99% массы организмов. Оставшийся 1% – это те элементы, которые требуются только в очень малых количествах (порядка нескольких частей на миллион). Такие элементы называются *микроэлементами*. Вот о них-то и пойдет речь.

Микроэлементы по своей важности для регуляции обменных процессов сравнимы с витаминами. Их даже часто объединяют в одну группу, поскольку и витамины, и микроэлементы нужны организму лишь в очень малых количествах. В метаболизме они выступают в качестве кофакторов ферментов, к которым относятся также коферменты (кофермент – небелковая часть молекулы фермента, прочно с ней связанная и участвующая в выполнении каталитической функции). Около трети всех известных ферментов для полного проявления каталитической активности нуждаются в минеральных кофакторах. Вот потому-то каждая уважающая себя фирма, производящая витамины, старается выпускать комплексные препараты, включающие в себя и витамины, и минеральные добавки в расчете на суточную потребность в них организма.

Ученые установили, что всем организмам в определенных сочетаниях необходимы металлы: марганец, железо, кобальт, медь и цинк (иногда и тяжелые металлы, такие как молибден, ванадий, хром и др.), – а также неметаллы: бор, кремний, селен, фтор, йод. Невозможно точно сказать, какой из перечисленных микроэлементов является более важным для метаболических процессов, поэтому давайте их рассматривать просто исходя из порядкового номера в периодической системе.

Фтор. Характер у этого элемента весьма агрессивный. Работа с фтором опасна: малейшая неосторожность – и у человека разрушаются зубы, ногти, повышается хрупкость костей, кровеносные сосуды теряют эластичность и становятся ломкими. Что же натолкнуло ученых на поиск столь ядовитого элемента в организме?

В 1916 г. дантист из Колорадо Фредерик Мак-Кэй заметил, что пятнистая эмаль зубов у местных жителей вызывается каким-то веществом, присутствующим в воде. Он заметил также, что зубы с пятнистой эмалью более устойчивы к кариесу. Природа этого таинственного вещества была установлена только в 1931 г. – оказалось, что это фториды.

Это открытие побудило ученых провести систематическое изучение химического состава зубов человека и животных. Было установлено, что в состав зубов входит до 0,02% фтора. Фториды кальция и магния входят в состав не только зубов, но и любой костной ткани, образуя вместе с фосфатами основной минеральный компонент кости (опыты над крысами показали, что их скелет задерживал 60% введенного фтора через 2 ч после внутривенного введения). В крови же людей концентрация фтора колеблется в пределах от 0,03 до 0,15 мг/л.

Фтор поступает в организм в основном с питьевой водой. Концентрация фторидов в питьевой воде из естественных источников может сильно колебаться, но чаще всего их мало, обычно около 0,2 мг/л. Исследования, проведенные в 1933–1942 гг., показали, что при концентрации фторидов в питьевой воде 1 мг/л у детей на 70% снижается заболеваемость кариесом. Однако избыток фтора

(1,5–2 мг/л) приводит к флюорозу – зубы приобретают пятнистость или окраску за счет сколов эмали. Интересно, что аскорбиновая кислота влияет на обмен фтора, предотвращая избыточное накопление его в тканях. Так, введение витамина С морским свинкам почти полностью предупреждало появление симптомов интоксикации при действии повышенных доз фтора.

При рекомендуемых уровнях фторирования незначительное изменение цвета эмали наблюдается не более чем у 10% детей. Наибольший защитный эффект фториды оказывают при потреблении их детьми в период от рождения до 13 лет, т.е. в период формирования зубов; однако и в дальнейшем фториды полезны – например, использование фторированной зубной пасты защищает обнажившиеся поверхности корней зубов у взрослых.

В 1945 г. в США открылась первая в мире станция фторирования воды, а в 1950 г. Американская ассоциация стоматологов, министерство здравоохранения США, Всемирная организация здравоохранения и ряд других организаций одобрили применение фторирования питьевой воды для предотвращения кариеса. Во многих городах теперь построены специальные установки для фторирования воды. В тех случаях, когда фторирование нежелательно или невозможно, потребление фтора можно увеличить добавками фторидов в продукты питания.

Среди соединений фтора много ядовитых, наиболее опасны плавиковая кислота и фторид натрия. Последний используется как антисептик, яд для мышей и тараканов и при случайном употреблении внутрь может вызвать сильное отравление. Плавиковая кислота – слабая по сравнению с соляной или серной, но гораздо более опасна. Ожоги плавиковой кислотой не похожи на другие – нет волдырей или покраснения кожи, но попадание ее на небольшой участок кожи, например на пятку, может привести даже к смерти. Причина ожога – не повышенная кислотность, а понижение концентрации свободных ионов магния и особенно кальция в клетках, приводящее к их гибели. Поскольку плавиковая кислота слабо диссоциирует, она быстро проникает сквозь кожу и клеточные мембраны и вызывает повреждение и последующее отмирание глубоко лежащих тканей. Поэтому при таком ожоге мало помогает промывание щелочным раствором. Ожог сопровождается нестерпимой болью, очень трудно лечится, а после излечения обычно остаются большие шрамы.

Алюминий. Вы помните песню «алюминовые огурцы» группы «Кино»? Этот металл, действительно, в растениях имеется, и в больших количествах. Пищевые продукты растительного происхождения содержат в 5–50 раз больше алюминия, чем продукты животного происхождения. Например, в рисе его 290 мг/кг, в шпинате и чечевице – от 110 до 490 мг/кг, а в мясе и мясных продуктах содержание алюминия составляет от 1,6 до 20 мг/кг (в расчете на сухую массу). В питьевой воде этого элемента очень мало, но при использовании алюминиевой посуды для приготовления кислой пищи его концентрация в пищевом продукте увеличивается в 1,5–2 раза.

В организме человека больше всего алюминия содержится в легких (5,95 мг% у детей, с возрастом его содержание значительно увеличивается), костях (0,5 мг%), головном мозге (0,25 мг%), почках (0,1 мг%). В цельной крови содержится от 0,02 до 0,06 мг% алюминия.

Обмен алюминия у человека изучен еще недостаточно. Известно, что для человеческого организма его нужно довольно много (суточная потребность взрослого человека в алюминии – 49 мг). Этот микроэлемент в основном связан с белками и принимает участие в построении эпителиальной и соединительной ткани, в обмене фосфора, оказывает влияние на некоторые ферменты крови и пищеварительные ферменты (активизирует пепсин и панкреатическую липазу, ингибирует панкреатическую амилазу и амилазу слюны), увеличивает выработку соляной кислоты в желудке.

Изменение содержания алюминия в крови и спинномозговой жидкости отмечено при некоторых заболеваниях, в частности, психических. У больных хроническим алкоголизмом содержание алюминия в крови резко увеличивается, а при нефропатии и токсикозе беременных – снижается.

Кремний. Давно известно, что двуокись кремния составляет основу скелетов некоторых морских организмов – радиолярий, диатомей, некоторых губок, морских звезд. Известно также, что он нужен растениям – от хвощей и злаков до пальм и бамбука – чем жестче стебель растения, тем больше в его золе находят кремния. Кремний – второй по распространенности в природе (после кислорода) химический элемент, но в свободном виде не встречается. В пресной и морской воде

содержится около 3 мг/л кремния (в виде соединений) – из воды его и получают растения и животные.

Роль кремния в жизни высших животных и человека долгое время оставалась неясной. Считали, что сам по себе кремний биологически инертен, хотя его соединения могут быть причиной некоторых патологий. Так, довольно серьезное заболевание – силикоз легких – возникает при длительном вдыхании пыли, содержащей двуокись кремния. Легкие теряют эластичность, а оксид кремния, поступивший через паренхиму легких в лимфу, токсичен для макрофагов – основных участников клеточного иммунитета.

В то же время известно, что в человеческом организме кремний есть практически повсеместно. Больше всего его в костях, коже, соединительной ткани, а также в некоторых железах (печень, надпочечники). Эпителиальные образования – волосы, хрусталик, отчасти кожа – тоже богаты кремнием. Содержание кремния в крови колеблется в пределах 300–650 мг/л.

О том, в каких процессах участвует кремний в живых системах, известно мало. По-видимому, кремний играет роль одного из факторов прочности эпителиальных и соединительно-тканых образований. При переломах костей содержание кремния в месте перелома увеличивается почти в 50 раз. Минеральные воды с высоким содержанием кремния (например, довольно популярная на Кавказе вода «Джермук») оказывают благотворное влияние на здоровье людей, особенно пожилых. С возрастом содержание кремния в костной ткани, артериях, коже существенно уменьшается. Предполагается, что это одна из причин развития атеросклероза.

Ванадий. Еще в прошлом веке ванадий был впервые обнаружен в составе некоторых растений, после чего присутствие этого элемента в углях, торфе и сланцах перестало казаться странным. Один из растительных «собирателей» ванадия хорошо знаком каждому – это ядовитый гриб бледная поганка. Более безопасный и даже очень полезный источник микроэлемента – зелень петрушки. Животные жиры (особенно свиной и куриный) также богаты им.

В крови некоторых обитателей морей и океанов – морских ежей, голотурий, асцидий – содержание ванадия достигает 10%. Предполагается, что ванадий у них играет ту же роль, что и железо в гемоглобине у других животных.

Организм здорового взрослого человека содержит 10–25 мг ванадия, большая часть которого находится в костях, зубах и жире. Очень много этого металла в легких (0,6 мг/кг) – он оседает там при вдыхании атмосферной пыли. Содержание ванадия в крови около 10 мкг/л. Ученые установили, что суточная потребность человеческого организма в ванадии составляет 1–4 мг.

Ванадий влияет на липидный обмен в организме человека. Он усиливает окисление фосфолипидов и угнетает синтез холестерина в клетках печени, но, к сожалению, это действие ванадия проявляется в основном у нестарых людей. Включение небольших количеств ванадия в пищу кроликов, больных туберкулезом, вызывало ощущение уменьшения туберкулезных очагов. Этот металл, стимулируя (в больших концентрациях – раздражая) костный мозг, усиливает эритропоэз (образование эритроцитов) и повышает уровень гемоглобина в крови. Правда, при значительном содержании ванадия в рационе крыс (больше 25 мг/кг) у животных случался понос. Неразумное потребление этого элемента может вызвать гипоксию (кислородное голодание организма).

Марганец. С начала прошлого века известно, что марганец входит в состав живых организмов. На сегодняшний день установлено, что незначительные количества марганца присутствуют во всех растениях и животных. Нет его только в белке куриного яйца и очень мало – в молоке.

В организме марганец распределяется неравномерно. В крови человека и большинства животных содержание марганца составляет примерно 0,02 мг/л. Организм взрослого мужчины (70 кг) содержит 12–20 мг марганца. В основном он содержится в костях, печени, почках, поджелудочной железе и гипофизе (1–3 мг/кг). Этого металла почему-то очень мало в злокачественных опухолях.

Отсутствие марганца в пище животных сказывается на их росте и мышечном тоне. Возникают дефекты развития скелета, например, укорочение длинных костей. Как большинство микроэлементов-металлов, марганец влияет на процессы кроветворения. При его недостатке развивается анемия, связанная с нехваткой эритроцитов. В то же время большие дозы марганца

делают недоступным для организма другой очень важный микроэлемент – медь, также приводя к анемии. В 1960-х гг. было показано, что марганец играет специфическую роль в синтезе мукополисахаридов хрящевой ткани. Кроме того, он ускоряет образование антител к чужеродным белкам. Если после введения морским свинкам смертельных доз столбнячных или дизентерийных бактерий ввести противостолбнячную или противодизентерийную сыворотку, то животным они уже не помогут. Введение сыворотки вместе с хлористым марганцем излечивало морских свинок. Внутривенным вливанием раствора сульфата марганца удается спасти укушенных каракуртом – ядовитейшим из среднеазиатских пауков.

Источник: <http://bio.1september.ru/2000/24/10.htm>