

Занятие 1.

Распространенность химических элементов и их классификация.

Распространенность химических элементов в земной коре различна. Сравнительно небольшое число элементов составляют земную кору. Около 50% массы земной коры приходится на кислород, более 25% – на кремний. Восемнадцать элементов – O, Si, Al, Fe, Ca, K, Na, Mg, H, Ti, C, Cl, P, S, N, F, Ba – составляют 99,8% массы земной коры. На долю всех остальных элементов приходится лишь 0,2%. Живые организмы принимают активное участие в перераспределении элементов. Исследование химического состава земной коры, почвы морской воды, растений, животных, человека показали, что в живых организмах можно обнаружить почти все те же элементы, которые есть в земной коре и морской воде, однако основу живых систем составляют только 6 элементов: C, H, O, N, P, S – органогены, эти элементы составляют 97,4%. Органогеном №1 является – углерод. Вообще, элементы, необходимые для построения и жизнедеятельности различных клеток и организмов называют – биогенными.

Существуют различные классификации химических элементов, содержащихся в организме. Так советский ученый В.И. Вернадский в зависимости от массовой доли элемента в живых системах делил их на 3 группы:

Макроэлементы – их в организме более 10-2 %. К ним относят H, O, C, N, P, S, Ca, Na, Mg, K, Cl. Их главная функция состоит в построении тканей и поддержании гомеостаза.

Микроэлементы – это элементы, содержание которых в организме находится в пределах от 10-3 до 10-5 %. К ним относятся I, Cu, As, F, Br, Sr, Ba, Co. 2 3.

Ультрамикроэлементы – их содержание в организме ниже 10-5 %. Это: Hg, Au, U, Th, Ra. Другой ученый – В. В.

Ковальский, исходя из значимости для жизнедеятельности, подразделил химические элементы на 3 группы:

1 жизненно необходимые (незаменимые) элементы. Они постоянно находятся в организме человека, входят в состав ферментов, витаминов, гормонов: H, O, Ca, K, P, N, Na, S, Mg, Cl, C, I, Mn, Cu, Co, Fe, Zn, Mo, V. В последнее время сюда включают еще Ni, Se. Их дефицит приводит к нарушению нормальной жизнедеятельности человека.

2 примесные элементы, которые постоянно содержатся в организме человека и животных, но биологическая роль их мало выяснена или неизвестна: Ga, Sb, Sr, Br, F, B, Be, Li, Si, Sn, Cs, Al, Ba, Ge, As, Rb, Pb, Ra, Bi, Cd, Cr, Ni, Ti, Ag, Th, Hg, U.

3 примесные элементы, обнаруженные в организме, но данные о количестве и биороли отсутствуют: Sc, Tl, In, La, Pr, Sm, Ir, Re, Tb. Точно перечислить биогенные элементы невозможно, из-за сложности определения их концентрации и биороли.

Организм человека состоит на 60% из воды, 34% приходится на органические вещества и 6% – на неорганические. Основными компонентами органических веществ являются углерод, водород, кислород, в их состав входят также азот, фосфор и сера. В неорганических веществах организма человека обязательно присутствуют 22 химических элемента: Ca, P, O, Na, Mg, S, B, Cl, K, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cr, Si, I, F, Se.

Например, если вес человека составляет 70 кг, то в нем содержится (в граммах): кальция – 1700, калия – 250, натрия – 70, магния – 42, железа – 5, цинка – 3. Органы человека по-разному концентрируют в себе различные элементы. Большинство микроэлементов накапливаются в печени, костной и мышечной тканях. Так, например, Zn – концентрируется в поджелудочной железе, I – в щитовидной железе, F – в эмали зубов, Al, As, V – накапливаются в волосах и ногтях, Hg, Cd, Mo, – в почках, Sn – в тканях кишечника, Sr – в предстательной железе, костной ткани и т.д. В организме микроэлементы находятся как в связанном, так и в свободном состоянии (в тканях).

Существуют 5 типов веществ, в том числе и ионов металлов, в зависимости от их поведения в живых системах. Необходимое для организма человека считают вещество, при недостатке которого в организме возникают функциональные нарушения, устраняемые путем введения в организм этого вещества. Необходимость – свойство, зависящее от организма, и ее следует отличать от стимуляции. Известно много примеров, когда в качестве стимуляторов выступают как необходимые, так и не необходимые ионы 3 металлов. Некоторые металлы и ионы металлов при определении концентрации являются инертными, безвредными и не оказывают никакого воздействия на организм. Поэтому, инертные металлы Ta, Pt, Ag, Au – часто используют в качестве хирургических имплантантов. Многие ионы металлов могут служить терапевтическими агентами; известно использование соединений ртути против паразитов, карбоксилатов цинка – против бактерий,

вызывающих заболевания "ноги атлета", лития – при маниакальной депрессии при высоких концентрациях большинство металлов становятся токсичными, причиняют вред организму, иногда – необратимый, что ведет к функциональным нарушениям, деформациям, смерти. В зависимости от концентрации и времени контакта металл может действовать по одному из пяти указанных типов (в одном и том же организме).

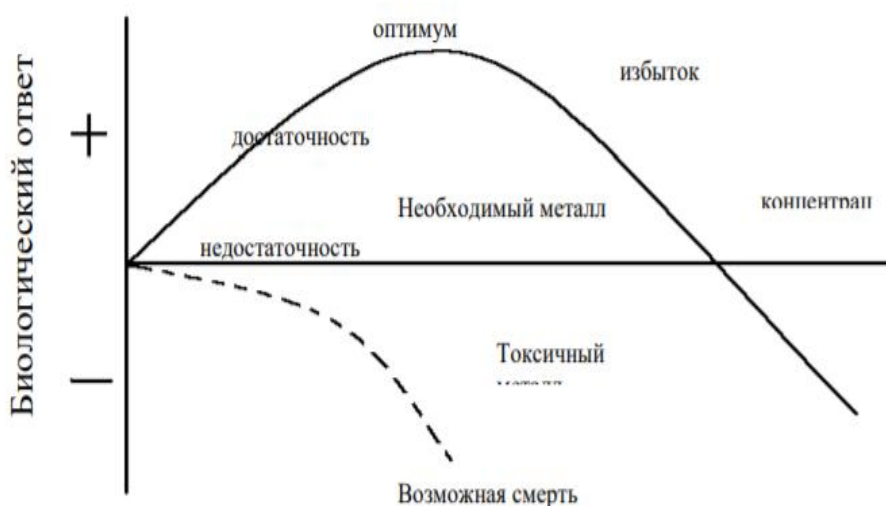


Рис.1. Биологический ответ организма

На рис. 1 дано представление о биологическом ответе тканей организма на увеличении концентрации ионов металла, поступающего в достаточном количестве, например с пищей. Сплошная кривая указывает на медленный положительный ответ с увеличением концентрации, начиная с нулевой отметки (предполагается, что поступающее необходимое вещество насыщает места своего связывания и не вступает ни в какие иные взаимодействия, которые на самом деле вполне возможны). Эта сплошная кривая описывает оптимальный уровень, охватывающий широкий интервал концентраций для многих ионов металлов. Положительный эффект увеличения концентраций иона металла проходит через максимум и начинает падать до отрицательных величин: биологический ответ организма становится негативным, а металл переходит в разряд токсичных веществ. Биологический ответ оптимум избыток достаточность недостаточность Необходимый металл концентрация Токсичный металл Возможная смерть 4 Штриховая линия на рис1 . демонстрирует биологический ответ организма на совершенно вредное вещество, не проявляющее эффектов необходимого или стимулирующего. Эта кривая идет с некоторым запаздыванием, которое свидетельствует о том,

что живой организм способен "мириться" с небольшим количеством токсичного вещества (пороговая концентрация) до тех пор, пока не станет преобладать его токсическое действие. На рис. 1, конечно, представлена некая обобщающая картина: каждое вещество имеет свою собственную специфическую кривую в координатах "биологический ответ – концентрация". Кривую на рис. 1 можно трактовать так: все должно быть в меру и очень мало и очень много вредно. Например, недостаток в организме железа приводит к анемии, так как оно входит в состав гемоглобина крови, а точнее, его составной части – гема. У взрослого человека в крови содержится около 2,6 г железа. В процессе жизнедеятельности в организме происходят постоянный распад и синтез гемоглобина. Для восполнения железа, потерянного с распадом гемоглобина, человеку необходимо суточное поступление в организм с пищей в среднем около 12 мг этого элемента. Связь анемии с недостатком железа была известна врачам давно, так как еще в XVII веке в некоторых европейских странах при малокровии прописывали настой железных опилок в красном вине. Однако избыток железа в организме тоже вреден. С ним связан сидероз глаз и легких – заболевания, вызываемые отложением соединений железа в тканях этих органов. Главный регулятор содержания железа в крови – печень. Недостаток в организме меди приводит к деструкции кровеносных сосудов, патологическому росту костей, дефектам в соединительных тканях. Кроме того, считают, что дефицит меди служит одной из причин раковых заболеваний. В некоторых случаях поражение легких раком у людей пожилого возраста врачи связывают с возрастным снижением содержания меди в организме. Однако избыток меди в организме приводит к нарушению психики и параличу некоторых органов (болезнь Вильсона). Человеку причиняют вред лишь относительно большие количества соединений меди. В малых дозах их используют в медицине как вяжущее и бактериостатное (задерживающее рост и размножение бактерий) средство. Так, например, сульфат меди (II) применяют при лечении конъюнктивитов в виде глазных капель (25%-ный раствор), а также для прижиганий при трахоме в виде глазных карандашей (сплав сульфата меди(II), нитрата калия, квасцов и камфоры). При ожогах кожи фосфором проводят ее обильное смачивание 5%-ным раствором сульфата меди (II). Организм животных поддерживает концентрацию веществ в оптимальном интервале посредством комплекса физиологических процессов, называемого гомеостазом. Концентрация всех без исключения необходимых ионов металлов находится под строгим контролем 5 гомеостаза; детальный механизм гомеостаза для многих ионов металлов остается сферой современных исследований.