



Химические элементы в организме человека

Роль химических элементов в физиологических процессах человека и животных многообразна, что привлекает значительное внимание ученых к их исследованию. Особенно актуальной проблема изучения химических элементов стала в последние десятилетия, что связано, в первую очередь, с катастрофическим ухудшением экологической обстановки и загрязнением окружающей среды различными химическими веществами в связи с производственной деятельностью человека. Несмотря на то, что существует обширная литература, посвященная содержанию и роли химических элементов в живом организме в норме и при различной патологии, имеющиеся сведения во многом противоречивы и неполны.

В результате многочисленных исследований выявлено, что в живом организме находятся все известные химические элементы, включая радиоактивные, причем, основную массу составляют кислород, азот, водород и углерод, которые входят, главным образом, в состав органических веществ - белков, жиров, углеводов.

Количественная классификация химических элементов

К настоящему времени предложено множество классификаций химических элементов. В основу самых распространенных положен принцип их количественного содержания. Так, различают макроэлементы, встречающиеся в организме в количествах, существенно превышающих 0,01% (углерод, кислород, водород, азот, фосфор, калий, сера, магний), микроэлементы - содержащиеся в количестве от 0,003 до 0,00001% (цинк, медь, кремний, марганец, алюминий) и ультрамикроэлементы, содержание которых очень мало - ниже 0,00001% (кобальт, никель, селен, мышьяк, галлий, бор, кадмий). Эта классификация невольно отражает и степень изученности химических элементов, связанную с современными возможностями определения их в биологических объектах.

Такой сугубо количественный подход не учитывает биологического фактора - различной значимости отдельных элементов для процессов жизнедеятельности. Значимость химических элементов не определяется величиной их концентрации и для проявления биологического действия одних необходимо меньшее количество, чем других, тем не менее, они могут обладать большей ценностью для организма, например, кобальт, содержащийся в количестве 0,00001 - 0,000001%, играет не менее важную роль в физиологических процессах, чем стронций, содержание которого в тысячу раз больше.

Классификация микроэлементов по их ценности

В основу классификаций других исследователей положена "ценность" химических элементов. Так, по классификации Э. Андервуда химические элементы подразделяются на:

- незаменимые (железо, йод, медь, цинк, марганец, кобальт),
- вероятно незаменимые (фтор, бром, селен, молибден, и другие) и
- физиологически неактивные (кадмий, бериллий).

Подобные группы предлагает выделить и P.J. Agget, однако распределение химических элементов у него иное.

Так, отдельные авторы по-разному оценивают физиологическую роль одного и того же элемента.

Классификация микроэлементов по их заменимости

В последние годы предложена классификация, согласно которой микроэлементы подразделяются на:

- незаменимые (марганец, железо, кобальт, цинк),
- жизненно необходимые (бериллий, бор, алюминий, молибден, никель, йод),
- токсиканты (кадмий, свинец, рублидий и другие),

- недостаточно изученные (хром, мышьяк, золото, титан, висмут).

Недостатком приведенной классификации является отсутствие критериев, позволяющих четко разграничить понятия, особенно - "незаменимые" и "жизненно необходимые", а токсичность химических элементов не исключает, что при определенных условиях они могут оказывать благоприятное и даже жизненно необходимое воздействие на организм, а некоторые "незаменимые" химические элементы могут стать токсичными.

Весьма вероятно, что один и тот же химический элемент в различных органах и тканях может оказаться представителем всех групп указанной классификации. А если говорить о лимфе, то практически все элементы могут быть отнесены к недостаточно изученным.

Иные классификации микроэлементов

Кроме указанных, существуют подходы, базирующиеся на других критериях, таких как роль химических элементов в питании, участие в метаболизме, растворимость, заменяемость, степень токсичности, проявление биологической активности, геохимические свойства, ионные и ковалентные характеристики, положение в периодической системе и другие факторы.

Несовершенство имеющихся классификаций объясняется, возможно, и многообразием проявлений физиологической роли химических элементов. Кроме того, получение все новой информации позволяет пересматривать имеющиеся данные о биологической значимости химических элементов.

Факторы значимости микроэлементов

Одним из важных критериев биологической значимости химических элементов является их содержание в организме, которое зависит от внешних и внутренних факторов.

Внешние факторы значимости микроэлементов

Важным внешним фактором является распространенность в земной коре, поскольку

основным источником химических элементов для человека и животных являются продукты питания и вода, с которыми химические элементы поступают в желудочно-кишечный тракт.

Возможны и иные пути проникновения химических элементов - с вдыхаемым воздухом, через кожу и так далее.

Имеют значение и другие внешние факторы: агрегатное состояние природных соединений химических элементов, растворимость в воде, форма поступления в организм, к примеру, в растениях ХЭ находятся в биологически активных концентрациях, поэтому лучше усваиваются организмом человека

Внутренние факторы значимости микроэлементов

К внутренним факторам, влияющим на содержание и проявление физиологической роли химических элементов относят их распределение в различных органах и тканях, форма нахождения химических элементов, влияющая на константу устойчивости координационного соединения (как правило, металла с органическими лигандами), а также положение в периодической системе, обуславливающее проявление всех их биологических реакций.

Кроме того, содержание микроэлементов зависит от вида животного, его пола, возраста, состояния функциональной активности, биологических и суточных ритмов, наличия патологического процесса, в том числе стресса, состояния наркоза и так далее.

Всасывание микроэлементов

Несмотря на обширную литературу, посвященную клеточным механизмам биологических превращений отдельных микроэлементов, обобщенных и систематизированных сведений на этот счет нет.

При энтеральном поступлении микроэлементов главной зоной всасывания является тонкий кишечник, особенно 12-перстная кишка. Поскольку большинство элементов обладает хорошей растворимостью в воде, они всасываются достаточно хорошо - водород, углерод, азот, кислород, фтор, хлор, йод, калий, натрий, фосфор, молибден, магний, кальций, кобальт, железо, медь, цинк, селен. Богатство лимфоидными элементами тонкой кишки позволяет предположить, что в ней осуществляется взаимодействие всасывающих энтероцитов с нейроэндокринными и иммуннокомпетентными клетками. В регуляции обмена микроэлементов на уровне желудочно-кишечного тракта важную роль играет парасимпатический отдел нервной

системы.

Транспорт микроэлементов

Транспорт микроэлементов осуществляется плазмой крови, где они находятся в комплексе с альбуминами, альфа- и бета-2-глобулинами, липопротеинами. Связывание микроэлементов транспортирующими белками происходит, главным образом, в печени.

Кровью микроэлементы доставляются ко всем органам и тканям, преодолевают гематоэнцефалический, гематотестикулярный, гистогематический барьеры, некоторые из них накапливаются в цитоплазме клеток и проникают в ядра митохондрий.

Выделение микроэлементов

Пути выделения микроэлементов достаточно хорошо изучены, они выделяются преимущественно с мочой (калий, рубидий, цезий, марганец, хлор, бром, литий, натрий) и с калом (железо, фосфор, медь, цинк, ртуть) с выдыхаемым воздухом (углерод и кислород в виде углекислого газа и воды).

Кроме того, возможно выделение микроэлементов через кожу, волосы, ногти, грудное молоко, с калькулезными образованиями.

Распределение микроэлементов в тканях

Одни элементы и их соединения равномерно распределяются по органам и тканям, другие - обладают избирательной тропностью к костной ткани (кальций, хром, бериллий, радий, фосфор, фтор), мышечной ткани (цезий, рубидий, калий), щитовидной железе (йод), головному мозгу (литий, бром), почкам (рубидий) и другим органам.

В последние годы активно изучаются механизмы взаимодействия микроэлементов с ферментами, вопросы трансмембранного переноса и внутриклеточного их распределения, во многом детерминирующих их функцию.

Физиологическое значение микроэлементов многообразно. Они участвуют в пластических процессах, поддержании кислотно-основного состояния, водно-солевого обмена.

Роль металлов в организме

Большая часть микроэлементов в организме представлена металлами, что позволяет обеспечивать ряд физиологических реакций. Металлы входят в состав нуклеиновых кислот, обеспечивают стабильность хромосомных нитей, образуют хелатные комплексы с макромолекулами, активируют или ингибируют ферментные системы. Примерно треть ферментов требует для проявления своей максимальной активности добавления иона металла - металлоактивируемые ферменты (оксалакдекарбоксилаза, карбоангидраза, щелочная фосфатаза, алкогольдегидрогеназа).

Механизмы участия металлов в обменных процессах заключается в том, что они являются основной частью каталитически активного центра ферментов, создают или стабилизируют определенную конформацию белковой молекулы, необходимую для обеспечения каталитического действия фермента, а также могут воздействовать на субстрат, изменяя его электронную структуру таким образом, что последний легче вступает в ферментативную реакцию. Металл выполняет также функцию "мостика", связывающего фермент и субстрат при образовании ими промежуточного соединения и стабилизирует это соединение.

Велико значение металлов на различных этапах выражения генетической информации. Ионы металлов влияют на каждый из трех фундаментальных процессов - репликацию, транскрипцию и трансляцию.

Микроэлементы и иммунная система

Определенное влияние оказывают микроэлементы на иммунную систему. Они принимают участие в формировании реактивности организма. Малые дозы любых микроэлементов оказывают стимулирующее воздействие на функции организма, в том числе усиливают и иммунные механизмы защиты.

Имеются сведения о способности железа, меди, марганца, йода, цинка, кобальта способствовать образованию антител, оказывать влияние на фагоцитарную активность лейкоцитов, разрушать и обезвреживать бактериальные токсины.

Выявлено, что соли лития, цезия, селена, оказывают влияние на показатели неспецифической иммунологической реактивности организма - содержание лизоцима, комплемента, фагоцитарную активность лейкоцитов.