

Сера. S.

Лат. - sulfur, англ. - sulfur, нем. - Schwefel

Общие сведения.

Сера - элемент VI группы периодической системы; ат. н. - 16, ат. м. - 32. Название происходит от слова *silvere* (санскрит), и от *sulphuricum* (лат). Сера известна человечеству с доисторических времен.

Сера представляет собой кристаллическую (в виде плотной массы) или аморфную форму (мелкий порошок). По своим химическим свойствам сера является типичным металлоидом и соединяется со многими металлами. Сера образует с кислородом окислы, важнейшими из которых являются сернистый и серный ангидриды. Находясь в одной группе с кислородом, сера обладает сходными окислительно-восстановительными свойствами. С водородом сера образует хорошо растворимый в воде газ - сероводород. Этот газ очень токсичен, за счет его способности прочно связываться с катионами меди в ферментах дыхательной цепи.

В природе сера встречается как в самородном состоянии, так и в составе сернистых и сернокислых минералов (гипс, серный колчедан, глауберова соль, свинцовый блеск и др.).

Сера является постоянной составной частью растений и содержится в них в виде различных неорганических и органических соединений. Многие растения образуют содержащие серу гликозиды и другие органические соединения серы (напр., аминокислоты - цистеин, цистин, метионин). Известны также бактерии, обладающие способностью вырабатывать серу. Некоторые микроорганизмы, в качестве продуктов жизнедеятельности, образуют специфические соединения серы (так, например, грибки синтезируют серосодержащий антибиотик пенициллин).

Сера относительно устойчива в свободном состоянии, в обычных условиях находится в виде молекулы S₈, имеющей циклическое строение. Природная сера состоит из смеси четырех стабильных изотопов с ат. м. 32, 33, 34 и 36. При образовании химических связей сера может использовать все шесть электронов внешней электронной оболочки (степени окисления серы: 0, 2, 4 и 6).

Соединения серы широко используются в химической, текстильной, бумажной, кожевенной, автомобилестроительной промышленности; при изготовлении пластмасс, парафина, взрывчатых веществ, красок, удобрений и ядохимикатов для сельского хозяйства.

Для медицинских целей люди издавна использовали дезинфицирующие свойства серы, которую применяли при лечении кожных болезней, а также бактерицидное действие сернистого газа, образующегося при горении серы.

При приеме внутрь элементарная сера действует как слабительное. Порошок очищенной серы используют в качестве противоглистного средства при энтеробиозе. Соединения серы в виде сульфаниламидных препаратов (сульфидин, сульфазол, сульгин и др.) обладают противомикробной активностью. Стерильный раствор 1-2% серы в персиковом масле применяют для пирогенной терапии при лечении сифилиса. Сера и ее неорганические соединения применяются при хронических артропатиях, при

заболеваниях сердечной мышцы (кардиосклероз), при многих хронических кожных и гинекологических заболеваниях, при профессиональных отравлениях тяжелыми металлами (ртуть, свинец). Очищенную и осажденную серу применяют наружно в мазях и присыпках при кожных заболеваниях (себорея, сикоз); при лечении себореи волосистой части головы используют селена дисульфид. Тиосульфат натрия применяется как наружное средство при лечении больных чесоткой и некоторыми грибковыми заболеваниями кожи. Сера входит в состав многих других лекарственных препаратов седативного, нейролептического, противоопухолевого действия (тиопентал, тиопроперазин, тиоридазин и др.).

Физиологическая роль серы.

Сера выполняет в организме незаменимые функции: обеспечивает пространственную организацию молекул белков, необходимую для их функционирования, защищает клетки, ткани и пути биохимического синтеза от окисления, а весь организм - от токсического действия чужеродных веществ.

Сера поступает в организм с пищевыми продуктами, в составе неорганических и органических соединений. Наиболее богаты серой нежирная говядина, рыба, моллюски, яйца, сыры, молоко, капуста и фасоль. Неорганические соединения серы (соли серной и сернистой кислот) не всасываются и выделяются из организма со стулом. Органические белковые соединения подвергаются расщеплению и всасываются в кишечнике.

Содержание серы в теле взрослого человека - около 0,16% (110 г на 70 кг массы тела). Суточная потребность здорового организма в сере составляет 4-5 г.

Сера содержится во всех тканях человеческого организма; особенно много серы в мышцах, скелете, печени, нервной ткани, крови. Также богаты серой поверхностные слои кожи, где сера входит в состав кератина и меланина.

Сера выделяется преимущественно с мочой в виде нейтральной серы и неорганических сульфатов, меньшая часть серы выводится через кожу и легкие.

В тканях сера находится в самых разнообразных формах, как неорганических (сульфат, сульфит, сульфиды, тиоцианат и др.), так и органических (тиолы, тиоэфиры, сульфоновые кислоты, тиомочевина и др.). В виде сульфат-аниона сера присутствует в жидких средах организма. Атомы серы являются составной частью молекул незаменимых аминокислот (цистин, цистеин, метионин), гормонов (инсулин, кальцитонин), витаминов (биотин, тиамин), глутатиона, таурина и других важных для организма соединений. В их составе сера участвует в окислительно-восстановительных реакциях, процессе тканевого дыхания, выработке энергии, передаче генетической информации и выполняет многие другие важные функции.

Сера является компонентом структурного белка коллагена. Хондроитин-сульфат присутствует в коже, хрящах, ногтях, связках и клапанах миокарда. Важными серосодержащими метаболитами также являются гемоглобин, гепарин, цитохромы, эстрогены, фибриноген и сульфолипиды.

Необходимо отметить важную детоксикационную роль серы. Образующаяся в организме эндогенная серная кислота участвует в обезвреживании токсических соединений (фенол, индол и др.), которые вырабатываются микрофлорой кишечника; а также связывает чужеродные для организма вещества, в том числе лекарственные препараты и их

метаболиты. При этом образуются безвредные соединения конъюгаты, которые затем выводятся из организма.

Обмен серы контролируется теми факторами, которые также оказывают регулирующее влияние и на белковый обмен (гормоны гипофиза, щитовидной железы, надпочечников, половых желез).

Несмотря на значительное число проведенных исследований, роль серы в обеспечении жизнедеятельности организма выяснена не в полной мере. Так, пока отсутствуют четкие клинические описания каких-либо специфических расстройств, связанных с недостаточным поступлением серы в организм. В то же время известны ацидоаминопатии - расстройства, связанные с нарушением обмена серосодержащих аминокислот (гомоцистинурия, цистатионурия). Имеется также обширная литература, относящаяся к клинике острых и хронических интоксикаций соединениями серы.

В экспериментальных исследованиях на животных показано, что при гипертиреозе или введении гидрокортизона тормозится включение сульфата в хрящи растущих костей. После адреналэктомии резко возрастает общее количество серы в крови и увеличивается выведение ее с мочой.

Токсическая доза для человека: нетоксичен (в виде серы).

Летальная доза для человека: нет данных (в виде серы).

Индикаторы элементного статуса серы.

Для оценки состояния элементного статуса серы проводится определение содержания серы в волосах, исследуются показатели аминокислотного и белкового обмена, изучаются показатели детоксикационной функции печени.

Пониженное содержание серы в организме.

До настоящего времени практически отсутствуют клинические данные о нарушениях, связанных с дефицитом серы в организме. В то же время в экспериментальных исследованиях установлено, что недостаток метионина в пище тормозит рост молодых и снижает продуктивность взрослых животных. Поскольку метионин участвует в синтезе таких важнейших серосодержащих соединений как цистеин (цистин), глутатион, биотин, тиамин, ацетилкоэнзим А, липоевая кислота и таурин, то проявления недостатка в организме этих соединений можно в той или иной мере отнести к симптомам дефицита серы.

Основные причины дефицита:

- нарушение регуляции обмена серы;

Основные проявления дефицита серы:

- симптомы заболеваний печени;
- симптомы заболеваний суставов;
- симптомы заболеваний кожи;
- разнообразные и многочисленные проявления дефицита в организме и нарушения метаболизма биологически активных серосодержащих соединений.

Повышенное содержание серы в организме.

Данные о токсичности серы, содержащейся в пищевых продуктах, в литературе отсутствуют. Однако существуют описания клиники острых и хронических отравлений соединениями серы, такими как сероводород, сероуглерод, сернистый газ.

Так, при высоких концентрациях сероводорода во вдыхаемом воздухе, клиническая картина интоксикации развивается очень быстро, в течение нескольких минут возникают судороги, потеря сознания, остановка дыхания. В дальнейшем последствия перенесенного отравления могут проявляться стойкими головными болями, нарушениями психики, параличами, расстройствами функций системы дыхания и желудочно-кишечного тракта.

Установлено, что парентеральное введение мелко измельченной серы в масляном растворе в количестве 1-2 мл сопровождается гипертермией с гиперлейкоцитозом и гипогликемией. Полагают, что при парентеральном введении токсичность ионов серы в 200 раз выше, чем ионов хлора.

Токсичность соединений серы, попавших в желудочно-кишечный тракт, связана с их превращением кишечной микрофлорой в сульфид водорода, весьма токсичным соединением.

В случаях смертельных исходов после отравления серой при вскрытии, отмечают признаки эмфиземы легких, воспаления мозга, острого катарального энтерита, некроза печени, кровоизлияния (петехии) в миокард.

При хронических интоксикациях (сероуглерод, сернистый газ), наблюдаются нарушения психики, органические и функциональные изменения нервной системы, слабость мышц, ухудшение зрения и разнообразные расстройства деятельности других систем организма.

В последние десятилетия одним из источников избыточного поступления серы в организм человека стали серосодержащие соединения (сульфиты), которые добавляются во многие пищевые продукты, алкогольные и безалкогольные напитки в качестве консервантов. Особенно много сульфитов в копченостях, картофеле, свежих овощах, пиве, сидре, готовых салатах, уксусе, красителях вина. Возможно, увеличивающееся потребление сульфитов отчасти повинно в росте заболеваемости бронхиальной астмой. Известно, напр., что 10% больных бронхиальной астмой проявляют повышенную чувствительность к сульфитам (т.е., являются сенсibilизированными к сульфиту). Для снижения отрицательного действия сульфитов на организм рекомендуется увеличивать содержание в рационе сыров, яиц, жирного мяса, птицы.

Основные причины избытка серы:

- избыточное поступление;
- нарушение регуляции обмена серы.

Основные проявления избытка серы:

- кожный зуд, сыпи, фурункулез;
- покраснение и опухание конъюнктивы;
- появление мелких точечных дефектов на роговице;
- ломота в бровях и глазных яблоках, ощущением песка в глазах;
- светобоязнь, слезотечение;

- общая слабость, головные боли, головокружение, тошнота;
- катар верхних дыхательных путей, бронхит;
- ослабление слуха;
- расстройства пищеварения, поносы, снижение массы тела;
- малокровие;
- судороги и потеря сознания (при острой интоксикации);
- психические нарушения, понижение интеллекта.

Синергисты и антагонисты серы.

К элементам, способствующим усвоению S, относятся F и Fe, а к антагонистам - As, Ba, Fe, Pb, Mo и Se.

Комментарий.

Роль серы в организме человека чрезвычайно важна, а нарушения серного обмена сопровождаются многочисленными патологиями. Между тем, клиника этих нарушений недостаточно разработана. Точнее сказать, различные "неспецифические" проявления расстройства здоровья человека пока не ассоциируются у клиницистов с нарушениями обмена серы.

Коррекция недостатка и избытка серы в организме.

При недостаточном поступлении серы в организм необходимо увеличить в рационе количество продуктов с повышенным содержанием этого биоэлемента (сыры, яйца, морские продукты, капуста, фасоль), а также тиамин, биотин, метионин, серосодержащих БАДП. Однако считается, что подобное состояние возникает крайне редко, а изменения биоэлементного статуса серы связаны, прежде всего, с нарушениями серного обмена.

При избыточном поступлении серы в организм (интоксикация в производственных условиях) необходимо принять соответствующие защитные меры.