

Биологическая роль неметаллов

Кислород

Кислород входит в состав всех жизненно важных органических веществ: белков, жиров, углеводов и др. Без кислорода невозможны многочисленные и чрезвычайно важные жизненные процессы, например дыхание, окисление аминокислот, жиров, углеводов. Только немногие растения и простейшие животные могут обходиться без кислорода и поэтому носят название анаэробных.

Поступая в кровь высших животных, кислород соединяется с гемоглобином, образуя оксигемоглобин. С током крови это соединение поступает в капилляры, где легко диссоциирует, выделившийся кислород проникает через стенки капилляров в ткани. В тканях кислород расходуется на окисление различных веществ. Эти реакции приводят в конечном счете к образованию воды, углекислого газа и созданию запаса энергии.

Защитные функции организма (фагоцитарные функции) связаны с наличием кислорода. В фагоцитах (клетках, способных захватывать и переваривать посторонние вещества) кислород восстанавливается до супероксид-иона. Этот ион является свободным радикалом, содержит 1 неспаренный электрон. Он инициирует цепные процессы окисления инородных органических веществ, захваченных фагоцитами. При недостатке кислорода в окружающем воздухе его содержание в организме соответственно уменьшается, процессы образования супероксид-радикала и окисление им инородных веществ замедляются, в результате чего сопротивляемость организма к инфекции падает.

Обычное содержание кислорода в воздухе (около 21%) создает необходимое парциальное давление кислорода, благодаря которому ткани через легкие и кровь насыщаются кислородом. Снижение в воздухе содержания кислорода до 16-18% не оказывает существенного влияния. При снижении содержания кислорода до 14% появляются признаки кислородной недостаточности, а снижение до 9% очень опасно для жизни. Состав лечебных ингаляционных смесей, содержащих кислород, зависит от цели лечения. Так, для насыщения тканей кислородом применяют его смеси с воздухом, содержащие 40-60% кислорода. При отравлении угарным газом и кислотными газами для лечения применяют смеси кислорода и углекислого газа, содержащие до 5% углекислоты для подкисления тканей. В анестезиологической практике кислород применяют в смеси с ингаляционными наркотиками. В медицинской практике используется гипербарическая оксигенация в барокамерах. Этот метод лечения улучшает кислородное насыщение тканей, защищает головной мозг от гипоксии, с его помощью лечат ожоги и диабетические язвы.

Озон

Для человека озон сильно токсичен. Кроме того, он крайне взрывоопасен даже в низких концентрациях. Токсичность озона усугубляется тем, что существует привыкание к запаху озона. Обеззараживающее действие озона связано с интенсивным образованием им супероксид-радикалов, которые быстро разрушают оболочки клеток. Действие озона очень эффективно при дезинфекции воды.

Водород

Вода – важнейшее соединение водорода в живом организме. Основные функции воды следующие:

1. Вода, обладающая высокой теплоемкостью, обеспечивает поддержание постоянства температуры тела.
2. Вода – важная среда организма.
3. Вода поддерживает кислотно-щелочной баланс в организме.

Важным соединением водорода является и пероксид водорода. Пероксид аналогично супероксид-радикалу окисляет липидный слой мембран клеток, разрушая его. При обработке небольших ран 3%-ным раствором перекиси выделяется кислород, при этом образуется пена, благодаря которой частицы тканевого распада вымываются из раны. Также пероксид водорода обладает кровоостанавливающим действием для мелких кровотечений.

Сера

В биосфере сера образует соединения, содержащие, аналогично полисульфидам, полисерные мостики S-S; в состав белков сера входит в виде групп SH, связанных с атомами углерода. В желудке присутствуют сульфаты щелочных металлов.

Белковые ткани способны поглощать избыток супероксид-радикалов и препятствуют дальнейшему разрушению тканей. Группы SH белка при этом переходят в группы -S-S-H. Многие серосодержащие вещества применяют в виде лекарственных средств. Так, серу в виде взвеси применяют при отравлении цианидами, тиосульфат натрия – важнейший антидот при отравлении тяжелыми металлами. Сульфаты также имеют широкое применение: декагидрат сульфата натрия (глауберова соль) применяют в качестве слабительного, гептагидрат сульфата магния как гипотензивное средство, обезвоженный сульфат кальция (гипс) применяют для фиксации костей при переломах, сульфат бария (баритовая каша) служит рентгеноконтрастным веществом, так как барий сильно поглощает рентгеновское излучение.

Газообразные соединения серы – сероводород и сернистый ангидрид –

высокотоксичные вещества. Вредное действие сероводорода заключается в том, что он ингибирует фермент цитохромоксидазу, ответственную за перенос электронов в дыхательной цепи, попадание сероводорода в организм нарушает дыхательную деятельность. Сернистый газ, взаимодействуя с влагой слизистых оболочек дыхательных путей, вызывает их отек. Особый вред приносят так называемые «кислотные дожди», при интенсивных выбросах сернистого газа предприятиями в атмосферу.

Азот

Азот присутствует в организмах в виде многочисленных соединений: аминокислот, пептидов, пуриновых оснований, а также в виде свободного азота, поступающего с вдыхаемым воздухом.

Неорганические соединения азота токсичны, как и соединения серы. Так, оксиды азота способны вызвать отек легких и удушье. Нитрит-ион особенно токсичен, поскольку окисляет метгемоглобин и нарушает процесс переноса кислорода в организме. Токсичность проявляется еще и в том, что в желудке нитрит-ион превращается в канцерогенный нитрозоамин. Ранее в незначительных количествах нитрит натрия применяли как сосудорасширяющее средство при стенокардии, в последнее время от него отказались, заменив более безопасным нитроглицерином. Оксид азота (I) безвреден и в небольших концентрациях проявляет наркотическое действие, что позволяет применять его для краткосрочного наркоза.

Вдыхание паров аммиака вредно для человека. Во-первых, катион аммония создает сильную щелочную среду на слизистых оболочках дыхательных путей, что вызывает их раздражение и отек. Во-вторых молекулы аммиака, небольшие по размеру, легко проникают через мембрану клеток и становятся конкурентами многим биомолекулам в координации с ионами металлов. Это вызывает тяжелые заболевания, часто необратимые. В небольших количествах аммиак применяют для возбуждения дыхательного центра при потере сознания. Нитраты щелочных металлов нашли полезное применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

Фосфор

Фосфор играет исключительно важную роль в обмене веществ в организме. Он входит в состав скелета животных, в состав зубов, в форме фосфата представляет собой необходимый компонент АТФ. Фосфор входит в состав белков, нуклеиновых кислот, нуклеотидов и др. биологически активных соединений. Гидролиз АТФ сообщает организму необходимую для жизни энергию. Фосфатная буферная система – основная буферная система плазмы крови, сахара и животные кислоты могут быть использованы организмом только после фосфорилирования.

Ожоги горящим фосфором крайне опасны, т.к. образующийся при горении оксид вызывает ожог прежде всего за счет большого количества тепла, выделяющегося при реакции оксида с влагой на коже. Образующаяся ортофосфорная кислота проникает в

глубь соединительной ткани и вызывает отек из-за большого прилива межклеточной жидкости.

Углерод

Углерод по своему значению для всего живого – органоген №1. Однако и свободный углерод в виде сажи, и его монооксид угарный газ токсичны для человека. Длительный контакт с сажой вызывает рак кожи. Мельчайшая угольная пыль пагубно воздействует на легкие.

Очень токсичен угарный газ, токсичное действие которого вызвано легкой присоединяемостью его к гемоглобину, и, одновременно, высокой устойчивостью данного соединения.

Гидрокарбонат натрия входит в одну из буферных систем организма. Медицинские препараты на основе карбонатов и гидрокарбонатов обладают антиацидным (противоокислотным) действием и применяются для снижения кислотности желудочного сока.

Кремний

Кремний относится к примесным элементам: его содержание в организме не так уж велико – всего 0.001%. Кремний обнаружен в печени, надпочечниках, волосах и хрусталике глаза. Так как оксид кремния нерастворим в воде, то в организм человека кремний поступает через вдыхаемый пылеобразный оксид. При повышенном его содержании в пыли возникает силикоз – тяжелое заболевание легких.

Хлор

Основной формой хлора, находящегося в организме, является поваренная соль, поступающая с пищей. Анионы хлора играют важную биологическую роль. Они активируют некоторые ферменты, создают среду для действия протолитических ферментов желудочного сока, обеспечивают ионные протоки через клеточные мембраны, участвуют в поддержании осмотического давления.

Хлорид натрия – основа физиологического раствора, из которого приготавливают многие водорастворимые лекарства. В среде физиологического раствора проводятся все опыты с биологически активными веществами.

Молекулярный хлор обладает сильным дезинфицирующим действием за счет своих окислительных свойств. Таким же действием обладают хлорная вода и хлорная известь. Действие их основано на том, что в водных растворах этих веществ кислая среда, в которой денатурируют белки. Кроме того, образуется сильный окислитель – хлорноватистая кислота, на свету разлагающаяся на соляную кислоту и атомарный кислород, который также является сильным окислителем, разрушает структуры клеток, и микроорганизмы погибают.