***Тема: d-элементы I, II группы: медь, серебро, цинк, ртуть***

**1. Биологическая роль меди (Сu), серебра (Ag), цинка (Zn), ртути (Hg)**

 Медь. По содержанию в организме медь относится к микроэлементам, является металлом жизни и концентрируется в печени, головном мозге и в крови.

В настоящее время известно около 25 медьсодержащих белков и ферментов. Эти ферменты активируют молекулу кислорода, которая участвует в процессе окисления органических соединений. Они состав­ляют группу так называемых оксигеназ и гидроксилаз. Имеется большая группа медьсодержащих белков, которые катализируют окислительно-восстановительные реакции с переносом протона или электронов от окисляемого вещества непосредственно на молекулярный кислород – это так называемые оксидазы. К оксидазам относится такой важнейший дыхательный фермент, как цитохромоксидаза (ЦХО), которая катали­зирует завершающий этап тканевого дыхания. Все ферменты тканевого дыхания связаны с внутренними мембранами митохондрий. В ходе ката­литического процесса степень окисления меди цитохромоксидазы обратимо изменяется:



Окисленная форма цито­хромоксидазы (Сu2+) принимает электроны, переходя в восстановитель­ную (Сu+) форму, окисляющуюся молекулярным кислородом, который сам при этом восстанавливается. Затем кислород присоединяет протоны из окружающей среды и превращается в воду. Механизм действия цитохромо­ксидазы не полностью расшифрован. Однако доказано, что на заверша­ющем этапе тканевого дыхания ЦХО осуществляет перенос электронов на кислород.

Одним из медьсодержащих белков, обратимо присоединяющих молекулярный кислород, является гемоцианин (НС).

Медь вместе с железом участвует в кроветворении. Известно, что при дефиците меди в организме нарушается обмен железа между плазмой крови и эритроцитами, это может привести к разрушению эритроцитов. Потребность человека в меди 2-3 мг в сутки. Она полностью обеспечивается потребляемой пищей.

**Серебро** − примесный микроэлемент. В организме человека содержится приблизительно 7,3 ммоль серебра. Концентрируется серебро в печени, в гипофизе, эритроцитах, в пигментной оболочке глаза.

**Цинк** является микроэлементом и относится к металлам жизни. В организме концентрируется главным образом в мышцах, печени, поджелудочной железе, тестикулах.

Цинк входит в состав более 40 металлоферментов, которые катализируют гидролиз пептидов, белков, некоторых эфиров и альдегидов. По-видимому, эта роль в определенной степени обусловлена тем, что цинк не проявляет разных степеней окисления. Постоянная степень окисления определяет его участие в реакциях гидролиза, идущих без переноса электронов.

Одним из ранее открытых и наиболее изученных является цинксодержащий фермент – карбоангидраза. Этот фермент крови, содержа­щийся в эритроцитах, встречается в трех формах, которые отличают­ся активностью. Фермент состоит приблизительно из 260 аминокислот­ных остатков и представляет собой бионеорганический комплекс.

Цинк, расположенный в полости комплекса является важнейшим и незаменимым компонентом активного центра фермента. При удалении Zn фермент теряет каталитическую активность. Содержание цинка в фер­менте порядка 0,33%. Хотя доля металла невелика, его роль трудно переоценить. Именно благодаря этому небольшому количеству цинка образующийся в тканях оксид СО2 превращается в кислоту Н2СО3. Затем в легких идет процесс дегидратации Н2СО3. Таким образом, эта обратимая реакция влияет на процесс дыхания, на его скорость, на газообмен в организме.

Существуют ферменты, которые участвуют в гидролизе дипептидов, они называются дипептидазами, в их состав обязательно входит цинк. Цинк входит в состав гормона инсулина, который влияет на содержа­ние сахара в крови. Другими словами, цинк участвует в углеводном обмене.

**Ртуть** обнаруживается во всех органах и тканях организма человека. Биологическая роль ртути не ясна.

2. Лечебное действие неорганических соединений меди, серебра и ртути

**Медь.** Высокое сродство металлов I группы к сере определяют большую энергию связи Ме–S, а это, в свою очередь, обусловило определенный характер их поведения в биологических системах. Катионы этих металлов легко взаимодействуют с веществами, в состав которых входят группы, содержащие cеру. Например, ионы Cu2+ реагируют с дитиоловыми ферментами микроорганизмов по схеме:



Включение ионов металлов в состав белка инактивирует ферменты, разрушает белки. Такой же механизм лежит и в основе действия лекарственных препаратов, содержащих медь и серебро, применяемых в дерматологии.

**Серебро.** Как и большинство тяжелых металлов, этот элемент не играет важной роли. Но как все тяжелые металлы, попадая в организм, оказывает токсическое действие, которое обусловлено тем, что, соединяясь с белками, содержащими серу, серебро инактивирует фер­менты, разрушает и свертывает белки, образуя нерастворимые альбуминаты. Эта же способность серебра образовывать нерастворимые альбуминаты с белками определяет бактерицидные свойства серебра и его соединений. Уже при содержании серебра порядка 10-8 ммоль/л вода обладает бактерицидным действием. В настоящее время доказано, что бактерицидное действие ионов серебра выше таких известных дезинфицирующих средств, как карболовая кислота, хлор, хлорная известь.

Как правило, все используемые в медицине соединения серебра -препараты наружного действия. Их использование основано на вяжущих, прижигающих и бактерицидных свойствах этих соединений.

Некоторые соединения цинка и ртути в небольших концентрациях нашли применение в медицинской практике. Использование их основано на вяжущем, при­жигающем и антисептическом действии. Так, цинка сульфат применяют для изготовления глазных капель (0,25%), цинка хлорид используют в стоматологической практике для прижигания папилом, для лечения воспаленных слизистых тканей. В стоматологической практике используют также цинка оксид и цинка сульфат.

3. Применение неорганических соединений меди, серебра, цинка и ртути в медицине и фармации

**Cupri sulfas** (меди II сульфат) CuSO4×5H2O – антисептическое и вяжущее средство в виде 0,25% раствора при коньюнктивитах, для промывания мочевого пузыря, при уретритах и вагинитах.

**Аrgenti nitras** (серебра нитрат) AgNO3 – вяжущее, прижигающее и противовоспалительное средство. Назначают в виде водных растворов, мазей, а также в виде ляписных карандашей.

**Stillius Lapidis** (карандаш ляписный ) – для прижиганий.

**Protargoli** (протаргол) – вяжущее, антисептическое противовоспалительное средство для смазывания слизистых оболочек верхних дыхательных путей, для промывания моче­испускательного канала и мочевого пузыря, в глазных каплях при коньюнктивите, блефарите.

**Collargolum** (колларгол) – коллоидный раствор серебра применяют в виде 0,2-1% раствора для промывания гнойных ран.

**Zinci sulfas** (цинка сульфат) ZnSO4×7H2O – антисептическое и вяжущее средство при коньюнкти­витах и хроническом катаральном ларингите, в редких случаях назначают внутрь как рвотное.

**Zinci oxуdum** (цинка оксид) ZnO – применяют наружно в виде присыпок, мазей, паст, как вяжущее, подсушивающее и дезинфицирующее средство при кожных заболеваниях.

**Hydrargyri dichloridum** (ртути II хлорид) HgCl2 − обладает антисептическим действием.

**Hydrargyri amidochloridum** (ртути амидхлорид) HgNH2Cl – обладает антисептическим действием.

В настоящее время лекарственные препараты ртути в виду токсичности не применяются.

4. Токсическое действие соединений меди, серебра и ртути

 на живой организм

**Медь**. В больших концентрациях растворимые соли меди токсичны. Так например, сульфат меди массой до 2 г вызывает сильное отравление с возможным смертельным исходом. Токсическое действие меди объяс­няется тем, что медь образует с белками нерастворимые бионеоргани­ческие хелаты − альбуминаты, что приводит к коагуляции белков. Ионы меди обра­зуют прочную связь с аминным азотом и с группой –SН белков, что приводит к инактивации тиоферментов.

Серебро, попадая в организм оказывает токсическое действие, обусловленное тем, что соединяясь с белками, содержащими серу, инактивирует, разрушает и коагулирует белки, образуя нерастворимые альбуминаты.

При попадании в организм больших доз растворимых солей серебра может наступить острое отравление, которое сопровождается отмиранием слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта. Раство­римые соединения цинка и ртути оказывают раздражающее действие на кожу, а при попадании внутрь организма вызывают отравление.

**Ртуть** является самым токсичным элементом Периодической системы. Отравления могут вызывать даже пары металлической ртути. Признаки отравления проявляются уже при содержании ртути в помещении в количестве 0,0002-0,0003 мг/л. Соединения ртути способны вступать во взаимодействие с сульф­гидрильными группами белков, ферментов и некоторых аминокислот. При этом образуются нерастворимые соединения. Происходит подавление активности ферментов и свертывание белков.

Ионы ртути блокируют одно­временно две SН–группы:

