Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра биохимии и микробиологии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**К ПРАКТИЧЕСКИМ И ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ**

ДИСЦИПЛИНЫ

*«С.1.В.ДВ.8.2 Биоэлементология»*

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность

*06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика*

(код и наименование специальности)

*Биоинженерия*

(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация

*Биоинженер и биоинформатик*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2019

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры

Кафедра биохимии и микробиологии

протокол № \_\_\_6\_\_\_\_\_от "\_\_22\_" \_\_\_\_01\_\_\_\_\_\_ 2019\_\_г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биохимии и микробиологии Е.С.Барышева

*наименование кафедры подпись расшифровка подписи*

*Исполнители:*

профессор кафедры биохимии и микробиологии Нотова С.В.

*должность подпись расшифровка подписи*

№ регистрации   РП

|  |  |
| --- | --- |
|  | © Нотова С.В., 2019 |
|  | © ОГУ, 2019 |

**Содержание**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Требования к результатам обучения по дисциплине | 4 |
| 2 | Методические указания к практическим занятиям | 5 |
| 2.1 | Практическое занятие № 1 Биохимия микроэлементов: основные понятия и термины; общие положения. История изучения роли химических элементов Биологические классификации химических элементов. | 5 |
| 2.2 | Практическое занятие № 2 Взаимодействие элементов в организме. Роль природных факторов в поддержании элементного гомеостаза в организме | 8 |
| 2.3 | Практическое занятие № 3 Биогеохимические провинции. Биологические реакции организмов на изменение геохимических факторов. Болезни и синдромы биогеохимической природы | 10 |
| 2.4 | Практическое занятие № 4 Биохимия макроэлементов | 12 |
| 2.5 | Практическое занятие № 5 Биохимия эссенциальных элементов (железо, йод) | 19 |
| 2.6 | Практическое занятие № 6 Биохимия эссенциальных элементов (цинк, медь) | 22 |
| 2.7 | Практическое занятие № 7 Биохимия условно-эссенциальных элементов | 24 |
| 2.8 | Практическое занятие № 8 Биохимия токсичных элементов | 28 |
| 3 | Методические указания к лабораторным работам | 32 |
| 3.1 | Лабораторная работа № 1 Принципы лабораторной диагностики дисэлементозов. Материал для исследований, правила взятия и хранения биологического материала | 32 |
| 3.2 | Лабораторная работа № 2 Определение содержания магния в биосубстратах | 35 |
| 3.3 | Лабораторная работа № 3 Определение содержания калия в биосубстратах | 38 |
| 3.4 | Лабораторная работа № 4 Определение содержания цинка в биосубстратах | 40 |
| 3.5 | Лабораторная работа № 5 Оценка микронутриентной обеспеченности рациона | 42 |
| 3.6 | Лабораторная работа № 6 Составление индивидуальной программы профилактики по анализу волос | 43 |
| 4. | Список рекомендуемой литературы .................................................................. | 46 |

**1. Требования к результатам обучения по дисциплине**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения:

Знать: фундаментальные основы, современные достижения и проблемы биоэлементологии; классификации и роль макро- и микроэлементов в функционировании живых систем различного уровня организации; основные способы поиска актуальной информации по проблемам современной биоэлементологии; основные механизмы обмена макро- и микроэлементов; развитие дисэлементозов и заболеваний, вызванных условиями обитания людей.

Уметь: излагать и критически анализировать базовую информацию о макро- и микроэлементах; формулировать цели и задачи в области биоэлементологии; выбирать, выделять, отделять объекты и предмет биоэлементологии в информационной и природной среде; высказывать, формулировать, выдвигать гипотезы о природе процессов обмена микроэлементов, об их проявлениях и последствиях; классифицировать, систематизировать, дифференцировать факты, явления, объекты, системы, методы и т.д., самостоятельно формулируя основания для этого в отдельных областях биоэлементологии; определять, находить, решать, вычислять, оценивать, измерять некоторые параметры, состояния, используя известные в биоэлементологии модели, методы, средства, приемы; выбирать способы, методы, приемы, алгоритмы, меры, средства, мо-дели, законы, критерии для решения задач биоэлементологии; обобщать, интерпретировать полученные результаты по заданным или определенным критериям; контролировать, проверять, осуществлять самоконтроль до, в ходе и после выполнения работы; использовать полученные знания, навыки и умения в практической деятельностииспользовать различные источники информации для поиска решения поставленной задачи; планировать самостоятельную работу и формировать отчеты по проведенной работе.

Владеть: основами теории и практики биоэлементологии; навыками представления результатов лабораторных биохимических исследований элементного состава биосубстратов; методическими приемами по написанию научных работ, оформлению мультимедийных презентаций с использованием ЭВМ; методами использования знаний о микроэлементах в решении медицинских, сельскохозяйственных и экологических проблем.

**2 Методические указания к практическим занятиям**

**2.1 Практическое занятие № 1 Биохимия микроэлементов: основные понятия и термины; общие положения. История изучения роли химических элементов Биологические классификации химических элементов.**

Общеизвестно, что участие химических элементов лежит в основе зарождения жизни на Земле. Организм человека состоит из практически всех элементов, упоминаемых в системе Д.И. Менделеева. Минеральные вещества, обладая уникальными жизненно необходимыми свойствами, самостоятельно не синтезируются организмом человека, а поступают извне. Эта закономерность свидетельствует о сильной взаимозависимости всего живого и окружающей среды.

Т.о., химический элементный состав живых организмов формировался и продолжает формироваться cредой обитания. Если для первичных организмов необходима более или менее полная идентичность cостава внутренней и внешней cреды, то по мере уcложнения живых организмов связь между этими cредами все более оcлабевает (А.А. Кист, 1973).

Развитие знаний о химическом составе человеческого тела и значении химических элементов для жизни и здоровья человека тесно связано с именами наших выдающихся соотечественников: В. И. Вернадского, А. П. Виноградова, А. И. Венчикова, В. В. Ковальского, Г. А. Бабенко, А. П. Авцына и ряда других видных ученых – биогеохимиков, биологов и врачей.

Химические элементы в свободном состоянии и в виде множества химических соединений входят в состав всех клеток и тканей человеческого организма. На долю всего 4 элементов-органогенов (О, С, Н, N) приходится 96 % массы человеческого тела, тогда как на макроэлементы – 4 %, а на микроэлементы – всего 0,05 %.

Химические элементы поступают с пищей, водой и воздухом, усваиваются организмом и распределяются в его тканях; активно функционируют, выполняют роль строительного материала и/или участников и регуляторов биохимических процессов в этих тканях; взаимодействуют друг с другом, депонируются и, в конечном итоге, выводятся из организма.

Физиологическое действие различных элементов зависит от их дозы. Поэтому токсичные элементы (мышьяк, ртуть, сурьма, кадмий и др.) при низких концентрациях могут действовать на организм как лекарство (оказывая тем самым саногенетическое воздействие), тогда как натрий, калий, кальций, железо, магний и ряд других элементов в высоких концентрациях могут обладать выраженным токсическим эффектом.

Жизненная необходимость, или эссенциальность (от англ. essential –«необходимый»), является важнейшим для жизнедеятельности живых организмов свойством химических элементов.

По мнению В.В. Ковальского (1974) «на основании менделеевской таблицы с большей долей вероятности могут быть предсказаны элементы, для которых можно ожидать открытия биологической роли и установления их жизненной необходимости».

Один из принципов классификации – разделение химических элементов на группы, в зависимости от величины их содержания в теле млекопитающих и человека (Скальный А.В., Рудаков И.А., 2004).

Первую группу такой классификации составляют «макроэлементы», концентрация которых в организме превышает 0,01 % . К ним относятся О, С, Н, N, Са, Р, К, Na, S, Cl, Mg. В абсолютных значениях (из расчета на среднюю массу тела человека в 70 кг), величины содержания этих элементов колеблются в пределах от сорока с лишним кг (кислород) до нескольких г (магний). Некоторые элементы этой группы называют «органогенами» (О, Н, С, N, Р, S) в связи с их ведущей ролью в формировании структуры тканей и органов.

Вторую группу составляют «микроэлементы» (концентрация от 0,00001 % до 0,01 %). В эту группу входят: Fe, Zn, F, Sr, Mo, Cu, Br, Si, Cs, J, Mn, Al, Pb, Cd, B, Rb. Эти элементы содержатся в организме в концентрациях от сотен мг до нескольких г. Однако, несмотря на «малое» содержание, микроэлементы не случайные ингредиенты биосубстратов живого организма, а компоненты сложной физиологической системы, участвующей в регулировании жизненных функций организма на всех этапах его развития.

В третью группу включены «ультрамикроэлементы», концентрация которых ниже 0,000001 %. Это Se, Со, V, Cr, As, Ni, Li, Ва, Ti, Ag, Sn, Be, Ga, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, U, Th, Rh. Содержание этих элементов в теле человека измеряется в мг и мкг. На данный момент установлено важнейшее значение для организма многих элементов из этой группы, таких как, селен, кобальт, хром и др.

В основе другой классификации лежат представления о физиологической роли химических элементов в организме. Согласно такой классификации макроэлементы, составляющие основную массу клеток и тканей, являются «структурными» элементами. К «эссенциальным» (жизненно-необходимым) микроэлементам относят Fe, J, Си, Zn, Со, Cr, Mo, Se, Mn, к «условно-эссенциальным» – As, В, Br, F, Li, Ni, Si, V. Жизненная необходимость или эссенциальность (от англ. essential – «необходимый»), является важнейшим для жизнедеятельности живых организмов свойством химических элементов. Химический элемент считается эссенциальным, если при его отсутствии или недостаточном поступлении в организм нарушается нормальная жизнедеятельность, прекращается развитие, становится невозможной репродукция. Восполнение недостающего количества такого элемента устраняет клинические проявления его дефицита и возвращает организму жизнеспособность.

К «токсичным» элементам отнесены Al, Cd, Pb, Hg, Be, Ва, Bi, Т1, к «потенциально-токсичным» – Ag, Au, In, Ge, Rb, Ti, Те, U, W, Sn, Zr и др. Результатом воздействия этих элементов на организм является развитие синдромов интоксикаций (токсикопатий).

В основе следующей классификации лежит «тропность» элементов к определенным органам и тканям. Согласно такой схеме, элементы предложено делить на три группы: локализующиеся в костной ткани, локализующиеся в ретикулоэндотелиальной системе и на элементы, не обладающие тканевой специфичностью.

В соответствии с еще одной схемой классификации, элементы следует разделять также на три группы, но уже на основании их биологической роли в организме: жизненно необходимые, вероятно необходимые и элементы с малоизученной ролью.

Согласно классификации, предложенной в последние годы В.Л. Сусликовым (2010-2012), химические элементы (так называемые «атомовиты») логично разделить на:

а) по количественному содержанию в теле человека (стабильные, постоянные, временные),

б) «анатомо-физиологическим» свойствам (структурные, принимающие непосредственное участие в обмене веществ – биокаталитические, эндокринные, гематоатомовиты),

в) «витальному значению» для организма человека (незаменимые, взаимозаменяемые, недостаточно изученные),

г) интенсивности всасывания в желудочно-кишечном тракте.

Обилие предложенных классификаций уже само по себе свидетельствует об их несовершенстве (Скальный А.В., Рудаков И.А., 2004). Действительно, «структурные» элементы одновременно являются «эссенциальными», в свою очередь, «эссенциальные» при определенных условиях становятся «токсическими», а «токсические» элементы в малых концентрациях могут быть полезными и даже необходимыми для организма. Поэтому некоторые из токсических элементов, такие как Cd, Pb, Al, Rb, называют «серьезными кандидатами на эссенциальность». Таким образом, огромная и разнообразная роль химических элементов в процессах жизнедеятельности и недостаточная изученность этой проблемы делают невозможным при современном уровне знаний создание единой совершенной классификации.

Для обозначения химических элементов, обеспечивающих жизнедеятельность организма, предлагались различные названия, которые подчеркивали связь этих элементов с жизнью: биотический элемент, биогенный элемент, атомовит и др. По нашему мнению, использование для этой цели термина «биоэлемент» от греч. bios (жизнь), в качестве первой составной части термина (ср. – биотики, биосфера и др.), представляется наиболее правильным. Основные признаки биоэлементов:

• низкая токсичность;

• высокая усваиваемость;

• соответвующая форма нахождения в организме (соединения, аналогичные природным: глицинаты, аспартаты, фосфаты, цитраты, гистидинаты, оротаты и др.).

Например, селен в виде селенита натрия не является биоэлементом в отличие от селеноцистеина или селенометионина, так же как цинк в виде сульфата по сравнению с аспарагинатом, глутаматом, пиколинатом и глицинатом цинка. Возможно, что свободный ион (катион, анион) – это переходная форма между химическим элементом и биоэлементом. Например, биоэлемент – металл в составе метало-лигандного комплекса: металл – аминокислота (цинк – аспартат, гистидинат, глицинат); металл – органическая кислота (калия цитрат, кальция лактат и др.). Биоэлементами являются водород и кислород, входящие в состав молекул воды; азот, входящий в состав аммиака и др.

Разумеется, роль многих химических элементов в организме в настоящее время еще до конца не выяснена. Однако с достаточной уверенностью можно предположить, что список необходимых для жизни «эссенциальных» элементов будет расширяться, пополняясь за счет «токсичных» элементов и тех элементов, чья биологическая роль пока еще недостаточно ясна.

Что же касается рассмотренных выше классификаций, то, по-видимому, наиболее обоснованным в настоящее время является деление биоэлементов на органогены, макро-, микро- и ультрамикроэлементы. Хотя это деление является чисто условным, в его основу положен достоверный факт, свидетельствующий о том, что отдельные биоэлементы в организме содержатся в различных количествах. Кроме того, исторически сложилось так, что с макроэлементами в большей мере связываются представления о «структурных» функциях, с микроэлементами – биохимическая и физиологическая активность, несоразмеримая с их малым содержанием в человеческом теле, а с ультрамикроэлементами – токсичность и недостаточная изученность их роли в организме.

Вопросы для подготовки:

1. Развитие учения о роли химических элементов для организмов.
2. Классификация химических элементов по их содержанию в организме
3. Современные методы определения химических элементов в биосубстратах
4. Биологические классификации химических элементов

**2.2 Практическое занятие № 2 Взаимодействие элементов в организме. Роль природных факторов в поддержании элементного гомеостаза в организме**

Организм здорового человека обладает достаточно четкой саморегулирующейся системой гомеостаза, в которой немаловажную роль играют и химические элементы. Их уровень в крови и тканях организма подчиняется определенным физиологическим закономерностям [В.С. Райцес, 1981].

Элементный гомеостаз является частной формой общей гомеостатической системы организма, нарушения которой отражаются на способности его адаптироваться в различных экологических условиях [Н.А. Агаджанян, А.В. Скальный, 2001; И.В. Радыш и др., 2011, 2012; В.R. Turnlund et al., 2005].

При излишнем поступлении металлов, организм способен до определенного предела мобилизовать внутренние резервы для сохранения гомеостаза, но через какое-то время неизбежно наступает нарушение их обмена. При этом концентрация вещества в тканях человека служит показателем степени неблагоприятного воздействия его на организм и отражает его содержание в окружающей среде.

Химические элементы распространены в окружающей среде очень неравномерно. Обращает на себя внимание огромное содержание таких микроэлементов (по отношению к человеческому организму) как Si, Al, Fe, Zr, Mu, Zn, а также макроэлементов K, Cа и других в земной коре (верхней литосфере) и их небольшие концентрации в пресной, морской воде, атмосфере. Однако в биосфере происходит накопление многих из этих элементов, их концентрирование, что свидетельствует о высокой потребности в них для осуществления процессов жизнедеятельности.

В биосфере концентрируются такие химические элементы, как O, K, S, C, P, Cl, N, Sn, As, относительно высокое содержание Ca, B, Zn, Ba, Sr, Rb, Cu, Pb.

В связи с различными средами обитания существенно различаются концентрации химических элементов в морских и наземных растениях и животных. Так, в «дарах моря» растительного и животного происхождения сконцентрированы такие элементы, как Ca, K, Na, Mg, S, Cl, O, Zn, Cu, Mu, Fe, J, Ni, Ti, Sr, Zr, Cr, Li, B, La. «Дары природы», предоставляемые человеку на суше, в целом менее богаты макро- и микроэлементами, хотя здесь следует выделить N, C, F, а также Mn, Al, содержание последних в наземных растениях выше, чем в морских в 10 раз.

Наземные растения являются основным источником такого важного микроэлемента, как Mn, а морские Ca, Fe, Zr, Si, Li, J.

Представители наземной фауны служат основным резервом для обеспечения человека P, N, H, т.е. макроэлементами и чрезвычайно бедны Cr, V, Mn (элементы, принимающие активное участие в регуляции углеводного и жирового обмена, толерантности к глюкозе), в меньшей степени другими микроэлементами.

В свою очередь, представители морской фауны накапливают в себе повышенные количества Zn, Co и Cu.

По мнению Ю.А. Ершова с соавт. (2000), непропорциональное содержание элементов в организме и среде связано с тем, что на усвоение элементов влияет растворимость их природных соединений в воде. Природные соединения кремния (SiO2), алюминия (Al2O3) практически нерастворимы, поэтому они не усваиваются живыми организмами. Наблюдается и обратная картина. Например, органоген углерод в незначительных количествах содержится в земной коре (0,35 %), а по содержанию в живых организмах занимает второе место (21 %). Кроме того, в земной коре содержится много кремния (27,6 %), а в живых организмах его мало. Аналогично и для алюминия, который в большом количестве содержится в земной коре (7,45 %) и в очень незначительном (1×10-8 %) – в живых организмах.

По мере движения ряда химических элементов по пищевой цепи происходит их биологическое концентрирование, как, например, в случаях с углеродом, азотом, кислородом, фосфором или кальцием, который извлекается из окружающей среды для построения скелета живого организма.

В.А. Книжников с соавт. (1981) считают, что «для населения развитых стран характерно включение в рацион разнообразных продуктов питания, часть из которых производится в других биохимических районах, в виду чего ликвидируются условия, способствующие воздействию на человека биохимических особенностей данной местности».

Таким образом, поступление химических элементов с пищей может существенно различаться в зависимости от режима питания, доступности, например, морепродуктов для широких слоев населения. Все это не может сказываться на суточном балансе элементов человека.

Вопросы для подготовки:

1. Классификация химических элементов по их содержанию в организме
2. Роль природных факторов в поддержании элементного гомеостаза.
3. Синергетические и антагонистические взаимоотношения элементов в организме.
4. Методы определения показателей минерального обмена

**2.3 Практическое занятие № 3 Биогеохимические провинции. Биологические реакции организмов на изменение геохимических факторов. Болезни и синдромы биогеохимической природы**

В природе часто возникают ситуации, когда в почве значительно больше каких либо химических элементов (одного или нескольких), чем требуется растению и наоборот.

Химический элемент, находящийся в недостаточном количестве для нормального развития растения, называется дефицитным. Добавление подвижных форм дефицитных элементов в среду увеличивает продукцию живого вещества. В разных условиях к дефицитным элементам чаще всего принадлежат азот, фосфор, калий, фтор, бор, йод, медь и многие другие микроэлементы. Чаще всего в дефиците – именно подвижные формы элемента, хотя валовое содержание элемента в почве может быть достаточно высоким. Это обусловлено влиянием внешних факторов геохимической среды: ее кислотностью (щелочностью), величиной окислительно-восстановительного потенциала, присутствием других элементов.

Избыток элементов в геохимической среде также может сдерживать развитие растений и снижать их урожайность. Элементы, удаление которых из среды увеличивает продукцию живого вещества, называются избыточными. Чаще всего это хлор, сера, натрий, медь, никель, железо, фтор, алюминий и др.

Таким образом, один и тот же элемент может быть дефицитным в одних условиях и избыточным в других.

Резкий дефицит или избыток элементов в среде может приводить к серьезным заболеваниям растений, животных и человека. Такие болезни А.П. Виноградов назвал биогеохимическими эндемиями, а районы их распространения – биогеохимическими провинциями.

Многие тяжелые металлы очень токсичны. Но хорошо известно, что марганец, медь, цинк, кобальт, никель, молибден и другие тяжелые металлы в малых концентрациях необходимы растениям.

Диапазон содержаний тяжелых металлов в природе очень велик. Например по данным В.В. Ковальского, в почвоообазующих породах содержание меди может различаться в 30-60 раз, цинка в 25-170 раз, кобальта – в 2000 раз, марганца – в 20 раз, стронция – в 200 раз, молибдена в 5 раз. При среднем содержании меди в почвах, равном 2,5х10-3%, ее количество в различных почвах может отличаться в 1500 раз! Если же принять во внимание и почвы, подверженные техногенному загрязнению, - то даже в несколько тысяч раз. Содержание цинка может меняться в почвах в 1000 раз.

Как считал В.В. Ковальский эти примеры свидетельствуют о геохимической неоднородности (мозаичности) биосферы. При этом живые организмы поглощают из среды все доступные химические элементы, образующие растворимые соединения, или активно превращают нерастворимые соединения в доступные формы.

Отсюда вытекает необходимость биогеохимического районирования биосферы. Термин «биогеохимическая провинция» был введен в науку в 1938 году А.П. Виноградовым.

Биогеохимическая провинция – это область на поверхности Земли, отличающаяся содержанием химических элементов в почвах, водах и других средах.

Следует иметь в виду, что содержание химических элементов в пределах каждой биогеохимической провинции может быть как выше, так и ниже биологического оптимума. В настоящее время, когда природные и техногенные миграционные потоки веществ образуют единый техно-биогеохимичекий поток, многие ученые объединяют биогеохимические, техногенные и геохимические аномалии в техно-биогеохимические провинции.

На территории СНГ существуют биогеохимические провинции с дефицитом йода в почвах и кормах; дефицитом и избытком фтора в питьевой воде; избытком и дефицитом меди в почвах; дефицитом кобальта, бора, избытком стронция и т.д.

Таким образом, биогеохимические провинции с пониженным содержанием отдельных элементов связаны с особенностями состава почвообразующих пород. Биогеохимические провинции с повышенным содержанием элементов обычно формируются в районах рудных месторождений. Кроме того, повышенные концентрации некоторых элементов могут быть обусловлены выбросами промышленных предприятий и автотранспорта.

Вопросы и тесты для контроля знаний

1. Основные пути поступления химических элементов в организм человека.
2. Содержание микроэлементов в организме:

10-3-10-6; 10-5-10-9; 10- 2-10-6.

1. Содержание макроэлементов в организме человека:

>0,01 % которые составляют 97,4 % массы тела;

<0,01 % которые составляют 96,5 % массы тела;

>0,05 % которые составляют 87,3 % массы тела.

1. Главная функция макроэлементов состоит в:

построении тканей, поддержании постоянства осмотического давления, ионного и кислотно-основного состава;

поддержании постоянства осмотического давления, ионного и кислотно-основного состава, построении мышечной и костной ткани;

построении тканей, поддержании постоянства осмотического давления и кислотно-основного состава жидкостей в организме человека.

1. Содержание микроэлементов в организме человека:

от 0,00001 % до 0,01 %; от 0,0001 % до 0,01 %; от 0,000001 % до 0,01 %.

1. Содержание ультрамикроэлементов в организме человека:

<0,000001 %; >0,000001 %; <0,00001 %.

1. Основными отличительными признаками биоэлементов по сравнению с химическими элементами являются:

более низкая токсичность; более высокая усвояемость;

соответствие форме нахождения в организме; А, В, С.

1. Синергистами считают элементы, которые:

взаимно способствуют усвоению друг друга в желудочно-кишечном тракте;

взаимодействуя, осуществляют какую-либо обменную функцию на тканевом и клеточном уровне; А, В.

1. Антагонистами считают элементы, которые:

тормозят всасывание друг друга в желудочно-кишечном тракте;

оказывают противоположное влияние на какую-либо биохимическую функцию в организме; А, В.

1. Основные пути поступления химических элементов в организм человека:

пища; питьевая вода; воздух; кожа, слизистые;

А, В; А, В, D; A, B, C, D.

1. По данным ВОЗ, в регионах йодной недостаточности проживает около:

2 миллиардов человек;

3 миллиардов человек;

1 миллиардов человек.

**2.4 Практическое занятие № 4 Биохимия макроэлементов**

Обмен натрия в организме

Общее количество натрия в организме около 105 граммов. Более 50 % - внеклеточная жидкость, в костях (депо) - 40%, внутриклеточное содержание 6 - 9%.

Физиологическая роль натрия:

1. Необходимо отметить, что натрий поддерживает осмотическое давление: замена другим осмотически активным катионом в концентрации, необходимой для поддержания осмолярности внеклеточной жидкости, не совместимо с жизнью.

2. Устанавливает движение воды, так 1 ммоль натрия удерживает около 6 мл воды.

3. Натрий принимает участие в регуляции КОС, так как он входит в состав буферных систем крови.

4. Определяет состояние нервно-мышечной возбудимости, тем что участвует в передаче возбуждения по нервно-мышечному волокну.

5. Поддерживает постоянство биоэлектрического потенциала мембран клеток: «калий-натриевый насос».

Потребность натрия для взрослых составляет 4 – 5 граммов в сутки, а для детей – 1 ммоль/кг массы тела.

Всасывание протекает наиболее активно в ободочной кишке. Оно усиливается при повышении концентрации в пище, при слабокислой рН – 4,4 – 6,8. Стимулируют всасывание: альдостерон, гидрокортизон, а угнетают: гастрин, холецистокинин, простогландины. Необходимо отметить, что натрий выводится с мочой, теряется 3-6 грамм в сутки (95%), а также с потом и калом – 5 %.

Уровень натрия в организме регулируют нервная, эндокринная и мочевыделительная системы. Основным гормоном регуляции служит альдостерон.

Клинико - диагностическое значение определения концентрации натрия: в плазме крови содержание натрия составляет 135-145 ммоль/л.

Уровень натрия в моче при разном пищевом режиме равен 40-220 ммоль/сут. Гипернатриемия – повышение концентрации натрия в сыворотке крови, наблюдается при состоянии сильного потоотделения, несахарном мочеизнурении при патологических процессах в гипоталамической области мозга, болезни и синдроме Кушинга. При заболеваниях почек патофизиологические процессы меняют обмен натрия. Когда протеинурия возникает в результате первичного поражения фильтрационного барьера почечных телец и скорость клубочковой фильтрации не изменена, развивается гипопротеинемия. При этом задержка натрия в почках - следствие снижения объёма крови. Если снижение скорости клубочковой фильтрации первично, задержка воды и соли ведёт к увеличению объёма крови и повышению АД. Возможно сочетание обоих патологических процессов. Увеличение натрия в сыворотке крови отмечается также при заболеваниях печени и при заболеваниях ЦНС.

Гипонатриемия – снижение уровня натрия в сыворотке крови, встречается в клинике значительно чаще, сопровождая разнообразные патологические состояния. Наиболее частая причина гипонатриемии - применение диуретиков. Большинство диуретических препаратов активирует экскрецию натрия с мочой. Последствием этого может быть снижение общего содержания натрия в организме и уменьшение внеклеточного водного пространства.

Низкая концентрация натрия в плазме крови характерна для заболеваний почек, при утрате их способности реабсорбировать катион из гломерулярного фильтрата. Это может привести к нарушению секреции воды. Гипонатриемия развивается также при застойной сердечной недостаточности, когда пациенты длительное время получают диуретические препараты. В начальных стадиях застойная сердечная недостаточность сопровождается гипонатриемией, вследствие активации секреции антидиуретического гормона.

Гипонатриемия характерна также и для патологии ЖКТ. Диарея может привести к снижению концентрации натрия в сыворотке и экстрацеллюлярной жидкости. Наличие илеостомы всегда сопровождается гипонатриемией. При циррозе печени, несмотря на высокое содержание натрия в организме, содержание его в плазме крови может быть снижено.

При первичной недостаточности надпочечников (болезнь Аддисона) альдостерон мало синтезируется это приводит к тому, что большое количество натрия выводится с мочой, что сопровождается развитием выраженной гипонатриемии. При сахарном диабете наличие кетоацидоза сопровождается усиленной потерей натрия в почках. В результате этого развивается гипонатриемия и снижение содержания натрия в организме. Гипонатриемия сопровождает выраженную гипергликемию.

Калий

В организме взрослого человека содержится 160-180 г калия (около 0,23 % от общей массы тела). Биоусвояемость калия составляет 90-95 %. Соли калия легко всасываются и быстро выводятся из организма (с мочой, потом, через желудочно-кишечный тракт). Ежедневная потребность составляет от 800 до 2700 мг.

В организм соединения калия поступают с пищей. Много калия содержится в молочных продуктах, мясе, какао, томатах, бобовых, картофеле, петрушке, абрикосах (кураге, урюке), изюме, черносливе, бананах, дыне, черном чае. Полагают, что взрослый человек потребляет в день 2200-3000 мг калия. Содержание калия в пище жителей разных стран колеблется от 1800 до 5600 мг. В США рекомендуемая минимальная величина суточного потребления калия установлена в размере не менее 2000 мг для лиц 18-летнего возраста + количество лет их реального возраста (напр., для людей в возрасте 50 лет этот показатель равен 2000 + 50 = 2050 мг).

Выведение избытка калия из организма в норме осуществляется на 90% почечными и на 10 % – внепочечными механизмами. Внепочечные механизмы включают в себя выделение калия через желудочно-кишечный тракт – около 10% в норме и до 75 % при тяжелых нарушениях функции почек; менее 1% калия теряется с потом, которая значительно возрастает и становится значимой при лихорадке и гипертермии. Схема действия калия представлена на рисунке 8.

Концентрация калия в клетках разных тканей различна. Больше всего калия содержится в мышечной ткани – 70 % от общего его количества в организме, что в единицах концентрации составляет около 100 ммоль/кг мышечной ткани. Удельное содержание калия в эритроцитах – не более 87 ммоль/кг эритроцитарной массы. Около 7,5 % от его общего количества находится в костной ткани. Во внеклеточном пространстве, напротив, присутствует только 55 ммоль калия. Концентрация в сыворотке крови – от 3,7 до 5,1 ммол/л. Практически весь калий (90%) активно участвует в обмене. Калий является основным внутриклеточным катионом. Его концентрация в клетках на порядок выше, чем вне клеток. Главная функция калия – формирование трансмембранного потенциала (Kin > Kout) и распространение изменения потенциала по клеточной мембране путем обмена с ионами натрия по градиенту концентраций. Вместе с натрием и хлором, калий является постоянным составным элементом всех клеток и тканей. В организме эти элементы содержатся в определенном соотношении и обеспечивают постоянство внутренней среды. В виде катиона К+ калий участвует в поддержании гомеостаза (ионное равновесие, осмотическое давление в жидкостях организма). Хлориды калия и натрия, будучи сильными электролитами, участвуют в генерации и проведении электрических импульсов в нервной и мышечной ткани. Таким образом, калий участвует в поддержании электрической активности мозга, функционировании нервной ткани, сокращении скелетных и сердечных мышц. Калий регулирует активность таких важнейших ферментов как ацетилкиназа, пируватфосфокиназа.

В суммарном виде основные функции калия в организме следующие:

• поддержание постоянства состава клеточной и межклеточной жидкости;

• поддержание кислотно-щелочного равновесия;

• обеспечение межклеточных контактов; обеспечение биоэлектрической активности клеток;

• поддержание нервно-мышечной возбудимости и проводимости;

• участие в нервной регуляции сердечных сокращений;

• поддержание водно-солевого баланса, осмотического давления;

• роль катализатора при обмене углеводов и белков;

• поддержание нормального уровня кровяного давления;

• участие в обеспечении выделительной функции почек.

Кальций

Главная функция кальция – организация жестких конструкций (CaCO3, Ca2(PO4)2) и функционирования вторичных месенджеров в клетке, включая мышечные сокращения. Кальций в составе Сa3(PO4)2\*Ca(OH)2 находится в костной ткани, обеспечивает прочность ногтей и зубов. Катионы Са2+, входящие в состав плазмы крови и тканевых жидкостей, участвуют в поддержании гомеостаза (ионное равновесие, осмотическое давление в жидкостях организма), в регуляции сердечных сокращений и свертываемости крови. Кальций входит в состав многих биомолекул, связываясь через атом кислорода с анионами фосфорной, угольной и карбоновых кислот.

Кальций очень активен: доминирующее положение этого элемента в конкуренции с другими металлами и соединениями за активные участки белков определяется химическими особенностями иона кальция – наличием двух валентностей и сравнительно небольшим атомным радиусом. Поэтому кальций может успешно конкурировать с радионуклидами и тяжелыми металлами на всех этапах метаболизма.

Метаболизм кальция находится под влиянием околощитовидных желез, кальцитонина (гормон щитовидной железы), кальциферолов (витамин D).

Кальций обладает высокой биологической активностью, выполняет в организме многообразные функции, среди которых:

• формирование костной ткани, минерализация зубов;

• регуляция внутриклеточных процессов;

• регуляция процессов нервной проводимости и мышечных сокращений;

• участие в процессах свертывания крови;

• регуляция проницаемости клеточных мембран;

• поддержание стабильной сердечной деятельности.

Сниженное содержание ионизированного кальция в сыворотке крови указывает на отрицательный баланс кальция. Общее содержание кальция в сыворотке крови, по мнению многих авторов является недостаточно информативным индикатором статуса кальция, так как уровень сывороточного кальция находится под строгим физиологическим контролем.

Магний с позиций современной науки принято рассматривать как химический элемент с выраженным профилактическим эффектом в отношении сосудистой гипертензии.

Магний укрепляет иммунную систему, обладает антиаритмическим действием. Помогает восстановлению сил после физических нагрузок.

Ближайшим соседом магния в группе периодической системы является кальций, с которым магний вступает в обменные реакции. Эти два элемента легко вытесняют друг друга из соединений. Дефицит магния в диете, богатой кальцием, обусловливает задержку кальция во всех тканях, что ведет к их обызвествлению.

Таким образом, магний выполняет в организме многочисленные функции:

• участие в синтезе белка и нуклеиновых кислот;

• участие в обмене белков, жиров и углеводов;

• участие в переносе, хранении и утилизации энергии;

• участие в митохондриальных процессах;

• участие в регуляции нейрохимической передачи и мышечной возбудимости (уменьшает возбудимость нейронов и замедляет нейромышечную передачу);

• является кофактором многих ферментативных реакций: гидролиз и перенос фосфатной группы, функционирование Na+ - K+ - АТФ-азного насоса, Са2+ - АТФ-азного насоса, протонного насоса;

• препятствует поступлению ионов кальция через пресинаптическую мембрану;

• является физиологическим антагонистом кальция;

• контролирует баланс внутриклеточного калия;

• снижает количество ацетилхолина в нервной ткани;

• расслабляет гладкую мускулатуру;

• снижает артериальное давление (особенно, при его повышении);

• угнетает агрегацию тромбоцитов;

• повышает осмотическое давление в просвете кишечника;

• ускоряет пассаж кишечного содержимого.

Одним из важных эффектов магния является торможение процессов возбуждения в коре головного мозга и связанная с этим реализация наркотического, снотворного, седативного, аналитического и противосудорожного эффекта. Экспериментальными исследованиями доказана роль магния в качестве модулятора эффектов возбуждающих аминокислот в ЦНС. При дефиците магния снижается способность к концентрации внимания и функции памяти. Классикой нейрохимии стало воззрение на магний как на ион с чёткими седативными свойствами. Синтез ацетилхолина в головном мозге возможен только в присутствии ионов магния. Кора головного мозга обладает выраженной реактивностью, поэтому расстройства высшей нервной деятельности сопровождаются не только нарушениями энергетического обмена, но и изменениями трансмембранного транспорта ионов, в первую очередь магния. На большом экспериментальном и клиническом материале показана зависимость выраженности эпилептиформной готовности в коре головного мозга от уровня ионов магния [Е.И. Чуканова, 2010].

Значение фосфора для организма человека – огромно. Фосфор находится в биосредах в виде фосфат-иона, который входит в состав неорганических компонентов и органических биомолекул. Фосфор присутствует во всех тканях, входит в состав нуклеиновых кислот, нуклеотидов, фосфолипидов. Соединения фосфора-АДФ и АТФ – являются универсальным источником энергии для всех живых клеток. Значительная часть энергии, образующаяся при распаде углеводов и других соединений, кумулируется в богатых энергией органических соединениях фосфора. Труднорастворимые (кальциевые) соли фосфорной кислоты составляют минеральную основу костной и зубной ткани. Фосфор играет важную роль в деятельности головного мозга, сердца, мышечной ткани. Основная функция фосфора в виде фосфат-иона (PO4)3- – образование информационных (нуклеиновые кислоты), структурных (фосфолипиды и фосфаты кальция) и энергонесущих (АТФ и КФ) молекул.

Дентин зубов минерализован на 75%, эмаль – на 98%. Фосфаты костей периодически обновляются. В дентине и эмали зубов обмен осуществляется в 20 и 100 раз соответственно медленнее, чем в костях. Около 14% фосфора находится в организме человека во внутриклеточных компартментах мягких тканей и около 1% - во внеклеточной жидкости.

Тестовые вопросы для проверки знаний

**1 В** организме человека массой 70 кг натрия содержится:

1. 100 г;
2. 300 г;
3. 500 г.

2 Сколько натрия приходится на внутриклеточный объем:

1. менее 7%;
2. более 20 %;
3. менее 15 %.

3 Натрий играет важную роль в регуляции:

1. осмотического давления, водного обмена и на белковый обмен;
2. белкового и углеводного обмена;
3. водно-солевого обмена.

4 В организме взрослого человека калия содержится:

1. 160 г - 180 г (около 0,23 % от общей массы тела);
2. 250 г - 310 г (около 0,35 % от общей массы тела);
3. 50 г - 120 г (около 0,15 % от общей массы тела).

5 Биоусвояемость калия составляет:

1. 90 % - 95 %;
2. 55 % - 58 %;
3. 17 % - 20 %.

6 Калий регулирует активность таких ферментов как:

1. К + - АТФ-аза;
2. ацетилкиназа;
3. пируватфосфокиназа;
4. А, В, С.

7 Гипокалиемией считают стойкое снижение сывороточной концентрации калия менее:

1. 3,5 ммоль/л;
2. 4,3 ммоль/л;
3. 2,7 ммоль/л.

8 Кальций является важной составляющей частью организма общее содержание, которого, составляет:

1. 1,4 % (1000 г на 70 кг массы тела);
2. 2,0 % (1500 г на 70 кг массы тела);
3. 1,8 % (1200 г на 70 кг массы тела).

9 Регуляция обмена кальция находится под влиянием:

1. кальцитонина, кальциферолов (витамин D);
2. кальцитонина, кальциферолов (витамин D), витамина А;
3. кальцитонина, кальциферолов (витамин D), печени.

10 Выводится кальций из организма:

1. ЖКТ, почки;
2. ЖКТ, кожу;
3. ЖКТ, почки, кожу.

11 Биоусвояемость кальция:

1. 25 % - 40 %;
2. 35 % - 55 %;
3. 55 % - 95 %.

12 В организме взрослого человека магния содержится около:

1. 140 г;
2. 200 мг;
3. 250 мг.

13 Главное депо магния находится:

1. в костях и мышцах;
2. в костях и крови;
3. в мышцах и крови.

14 Магний является важнейшим:

1. внутриклеточным элементом;
2. внеклеточным элементом.

15 Магний активно вытесняет из соединений:

1. кальций;
2. фосфор;
3. железо.

16 Содержание фосфора в теле взрослого человека

1. около 1 % от массы тела;
2. около 2 % от массы тела;
3. около 5 % от массы тела.

17 Сколько фосфора находится в организме человека во внеклеточной жидкости:

1. 1 %;
2. 2 %;
3. 6 %.

18 Суточная потребность организма в фосфоре составляет:

1. 800 мг - 1200 мг;
2. 900 мг - 1300 мг;
3. 500 мг - 800 мг.

19 Всасывание, распределение в организме и выведение фосфора в значительной мере связано:

1. с обменом кальция;
2. с обменом железа;
3. с обменом цинка.

**2.5 Практическое занятие № 5 Биохимия эссенциальных элементов (железо, йод)**

Микроэлементы – химические элементы, концентрация которых в организме находится в пределах 0,01-0,00001 % по отношению к массе тела. Микроэлементы присутствуют в организме главным образом не в виде свободных ионов, а в связанном состоянии – с белками, аминокислотами, другими органическими соединениями. Они входят в состав активных центров многих ферментов.

Микроэлементы ускоряют или замедляют течение тех или иных биохимических процессов в организме человека. Иначе говоря, они выступают в роли катализаторов или ингибиторов этих процессов. В результате повышается или понижается в организме концентрация отдельных белков, жиров, углеводов, ферментов, других необходимых для жизни веществ. А благодаря этому замедляется или ускоряется восстановление поврежденных тканей, рост и развитие клеток, возрастает или снижается насыщение организма кислородом, углекислым газом и др., то есть изменяется тканевое дыхание.

Известно, что при нарушении баланса концентрации микроэлементов в организме и тканях человека активность выработки или утилизации различных соединений (гормонов, белков и др.) изменяется не в арифметической, а в геометрической прогрессии. Кроме того, механизм токсического действия многих тяжелых металлов обусловлен их способностью вытеснять и замещать в молекулах ферментов и других биологически активных веществ «нужные» микроэлементы-антагонисты, что ведет к изменению свойств этих веществ и, как следствие, ухудшает обмен веществ в организме.

Таким образом, микроэлементы оказывают действие на организм человека в основном опосредованно, изменяя деятельность ферментов, гормонов, белков, витаминов и прочих биологически активных веществ, чувствительных к изменению их концентраций в окружающей среде.

Железо играет важную роль в процессах выделения энергии, в ферментативных реакциях, в обеспечении иммунных функций, в метаболизме холестерина. Насыщение клеток и тканей железом происходит с помощью трансферрина - белка, переносящего ионы трехвалентного железа. Лигандные комплексы железа стабилизируют геном, однако в ионизированном состоянии могут являться индукторами ПОЛ, вызвать повреждение ДНК и провоцировать гибель клетки. Железо является важным участником многих метаболических реакций. Его исключительная роль в организме определяется уникальными биологическими функциями белков, в состав которых включено железо. Большая часть функционального пула железа входит в состав порфиринсодержащих белков, главным образом гемоглобина и миоглобина. Кроме того, железо входит в состав ряда ферментов: пероксидазы, цитохромоксидазы и каталазы, принимающих участие в синтезе ДНК, делении клеток и нейтрализации активных форм кислорода. С другой стороны, железо может оказывать токсическое воздействие, если его концентрация в организме превышает связывающую емкость железосодержащих белков. Токсичность свободного двухвалентного железа объясняется его способностью запускать цепные свободнорадикальные реакции, приводящие к перекисному окислению липидов в биологических мембранах, повреждению структуры белков и нуклеиновых кислот.

Как дефицит, так и избыток железа отрицательно влияют на здоровье человека. Дефицит железа может развиться при недостаточном поступлении этого элемента (1 мг/сутки и менее), а порог токсичности – 200 мг/сутки.

Тестовые вопросы для проверки знаний

1. В 1820 г йод был описан, как лекарство против:

Остеопороза артрит рахит зоба

1. В 1895 г. было показано, что в организме йод сосредоточен в:

Костях эмали зубов щитовидной железе все перечисленные

1. Всасывание йода угнетают:

соли лития соли натрия морепродукты растительная пища

1. Больше всего органически связанного йода находится в тканях в виде:

Трийодтиронина монойодотирозина тироксина дийодотирозина

1. Основным компонентом щитовидной железы является :

Трансферин церулоплазмин гонадотропин тиреоглобулин

1. Для синтеза необходимого количества гормонов щитовидная железа человека должна получать ежедневно йод в количестве:

35 мг 60 мкг 10 мкг 60 мг

1. Активация йода в щитовидной железе осуществляется реакцией:

Конденсации гидрирования карбоксилирования пероксидации

1. В каких клетках щитовидной железы осуществляется синтез связанных форм йода:

парафолликулярные клетки фолликулярных

камбиальные нет правильного ответа

1. Йод составная часть гормонов:

щитовидной железы; гипофиза; поджелудочной железы; тимуса.

1. 40. Как расшифровывается NIS?

натрий/йодид симпортер; йодостимулирующий гормон;

одна из форм йода; нет правильного ответа.

1. NIS это -

гормон; белок; форма йода; нет правильного ответа.

1. NIS служит для:

связывания йода с другими элементами;

активного транспорта йодидов в щитовидную железу и другие ткани;

поддержания межмембранного потенциала;

контролирует активность щитовидной железы.

1. Для выработки каких гормонов необходимо железо:

щитовидной железы; надпочечников;

гипофиза; поджелудочной железы; нейрогормоны.

1. Латинское название химического элемента железо (Fe):

Phosphorus;  Aurum; Ferrum; Chlorum; Gallium;

1. Основная функция железа в организме:

перенос кислорода и участие в окислительных процессах

участие в окислительных процессах

перенос кислорода

1. Растворимый в воде комплекс гидроокиси железа с белком апоферритином:

ферритин; апоферритин; трансферрин; гемосидерин; нет правильного ответа.

1. Основное место синтеза трансферрина:

печень; селезенка; кишечник; почки; нет правильного ответа.

1. . Основным депонирующим белком в плазме крови для железа является:

ферритин; апоферритин; трансферрин; гемосидерин; нет правильного ответа.

1. Основным транспортным белком в плазме крови для железа является:

ферритин; апоферритин; трансферрин; гемосидерин;

нет правильного ответа.

**2.6 Практическое занятие № 6 Биохимия эссенциальных элементов (цинк, медь)**

В организме взрослого человека содержится 1,5-3 г цинка. Цинк обнаружен во всех органах и тканях; больше всего его содержание в предстательной железе, сперме, коже, волосах, мышечной ткани, клетках крови.

Известно, что оптимальная интенсивность поступления цинка в организм с пищей – 10-15 мг/день. Дефицит цинка в организме может развиться при недостаточном поступлении этого элемента (1 мг/день и менее), а порог токсичности – 600 мг/день.

В организм цинк попадает с пищей. Много цинка содержится в говядине, печени, морских продуктах (устрицы, пообще моллюски, сельдь), пшеничные зародыши, рисовые отруби, овсяная мука, морковь, горох, лук, шпинат, орехи.

Для лучшего усвоения цинка необходимы витамины А, С, Е, В6. Усвоению цинка препятствуют медь, марганец, железо, кальций (в высоких дозах). Кадмий и свинец способны вытеснять цинк из организма.

Большая часть цинка (90 %) выводится из организма с калом и около 10 % – с мочой. Особенно быстро цинк выводится из организма при стрессе, а также под действием ядовитых металлов, пестицидов и других загрязнений окружающей среды. Схема действия цинка представлена на рисунке 14.

Цинк является кофактором большой группы ферментов, участвующих в белковом и других видах обмена, и поэтому необходим для нормального протекания многих биохимических процессов. Цинк необходим для синтеза белков, в т.ч. коллагена, нужен для формирования костей. Цинк участвует в процессах деления и дифференцировки клеток, в формировании Т-клеточного иммунитета, в функционировании десятков ферментов, инсулина поджелудочной железы, антиоксидантного фермента супероксид дисмутазы, полового гормона дигидрокортикостерона. Очень важно участие цинка в процессах регенерации кожи, роста волос и ногтей, секреции сальных желез. Цинк способствует всасыванию витамина Е и поддержанию нормальной концентрации этого витамина в крови. Немаловажную роль цинк играет в переработке организмом алкоголя, поэтому недостаток цинка может повышать предрасположенность к алкоголизму (особенно у детей и подростков). Цинк входит в состав инсулина, ряда ферментов, участвует в кроветворении, способствует поддержанию иммунной защиты организма, обладает детоксицирующим действием, способствует удалению из организма двуокиси углерода.

Медь является жизненно важным элементом, который входит в состав витаминов, гормонов, ферментов, дыхательных пигментов, участвует в процессах обмена веществ, в тканевом дыхании и т.д. В организме содержание меди составляет 100-150 мг.

В желудочно-кишечном тракте абсорбируется до 95 % поступившей в организм меди – в желудке (максимальное количество), затем в двенадцатиперстной кишке, тощей и подвздошной кишке. Лучше усваивается двухвалентная медь. Максимальная концентрация меди отмечена в печени, почках, мозге, крови; однако, медь обнаруживается и в других органах и тканях.

Известно, что оптимальная интенсивность поступления меди в организм 2-3 мг/сутки. Дефицит меди в организме может развиться при недостаточном поступлении этого элемента (1 мг/сутки и менее), а порог токсичности – 200 мг/сутки.

В организм медь поступает в основном с пищей. Много ее в морских продуктах, бобовых, капусте, картофеле, крапиве, кукурузе, моркови, шпинате, яблоках, какао-бобах.

Основным путем выведения меди является кишечник. С калом выводится в среднем 85 % меди. С мочой здоровый человек за сутки выделяет 0,009-0,008 мг меди. Схема действия меди представлена на рисунке 15.

В крови медь связывается с сывороточным альбумином (12-17 %), с аминокислотами (гистидин, треонин, глутамин – 10-15 %) транскуприном (транспортный белок – 12-14 %) и церулоплазмином (до 60-65 %). Следует помнить, что концентрация меди в сыворотке крови регулируется гомеостатически и связана с циркадианными ритмами с утренним максимумом. Также в качестве индикатора для определения содержания меди могут использоваться клетки крови, а между содержанием меди в них и в сыворотке обнаруживается взаимосвязь.

Медь имеет большое значение для структуры костей, хрящей, сухожилий (коллаген), эластичности стенок кровеносных сосудов, легочных альвеол, кожи (эластин). Медь входит в состав миелиновых оболочек нервов.

Действие меди на углеводный обмен проявляется через ускорение процесса окисления глюкозы, торможение распада гликогена в печени. Медь входит в состав многих важнейших ферментов (цитохромоксидаза, тирозиназа, аскорбиназа и др.).

Медь входит в систему антиоксидантной защиты организма, являясь кофактором фермента супероксиддисмутазы, участвующей в нейтрализации свободных радикалов кислорода. Этот биоэлемент повышает невосприимчивость организма к некоторым инфекциям, связывает микробные токсины и усиливает действие антибиотиков. Медь обладает выраженным противовоспалительным свойством, смягчает проявления аутоиммунных заболеваний (ревматоидный артрит), способствует усвоению железа.

Тестовые вопросы для проверки знаний

1. В организме взрослого человека цинка содержится:
2. 1,5 – 3 г
3. 2 – 4 г
4. 3 – 5 г
5. Оптимальная интенсивность поступления цинка в организм с пищей:
6. 10 - 15 мг/день
7. 15-25 мг/день
8. 30-45 мг/ день

3. Какие тяжелые металлы могут вытеснять цинк из организма:

1. Кадмий и свинец
2. Кадмий и ртуть
3. Ртуть и свинец

4. Действие меди на углеводный обмен проявляется, через:

1. ускорение процесса окисления глюкозы, торможение распада гликогена в печени
2. синтез инсулина
3. синтез гликогена в печени

5. Марганец является важнейшим:

1. Митохондриальным элементом
2. Внутриклеточным элементом
3. Внеклеточным элементом

6. Микроэлементы присутствуют в организме главным образом:

a) в связанном состоянии – с белками, аминокислотами и другими органическими соединениями;

b) в виде свободных ионов.

7. В организме взрослого человека цинка содержится:

a) 1,5 г - 3 г; b) 2 г - 4 г; c) 3 г- 5 г.

8. Оптимальная интенсивность поступления цинка в организм с пищей:

a) 10 мг/день - 15 мг/день;

b) 15 мг/день - 25 мг/день;

c) 30 мг/день - 45 мг/ день.

9. Какие тяжелые металлы могут вытеснять цинк из организма:

a) кадмий и свинец;

b) кадмий и ртуть;

c) ртуть и свинец.

10. Действие меди на углеводный обмен проявляется, через:

a) ускорение процесса окисления глюкозы, торможение распада гликогена в печени;

b) синтез инсулина;

c) синтез гликогена в печени.

11. Недостаток меди может приводить:

a) гипопигментации кожи;

b) гиперпигментации кожи.

* 1. **Практическое занятие № 7 Биохимия условно-эссенциальных элементов**

Фтор

Содержание фтора в теле взрослого человека – около 2,6 г. В организме фтор находится в связанном состоянии (обычно в виде труднорастворимых солей с кальцием, магнием, железом). Соединения фтора входят в состав всех тканей человеческого тела; однако, особенно много фтора (99 % всего его количества) приходится на кости и зубную эмаль. Среднесуточное поступление фтора с пищей – 0,5-1,5 мг. Соединения фтора поступают в организм с пищей и водой. Много фтора содержится в рисе, говядине, яйцах, молоке, луке, шпинате, яблоках и других продуктах. Особенно богаты фтором чай (100 мкг/г) и морская рыба (5-10 мкг/г).

Схема действия фтора представлена на рисунке 21. В организме фтор участвует во многих важных биохимических реакциях (активирует аденилатциклазу, ингибирует липазы, эстеразу, лактатдегидрогеназы и т.д.). Фтор усиливает всасывание кальция и увеличивает плотность всего костного аппарата. Недостаточность фтора в питьевой воде (менее 0,5 мг/г) вызывает у людей поражение зубов – кариес. Он начинается с образования на поверхности зуба пятна. Кислоты, вырабатываемые бактериями, растворяют под пятном зубную эмаль, но, как ни странно, не с её поверхности. Часто верхняя поверхность остаётся неповреждённой до тех пор, пока участки под ней не окажутся полностью разрушенными. Предполагается, что на этой стадии фторид – ион может облегчать образования аппатита. Таким образом, совершается реминелизация начавшегося повреждения. Избыточное поступление фтора в организм приводит к развитию флюороза, который характеризуется появлением крапчатой эмали. Возникает остеопороз, возможно развитие опухолей пищеварительной системы. Избыточные количества фтора снижают обмен фосфора и кальция в костной ткани, приводит к нарушениям в работе щитовидной железы, угнетению роста и поражению почек, нарушают углеводный, белковый и другие обменные процессы, угнетают тканевое дыхание и пр. Фтор является нейротропным ядом.

Кремний в виде различных соединений входит в состав большинства тканей, влияет на обмен липидов, образование коллагена, костной ткани. Особенно важна роль кремния как структурного элемента соединительной ткани. Концентрация кремния в волосах и аорте с возрастом снижается, что косвенно указывает на значимость биоэлементного статуса кремния в патогенезе атеросклероза. Кремний необходим для образования и развития соединительной ткани, которая широко представлена в нашем организме – это кости, суставы, хрящи, сухожилия, хрусталик глаза, сосуды, а также кожа, слизистые оболочки, волосы и ногти. Соединительная ткань обладает свойством, отличающим её от других тканей организма – способностью к регенерации (восстановлению). Высокое содержание кремния в соединительной ткани связано с его присутствием в составе гликозаминогликанов и белковых комплексов, образующих остов тканей и придающих им прочность и упругость. Кремний участвует в химических реакциях, скрепляющих отдельные волокна коллагена и эластина, профилактирует образование морщин, нормализует гидратацию кожи, укрепляет волосы и ногти.

Соединения кремния являются необходимыми активаторами процессов регенерации соединительной ткани в организме человека, они ускоряют обменные процессы в организме, оказывают стимулирующее действие на рост клеток кожи, выработку коллагена, эластина, кератина и гликозаминогликанов.

Никель

Еще в начале XX в. было установлено, что поджелудочная железа относительно богата никелем и что этот микроэлемент при введении вслед за инсулином удлиняет действие последнего, повышая тем самым гипогликемическую активность. Никель оказывает влияние на ферментативные процессы, окисление аскорбиновой кислоты, ускоряет переход сульфгидрильных групп в дисульфидные. Никель может угнетать действие адреналина и снижать артериальное давление. Под влияние никеля вдвое возрастает выведение кортикостероидов с мочой, усиливается антидиуретическое действие экстракта гипофиза.

Избыточное накопление в организме человека никеля может приводить к отклонениям в состоянии здоровья. В первую очередь, это касается гиперчувствительности к никелю, в результате которой могут возникать контактные дерматиты, раздражения кожи и слизистых, а также вызывать депигментацию кожи (витилиго).

Известно, что у 10 % всех дерматологических пациентов обнаруживается положительная реакция на контакт с сульфатом никеля. В ряде случаев контактный дерматит может протекать в виде дисгидротической экземы конечностей, а гиперчувствительность к нему проявляться в виде астмы, конъюнктивита, аллергического ринита. Поступление никеля с пищей может вызывать явления гастроэнтерита. Имеются сведения о канцерогенности никеля и его соединений, в частности о способности вызывать рак назальных синусов и легких. Канцерогенность никеля возрастает при одновременном воздействии других канцерогенов, таких как бензопирены, мышьяк, шестивалентный хром.

Тестовые вопросы для проверки знаний

1. В наиболее высоких концентрациях кремний содержится:
2. в соединительной ткани
3. в костной ткани
4. в мышечной ткани
5. В организме человека ванадия содержится около:
6. 100 мкг
7. 200 мкг
8. 50 мкг

3. Ванадий входит в состав:

1. Костной ткани
2. Мышечной ткани
3. Костной ткани
4. Соединительной ткани

4. Ионы Br угнетают деятельность:

1. щитовидной железы
2. предстательной железы
3. поджелудочной железы

5. Более 90% бериллия выводится:

1. мочой
2. с калом
3. с потом
4. Фтор поступает в организм:
5. с водой и пищей
6. через легкие
7. через кожу
8. все перечисленные
9. Основные пути выведения фтора из организма:
10. с мочой
11. с фекалиями
12. при дыхании
13. все перечисленные
14. Фтор увеличивает скорость осаждения из насыщенных растворов при физиологических значениях pH:
15. кальция и натрия
16. фосфора и железа
17. натрия и меди
18. кальция и фосфора
19. Метаболические функции фтора:
20. формирование и укрепление зубной эмали
21. предупреждение развития остеопороза;
22. создание трансмембранного электрохимического потенциала клетки
23. обеспечение нормального роста волос и ногтей
24. Оптимальная интенсивность поступления кремния в сутки
25. 50-100 мг/сутки
26. 100-150 мг/сутки
27. 20-70 мг/сутки

11. В желудочно-кишечном тракте человека никель всасывается:

1. от 1 до 10%
2. от 5 до 15%
3. от 3 до 7%

12. Никель в основном (до 95%) выводится из организма человека:

1. с калом
2. с мочой
3. с потом

13. Выделение брома происходит преимущественно:

1. с мочой, потом
2. с мочой и калом
3. с калом и потом

14. Оптимальная интенсивность поступления мышьяка в организм:

1. 50 - 100 мкг/сут
2. 100-200 мкг/сут
3. 150-300 мкг/сут

15. В течение суток лития в организм человека в среднем поступает:

1. 100 мкг
2. 200 мкг
3. 50 мкг

16. Выведение лития осуществляется преимущественно:

1. с мочой
2. с калом и потом
3. с калом

**2.8 Практическое занятие № 8 Биохимия токсичных элементов**

Токсичность химических элементов – это один из наиболее изучаемых биологических параметров (Токсикологическая химия, 2010).

Токсичность химических элементов, вероятно, определяется «емкостями» биологических систем, которые могут принять, связать, занять в циклах биохимических, бионеорганических, физико-химических реакциях то или иное количество химических элементов без ущерба для оптимального функционирования живого. По мнению некоторых авторов, ядовитость химических элементов обратно пропорциональна их абсолютным величинам, вызывающим токсический эффект. То есть, чем больше доза, вызывающая токсический эффект, тем слабее соответственно токсическое действие химического элемента. Поэтому обнаруженные корреляционные связи показывают, что чем выше энергетические характеристики химических элементов, чем выше константы стабильности комплексных соединений, тем выше, в современном понимании, токсичность химических элементов. Но это только с позиций весовых доз, а не «емкостей» биологических систем.

Таким образом, токсичность элементов связана с положением их в периодической системе, а также с их миграционной способностью, то есть со способностью перемещаться в различных системах.

В организме взрослого человека содержится 80-120 мг свинца. Роль свинца в жизнедеятельности организма изучена недостаточно. Известно, что свинец участвует в обменных процессах костной ткани. С другой стороны, свинец –канцероген и тератоген. Схема действия свинца представлена на рисунке 27.

Основной путь поступления в организм свинца – через желудочно-кишечный тракт. Степень всасывания свинца зависит от растворимости его соединений. Главный путь выделения свинца из организма – со стулом (80-90 %), меньшая часть выделяется с мочой.

Оптимальная интенсивность поступления свинца в организм – 10-20 мкг/день. В норме в костях содержание свинца равно 20 мг/кг, в печени – 1 мг/кг, в почках – 0,8 мг/кг, в головном мозге – 0,1 мг/кг. Свинец является одним из сильных канцерогенов, ускоряющих этот процесс. В почве 120-ти городов Российской Федерации имеется значительное превышение содержания свинца. Более 10 млн. человек контактируют с почвой, загрязненной свинцом. Содержание Pb в образцах почвы, взятых на расстоянии 20 м от автомагистралей, пропускная способность которых составляла 20000-37000 автомобилей в сутки, составляло в поверхностных слоях ~55 мкг/г. На расстоянии 100 и 220 м концентрация Pb была снижена до 40 и 25 мкг/г, соответственно. На расстоянии 100 м от магистрали содержание Pb в листьях растений снижалось с 17,63-17,92 до 14,17-14,57 мкг/г. Концентрация Pb в молоке коров, пасущихся вблизи магистралей, составляла 1,2-2,25 мкг/мл.

Кадмий относится к токсичным микроэлементам, являясь одним из основных загрязнителей окружающей среды. В организм взрослого человека в течение суток поступает 10-20 мкг кадмия, в то время как оптимальная интенсивность поступления, как полагают, – 1-5 мкг.

Физиологическая роль кадмия изучена недостаточно. Кадмий обнаруживается в составе так называемого «металлотионеина» – белка, для которого характерно высокое содержание сульфгидрильных групп и тяжелых металлов (при отсутствии ароматических кислот). Функция тионеина заключается в связывании и транспортировке тяжелых металлов, их детоксикации. In vitro кадмий активирует несколько цинкзависимых ферментов (триптофан оксигеназа, ДАЛК-дегидратаза, карбоксипептидаза). Не обнаружено ферментов, которые бы активировались только кадмием.

Пищевыми источниками кадмия являются морепродукты (особенно мидии и устрицы), злаки (зерновые), листовые овощи.

В тонком кишечнике адсорбируется менее 5% поступившего с пищей кадмия. На всасывание кадмия существенно влияет присутствие других биоэлементов и пищевых веществ (Ca, Zn, Cu, пищевые волокна и др.). Кадмий, поступающий в организм с вдыхаемым воздухом, усваивается значительно лучше (10-50 %).

Дефицит кадмия в организме может развиться при недостаточном поступлении этого элемента (0,5 мкг/сутки и менее), а порог токсичности – 30 мкг/сутки. Соединения кадмия ядовиты.

В водной среде Cd накапливается в фитопланктоне, в водных растениях, моллюсках и ракообразных. В наземном биотопе отмечается положительная корреляция содержания Cd в почве и в растениях, на которые влияют характер почвы, ее рН, вид растения и обследуемая часть растения. Для населения главный источник Cd – это пища, в большинстве случаев, растительная (злаки, клубнеплоды, овощи). Содержание Cd в тканях животных (печень, почки) также коррелирует с загрязнением им окружающей среды. Необходимо принимать во внимание влияние осадочного ила сточных вод. Обследование животноводческих продуктов во Франции показало, что в тканях крупного рогатого скота и свиней концентрация Cd ниже 0,5 мг/кг. Современное потребление Cd с пищей во Франции оценивается как ~1/3 разрешаемого максимального уровня (1 мкг/кг массы тела в день), но реальное воздействие на население необходимо продолжать исследовать.

В организме человека кадмий аккумулируется в основном в почках, печени, двенадцатиперстной кишке. С возрастом содержание кадмия в организме увеличивается, особенно у мужчин. Средняя концентрация кадмия у мужчин и женщин составляет, соответственно, в почках – 44 и 29 мкг/г, в печени – 4,2 и 3,4 мкг/г. Содержание кадмия в ребрах – 0,4-0,5 мкг/г.

Ртуть обнаружена во всех органах и тканях организма человека, ее максимальная концентрация отмечается в почках и составляет 2,7 мкг/г сырого веса. В других тканях эта концентрация ниже и равна 0,05-0,30 мкг/г. Физиологическая роль ртути неясна, хотя, возможно, этот элемент имеет практическую значимость для здоровья человека. Считается, что оптимальная интенсивность поступления ртути в организм – 1-5 мкг/день, однако при частом потреблении морепродуктов и рыбы этот показатель возрастает до 10-20 мкг/день. Дефицит ртути в организме может развиться при недостаточном поступлении этого элемента (0,5 мкг/день и менее), а порог токсичности – 50 мкг.

Токсичность ртути зависит от химической формы, в которой она попадает в организм. Металлическая ртуть (в жидком виде) при отдельном попадании в организм практически нетоксична (всасывается в желудочно-кишечном тракте < 0,01%). Элементарная ртуть в виде испарения очень хорошо резорбируется в респираторном тракте (около 85-90 %), с мочой выводится 52 %, с калом – 48 %. Неорганические соединения Hg2+ всасываются в желудочно-кишечном тракте в пределах 10% от поступившей дозы, 60 % выводится с мочой и 40 % – с калом. Органические соединения ртути (метил-, алкил- , арил- ртутные соединения) всасываются очень хорошо (90 %), выводятся в основном с калом (80 %), остальное – с мочой. Максимальная концентрация ртути отмечается в почках (2,7 мкг/г сырого веса), тогда как в других тканях она равна 0,05-0,30 мкг/г. Повышенное содержание ртути в волосах (0,1 – 0,5 мкг/г в норме), ногтях, коже. Период полувыведения металлической ртути у человека – 70 дней, неорганической – 40 дней, паров – 50 дней.

Циркуляция ртути в среде обитания является результатом активности как человека, так и естественной активности. По мере роста промышленного производства количество Hg, попадающей в атмосферу, существенно возрастает. Большую опасность представляет загрязнение Hg водоемов. Токсичность Hg зависит от вида ее соединений (органические и неорганические). Наиболее токсичными являются алкилированные соединения Hg.

При хроническом отравлении ртутью развиваются астеновегетативный синдром, тремор, психические нарушения, эретизм, лабильный пульс, тахикардия, гингивит, протеинурия, изменения со стороны крови. При пероральном поступлении ртути наблюдаются язвенно-некротический гастроэнтерит, в дальнейшем развивается некротический нефроз с гибелью эпителия проксимальных отделов почечных канальцев.

Отравление органическими соединениями ртути приводит к болезни Минамата, энцефалопатии, мозжечковой атаксии, нарушению зрения и слуха. При продолжающемся воздействии заболевание прогрессирует до патогномоничной триады - атаксия, дизартрия и сужение полей зрения.

Много ртути поступает в организм человека с морской рыбой, морепродуктами, рисом (до 0,2 мг/кг).

Тестовые задания

1 Оптимальная среднесуточная интенсивность поступления алюминия в организм (учитывая степень всасываемости этого элемента):

a) 20 мкг - 100 мкг;

b) 50 мкг/сут - 250 мкг;

c) 10 мкг/сут - 40 мкг.

2 Оптимальная интенсивность поступления свинца в организм:

a) 10 мкг/сут - 20 мкг/сут;

b) 50 мкг/сут - 100 мкг/сут;

c) 5 мкг/сут - 10 мкг/сут.

3 Основной путь поступления в организм свинца:

a) через желудочно-кишечный тракт;

b) через легкие;

c) через кожу.

4 Главный путь выделения свинца из организма (80-90 %):

a) с калом;

b) с мочой;

c) с потом.

5 Пищевыми источниками кадмия являются:

a) морепродукты, злаковые, листовые овощи;

b) молочные продукты, злаковые, бобовые;

c) злаковые, морепродукты.

6 Основным путем кадмия, поступающего в организм, является:

a) ЖКТ;

b) легкие;

c) кожа.

7 В организме человека кадмий аккумулируется в основном:

a) в почках, печени, двенадцатиперстной кишке;

b) в костях, печени, селезенке;

c) в почках, коже, печени.

8 С возрастом содержание кадмия в организме увеличивается, особенно:

a) у мужчин;

b) у женщин.

9 Кадмий выводится преимущественно:

a) с калом;

b) с мочой;

c) с потом.

10 Оптимальная интенсивность поступления ртути в организм:

a) 1 мкг/сут - 5 мкг/сут;

b) 5 мкг/сут - 10 мкг/сут;

c) 3 мкг/сут - 5 мкг/сут.

11 До 0,2 мкг/кг ртути поступает в организм человека:

a) с морской рыбой, морепродуктами, рисом;

b) с молочными продуктами, листовыми овощами;

c) с бобовыми, зерновыми.

12 Таллий обладает выраженной токсичностью, которая обусловлена нарушением ионного баланса главных катионов организма:

a) Na+ и K+;

b) Са2+ и Мп2+.

13 Таллий в организме аккумулируется:

a) внутри клеток;

b) во внеклеточном пространстве.

14 Основной путь выведения таллия из организма:

a) с калом;

b) с мочой.

15 Тканями-мишенями для бериллия являются:

a) слизистые оболочки (легкие, верхние дыхательные пути), кожные покровы;

b) костная и мышечная ткань;

c) костная и соединительная ткань, кожные покровы.

16 Более 90 % бериллия выводится:

a) мочой;

b) с калом;

c) с потом.

**3 Методические указания к лабораторным работам**

**3.1 Лабораторная работа № 1 Принципы лабораторной диагностики дисэлементозов. Материал для исследований, правила взятия и хранения биологического материала**

Лабораторные методы исследования служат важным этапом обследования.

ИССЛЕДОВАНИЕ КРОВИ

При исследовании крови необходимо помнить, что все процессы жизнедеятельности подвержены значительным вариациям под влиянием внешних факторов, таких как смена времени суток и года, приём пищи, изменение солнечной активности. Биохимический состав биологических жидкостей подвержен индивидуальным колебаниям у различных людей, отражая влияние пола, возраста, характера питания, образа жизни. Морфологический состав крови также колеблется на протяжении суток. Поэтому осуществлять забор крови целесообразно в одно и то же время - утром натощак.

|  |
| --- |
|  |
|  |

При заборе крови из вены время наложения жгута должно быть по возможности минимальным, так как длительный стаз крови повышает содержание общего белка и его фракций, кальция, калия и других компонентов.

В зависимости от цели исследования забор крови для лабораторного анализа осуществляют из пальца (капиллярная кровь) и из вены (венозная кровь).

• Кровь из пальца берёт лаборант; этот анализ необходим для количественного и качественного изучения форменных элементов крови (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов), определения количества в крови гемоглобина и скорости оседания эритроцитов (СОЭ). Такой анализ называют общим анализом крови или общеклиническим исследованием крови. Кроме того, в ряде случаев из пальца берут кровь\* для определения содержания в крови глюкозы, а также свёртываемости крови и времени кровотечения.

• Кровь из вены берёт процедурная медицинская сестра посредством пункции в большинстве случаев локтевой вены; кровь смешивается в пробирке с противосвёртывающим веществом (гепарин, натрия цитрат и пр.). Объём забираемой из вены крови зависит от количества определяемых компонентов - обычно из расчёта 1-2 мл на каждый вид анализа.

Взятие крови на исследование из вены

• одноразовые (стерильные) шприцы с иглами;

• стерильный лоток с ватными шариками и пинцетом;

• резиновый жгут, резиновый валик и салфетка;

• 70% раствор спирта, чистые пробирки с пробочками в штативе;

• спецодежда (халат, маска, стерильные перчатки);

• лоток для использованного материала;

• тонометр, фонендоскоп, противошоковый набор лекарственных средств.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЧИ

Подготовка больных к исследованию

Медицинская сестра должна обучить пациентов технике гигиенической процедуры и правилам сдачи мочи на анализ.

Больному следует объяснить, что утром накануне исследования необходимо подмыть наружные половые органы и промежность тёплой водой с мылом в определённой последовательности (область лобка, наружные половые органы, промежность, область заднего прохода) и вытереть насухо кожу в таком же порядке. Если у женщины в период сдачи анализа мочи имеется менструация, а отложить

исследование нельзя, нужно посоветовать ей закрыть влагалище ватным тампоном. В ряде ситуаций при соответствующих показаниях мочу на анализ берут катетером: у женщин во время менструации, у тяжелобольных и т.д.

Утром после гигиенической процедуры больной должен выпустить начальную порцию мочи в унитаз на счёт «1-2», а затем задержать мочеиспускание и, подставив банку, собрать в неё 150-200 мл мочи (так называемая средняя порция струи мочи), при необходимости завершив мочеиспускание в унитаз.

Ёмкости с крышкой для сбора мочи должны быть подготовлены заранее: вымыты раствором детергента или мылом, ополоснуты не менее 3 раз для удаления остатков моющего вещества и тщательно высушены. В противном случае при анализе мочи можно получить ложные результаты. Необходимо также объяснить пациенту, где он должен оставить ёмкость с мочой, закрытую крышкой.

Собранная для исследования моча должна быть отправлена в лабораторию не позднее чем через 1 ч после сбора. Хранение мочи до проведения анализа допускается только в холодильнике максимум в течение 1,5 ч. Применение консервантов для лучшей сохранности мочи нежелательно. Однако в ряде случаев (например, для предотвращения распада форменных элементов, происходящего под влиянием микроорганизмов при долгом стоянии мочи) при ее сборе для пробы Каковского-Аддиса в емкость, куда собирается моча, добавляют консервант (1 кристаллик тимола или 0,5 мл хлороформа на каждые 10 0 мл мочи).

|  |
| --- |
|  |

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЛА

Подготовка пациента для сдачи кала состоит из следующих этапов.

• Отмена медикаментов: за 2-3 дня до исследования больному следует отменить лекарственные средства, примеси которых могут влиять на внешний вид каловых масс, помешать микроскопическому исследованию и усилить перистальтику кишечника. К таким препаратам относят препараты висмута, железа, бария сульфат, пилокарпин, эфедрин, неостигмина метилсульфат, активированный уголь, слабительные средства, а также препараты, вводимые в ректальных свечах, приготовленных на жировой основе. Не применяют также масляные клизмы.

|  |
| --- |
|  |

• Коррекция пищевого режима: при копрологическом исследовании больному за 5 дней до сдачи кала назначают пробную диету, содержащую точно дозированный набор продуктов.

- Обычно применяют диету Шмидта (2250 ккал) и/или диету Певзнера (3250 ккал). Диета Шмидта - щадящая, в её состав входят овсяная каша, нежирное мясо, картофельное пюре, яйцо, пшеничный хлеб и напитки (молоко, чай, какао). Диета Певзнера разработана по принципу максимальной для здорового человека пищевой нагрузки, в её состав входят поджаренное мясо, гречневая и рисовая каши, жареный картофель, салаты, квашеная капуста, масло, ржаной и пшеничный хлеб, свежие фрукты, компот. С помощью этих диет легче выявить степень усвоения пищи (степень недостаточности пищеварения). Например, при пробной диете

Шмидта у здорового человека пищевые остатки в кале не обнаруживают, при диете Певзнера же выявляют большое количество непереваренной клетчатки и небольшое количество мышечных волокон. - При анализе кала на скрытую кровь больному за 3 дня до сдачи кала назначают молочно-растительную диету и исключают железосодержащие продукты (мясо, печень, рыбу, яйца, томаты, зелёные овощи, гречневую кашу), так как они могут выступать катализаторами в реакциях, используемых для обнаружения крови. Во избежание получения ложноположительного результата необходимо убедиться в отсутствии у больного кровоточивости дёсен, носовых кровотечений и кровохарканья; больному запрещается чистить зубы. Непосредственная подготовка пациента к исследованию:

1. Больному выдают чистый сухой стеклянный флакон (можно из-под пенициллина) с пробкой и полоской лейкопластыря, стеклянную или деревянную палочку. Необходимо обучить больного технике сбора кала, следует объяснить, что он должен опорожнить кишечник в судно (без воды). Сразу после дефекации больной должен взять палочкой из нескольких разных участков испражнений 5-10 г кала, поместить собранные фекалии во флакон, который сразу следует закрыть крышкой, закрепив её полоской лейкопластыря, и вместе с направлением оставить в санитарной комнате в специально отведённом для этого месте.

|  |
| --- |
|  |

2. При анализе кала на скрытую кровь, если дёсны больного кровоточат, необходимо предложить ему за 2-3 дня до исследования не чистить зубы щёткой и рекомендовать полоскать рот 3% раствором питьевой соды.

3. Для бактериологического исследования кала больному выдают стерильную пробирку с консервантом.

4. Использованные стеклянные палочки замачивают на 2 ч в дезинфицирующем растворе (например, в 3% растворе хлорамина Б или 3% растворе хлорной извести). Деревянные палочки сжигают.

5. Кал следует доставить в лабораторию в течение 8 ч после сбора (в условиях стационара - в течение 1 ч). Исследуют кал не позднее 8-12 ч после его выделения, а до этого его сохраняют при температуре от 3 до 5 °С. Наиболее точное представление о функциональном состоянии пищеварительного тракта даёт трёхкратное исследование фекалий.

**3.2 Лабораторная работа № 2 Определение содержания магния в биосубстратах**

Цели занятия:

- Усвоить представление о диагностическом значении определения электролитов в плазме крови;

- Знать функции магния в организме, клинико-диагностическое значение определения магния в сыворотке крови;

- Уметь определить содержание магния в сыворотке крови.

Основными показаниями для определения содержания магния в крови являются: симптомы истощения, астении (слабость, раздражительность), неврологическая патология (судорожные состояния, тремор, гипервозбудимость, тетания), тахикардия, нарушение функции почек.Подготовка к диагностике: (1) следует объяснить пациенту, что исследование позволит определить уровень магния в крови; (2) пациента просят воздержаться от употребления солей магния (гидроксид магния, английская соль) в течение, по меньшей мере 3 дней до исследования, но предупредить при этом, что каких-либо других ограничений в диете и режиме питания не требуется; (3) следует предупредить пациента, что для исследования берут пробу крови, и сообщить, кто и когда будет брать ее; (4) пациента предупреждают о возможных неприятных ощущениях во время наложения жгута на руку и пункции вены (жгут на руку желательно не накладывать, так как при сильном сдавливании уровень магния и кальция может быть завышенным, вследствие микротравматизации нестойких элементов тканей крови).

Определение уровня магнияв сыворотке крови проводят методом абсорбции с ксилидилом синим на автоанализаторе. Забор крови осуществляется из локтевой вены в количестве 3 мл. Кровь на анализ берется строго натощак, с 8:00 до 10:00. Согласно циркацианному ритму магния в плазме крови это время отражает среднюю концентрацию магния в плазме за сутки; исключается пищевой подъем уровня магния. Взятая кровь после забора подвергается центрифугированию не позднее 30-60 мин, так как известно, что отделение плазмы от клеток в более поздние сроки приводит к выходу магния в плазму из разрушающихся форменных элементов крови (эритроцитов, тромбоцитов и т.д.), что имитирует ложнонормальный и даже повышенный уровень магния. Даже начало гемолиза дает повышенные уровни магния в крови и использоваться для тестирования не может. Норма магния может оцениваться в различных клетках. При этом они не только по-разному концентрируют магний (лимфоциты > фагоциты > тромбоциты >эритроциты). Изменение уровня магния в разных клетках помогает интерпретировать уровень нарушения магниевого баланса. Так, снижение магния в лимфоцитах патогномонично для гиперальдостероновых влияний, снижения иммунитета. Низкий уровень магния в фагоцитах обнаруживается на фоне инфекционных заболеваний, при иммунодефицитных состояниях, опухолях. Эритроцитарный магний снижается при застойной сердечно-сосудистой недостаточности, ИБС, инфаркте миокарда, анемии, диабете. Необходимо помнить, что снижение уровня магния в тромбоцитах свидетельствует о склонности к повышенному тромбообразованию.

Возрастные нормы магния в сыворотке крови (Н.У.Тиц, 2001): новорожденные - 0,62-0,91 ммоль/л; 5 мес-6 лет - 0,70-0,95 ммоль/л; 6-12 лет0,70-0,86 ммоль/л; 12-20 лет0,70-0,91 ммоль/л; 20-60 лет - 0,66-1,07 ммоль/л; 60-90 лет - 0,66-0,99 ммоль/л; Старше 90 лет - 0,70-0,99 ммоль/л; эритроциты - 1,65-2,65 ммоль/л; суточная моча - 3,0-50 ммоль/л; СМЖ (спинномозговая жидкость) - 1,1-1,5 ммоль/л.

Факторы, искажающие результат: венозный стаз, обусловленный использованием жгута; взятие крови выше уровня установленного пациенту внутривенного катетера, по которому вводится раствор, содержащий магний. Факторы, повышающие результат: прогестерон; трихлоруксусная кислота; аспирин (длительное применение); литий; производные магния; медроксипрогестерон; триамтерен; витамин D (хроническая почечная недостаточность). Факторы, уменьшающие результат: сальбутамол; альдостерон; аминолгликозиды; этанол; цисплатин; хлорид аммония; амфотерицин В; соли кальция; цитраты (при переливании крови); циклоспорин; дигоксин; мочегонные (этакриновая кислота, фуросемид, тиазидные диуретики); глюкагон; инсулин (большие дозы при диабетической коме); слабительные (хроническое злоупотребление); пероральные контрацептивы; пентамидин; фенитоин.

Принцип метода: в щелочной среде Магон реагирует с ионами магния с образованием комплекса красного цвета оптическая плотность которого прямопропорциональна содержанию ионов магния в исследуемом материале.

Реактивы. 1. Магон – 3,5 ммоль/л. 2. Буфер. 3. Эталонный раствор магния – 8,23 ммоль/л 4. Сыворотка. 5. Дистиллированная вода. Оборудование. 1. Пробирки – 3 шт. 2. Пипетки на 2 мл 3. Дозатор на 0.02 мл 4. ФЭК. 5. Кюветы на 5мм.

Подготовка реактивов:

Раствор 1 –содержимое одной ампулы с реактивом 1 количественно растворяют в 50 мл реактива 2. раствор можно употреблять лишь через 30 минут после приготовления. Реактив устойчив при 2-8 0С 1 неделю.

Раствор 2 –реактив 3 точно разбавляют дистиллированной водой в соотношении 1 : 9, раствор содержит 0,823 ммоль/л. реактив устойчив 1 месяц при комнатной температуре.

Ход определения.

Реактивы. Опыт, мл Калибровка, мл Контроль, мл

Сыворотка. 0,02 - -

Раствор 1 2,0 2,0 2,0

Раствор 2 - 0,02 -

Дистиллированная вода - - 0,02

Перемешиваем и оставляем при комнатной температуре на 15 минут. Затем измеряем оптическую плотность опыта (Д1) и калибровки (Д2) против контрольного раствора при 490-520 нм в кюветах на 5 мм. Расчет результатов:

С магния, ммоль/л = 0,823 \* Д1 / Д2.

Нормальные величины: 0,7 – 1,07 ммоль/л.

Клинико-диагностическое значение определения магния в сыворотке крови.

Магний – внутриклеточный катион, 1/3 его сосредоточена в костях, зубах, мышцах. Среднесуточное поступление с пищей составляет 300 – 400 мг.

Физиологическое значение: Входит в состав почти 300 ферментных комплексов. Способствует синтезу протеинов. В комплексе с фосфолипидами входит в состав клеточных мембран, фиксирует их, снижает проницаемость.Регулирует нервно-мышечную возбудимость и работу сердца

Концентрация в плазме в нормесоставляет – 0.8 – 1.5 ммоль/л.

Гипермагнемиясопровождается появлением сонливости, угнетением дыхательного центра, нарушения проводимости миокарда, блокады и остановки сердца; отмечается при: Почечной недостаточнсоти; Гипотиреозе.; Остром диабетическом ацидозе; Бронхиальной астме.болезни Аддисона; Обезвоживании.

Гипомагнемияпроявляется обезвоживанием артерий, нарушением свертываемости крови, повышению артериального давления, снижению микроциркуляции в капиллярах. Дефицит магния вызывает нарушение всех энергозависимых процессов, уменьшение синтеза белков; отмечается при: Голодании; Беременности (2 и 3 триместры); Онкологических заболеваниях; Остром и хроническом панкреатитах; Циррозе печени; Сердечно-сосудистой недостаточности; Рахите; Гастроэнтерите; Эндокринных нарушениях (гиперфункции щитовидной железы, гипофункции паращитовидных желез, сахарном диабете).

Задание для самостоятельной работы:

· Законспектируйте методику;

· Подготовьте рабочее место для исследования;

· Проведите определение содержания магния в предложенной сыворотке;

· Оцените полученные результаты;

· Заполните бланки анализа;

· Сделайте выводы по работе и рисунки;

· Ответьте на дополнительные вопросы.

Ответьте на вопросы:

1. К какой группе элементов относится магний?

2. Перечислите основные функции, которые выполняет магний в организме.

3. Патология обмена магния, как она проявляется, чем сопровождается?

**3.3 Лабораторная работа № 3 Определение содержания калия в биосубстратах**

Калий – основной внутриклеточный катион. Во внеклеточной жидкости его содержание невелико. В плазме крови практически здоровых людей концентрация калия составляет 3,6 – 5,4 ммоль/л. Снижение ее до уровня менее 3,5 ммоль/л приводит к тяжелым нарушениям в организме человека: слабости мышц, появлению вялых параличей, прекращению сокращения (перистальтики) кишечника, вздутию живота.

Увеличение уровня калия в плазме свыше 5,6 ммоль/л сопровождается ощущением «ползания мурашек», «одеревенения конечностей», нарушением ритма сердца. Может наступить остановка деятельности сердца, а также произойти паралич дыхательных мышц.

Опыт 1. Определение концентрации калия в сыворотке или плазме крови турбидиметрическим методом без депротеинизации

Принцип метода. При взаимодействии ионов калия с ионами тетрафенилбората в щелочной среде образуется стабильная суспензия.

Оптическая плотность суспензии, измеренная при длине волны 578 нм, пропорциональна концентрации ионов калия в исследуемом образце.

Исследуемый материал. Сыворотка или гепаринизированная плазма крови. Гемолиз недопустим. Хранение – не более 8 ч при температуре 2 – 8 °С.

Реактивы

1. Монореагент: тетрафенилборат натрия – 35 ммоль/л; натрий едкий – 200 ммоль/л.

2. Калибратор – 5 ммоль/л.

Ход работы

Компоненты реакционной смеси внести в пробирки в количествах,

указанных в таблице.

Таблица

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Компонент, мкл | Проба | | |
| опытная | калибровочная | Контрольная (холостая) |
| Монореагент | 400 | 400 | 400 |
| Исследуемый образец | 10 | - | - |
| Калибратор | - | 10 | - |
| Вода | - | - | 10 |

Смешать и инкубировать 10 мин при температуре 37 оС. По окончании инкубации измерить оптическую плотность опытной и калибровочной проб против контрольной (холостой) пробы при длине волны 578 нм в кювете с толщиной поглощающего свет слоя 1 см.

Расчет

С = 5× Е пробы/ Е калибратора (ммоль/л).

Референтные пределы: новорожденные – 3,7 – 5,9 ммоль/л;

дети – 3,4 – 4,7 ммоль/л; взрослые – 3,5 – 5,1 ммоль/л.

Опыт 2. Определение калия в биологических жидкостях

Реактивы

1. 5% раствор ацетата натрия.

2. Смесь растворов ацетатов меди и свинца: отвешивают в колбу 7,5 г

кристаллического ацетат меди и 2 г кристаллического ацетата свинца.

Добавляют 150 мл дистиллированной воды, смесь нагревают до кипения и после охлаждения фильтруют.

3. Кристаллический нитрит натрия.

4. Нитрит натрия в растворе ацетатов свинца и меди: к 2 мл реактива 2 добавляют 250 мг нитрита натрия.

5. 5 % раствор риванола.

6. Ледяная уксусная кислота.

Ход работы

В центрифужную пробирку вносят 0,5 мл раствора ацетата натрия (реактив 1), 0,1 мл исследуемой биологической жидкости и 0,5 мл реактива 4. Содержимое пробирки хорошо перемешивают стеклянной палочкой, потирая ее о внутренние стенки пробирки в течение 5 мин, оставляют на 1 ч. После центрифугируют 10 мин при 1500 об/мин.

Совершенно прозрачную надосадочную жидкость сливают, а в пробирку добавляют 1 мл реактива 1. Перемешивают стеклянной палочкой, центрифугируют и тщательно сливают надосадочную жидкость.

Аналогичное промывание реактивом 1 повторяют еще несколько раз, пока он не станет совершенно белым, без голубизны. Затем к осадку добавляют 1 мл раствора риванола и 2 мл ледяной уксусной кислоты. Смесь перемешивают и, добавляя дистиллированную воду, переносят в мерную колбу на 25 мл, доводя до метки. Хорошо перемешивают и колориметрируют против воды при = 540 нм в кювете с толщиной поглощающего свет слоя 10 мм.

Расчет: С (мг%) = Е ∙ 36,

где Е – показатель экстинкции; 36 – постоянный коэффициент;

С – концентрация калия в биологической жидкости.

Нормальные величины концентрации калия в сыворотке крови составляют 14 – 24 мг% или 3,8 – 6,2 мэкв/л

В моче концентрация может достигать 80 – 100 ммоль/л.

**3.4 Лабораторная работа № 4 Определение содержания цинка в биосубстратах**

Определение цинка в крови с дитизоном по Н. А. Чеботаревой.

Принц п. Цинк с дитизоном образует комплексное соединение, дающее окраску, интенсивность которой зависит от концентрации элемента.

Реактивы: основной раствор дитизона. В делительную воронку на 250 мл вносят 0,02 г дитизона и 100 мл четыреххлористого углерода. Энергично встряхивают в течение 15 мин. Приливают 100 мл бидистиллированной воды, в которую предварительно вносят 0,5 мл 25%-ного раствора аммиака, встряхивают 3 мин. Удаляют слой четыреххлористого углерода. Промывают оставшийся оранжевый раствор дитизона 10 мл четыреххлористого углерода. Промывку повторяют 2 раза, сливая каждый раз четыреххлористый углерод. В конце этой процедуры прибавляют 2,5 мл разведенной серной кислоты (1:5). Появляются черные хлопья. Перемешивают, добавляют 100 мл четыреххлористого углерода и встряхивают 1 мин. После разделения фаз раствор дитизона в четыреххлористом углероде сливают в чистую делительную воронку, добавляют 50 мл бидистиллированной воды и встряхивают в течение 1 мин для удаления серной кислоты. Промывку водой повторяют еще 2 раза. Раствор дитизона переливают в сухую склянку темного стекла с притертой пробкой. Хранят в холодильнике до 1 мес. Качество реактива проверяют так: в делительную воронку вносят 5 мл раствора дитизона и 25 мл 0,01 н. раствора аммиака (0,7 мл 25%-ного раствора аммиака на 1 л дистиллированной воды), встряхивают 2—3 мин. Органический слой должен быть бесцветным. Если он окрашен в бурый цвет, то раствор дитизона для анализа не пригоден;

Рабочий раствор дитизона готовят перед анализом. В сухую мерную колбу на 100 мл вносят 6 мл основного раствора дитизона и доводят объем до метки четыреххлористым углеродом. Хорошо перемешивают;

ацетатный буферный раствор, pH 5. 272 г натрия ацетата трехводного (х. ч.) вносят в мерную колбу на 1 л, растворяют в небольшом количестве бидистиллированной воды, прибавляют 58 мл ледяной уксусной кислоты и доводят объем бидистиллированной водой до метки. В полученный раствор добавляют 25 мл 50%-ного раствора натрия тиосульфата (натрий серноватистокислый пятиводный);

20%-ный раствор соляной кислоты;

0,3 моль/л раствор соляной кислоты;

калибровочный раствор цинка основной. В мерную колбу на л вносят 100 мг металлического цинка, добавляют небольшое количество бидистиллированной воды и 10 мл 20%-ной соляной кислоты. После полного растворения цинка доводят объем бидистиллированной водой до метки. В 1 мл содержится 100 мкг цинка. При отсутствии металлического цинка можно использовать сернокислый цинк (х. ч.). С этой целью 0,4396 г реактива (гп804 • 7 Н20) растворяют в 1 л бидистиллированной воды, предварительно подкисленной 5 мл серной кислоты. 1 мл основного раствора содержит 100 мкг цинка; рабочий калибровочный раствор цинка. В мерную колбу на 100 мл вносят 1 мл основного калибровочного раствора и доводят до метки 0,3 моль/л раствором соляной кислоты. В 1 мл содержится 1 мкг цинка. Готовят в день проведения анализов; очистка четыреххлористого углерода. К 500 мл реактива добавляют 10 г активированного угля, встряхивают 5 мин и фильтруют через складчатый бумажный фильтр.

Очистку повторяют 2—3 раза с новой порцией угля. После этого четыреххлористый углерод перегоняют в стеклянном аппарате на шлифах. Четыреххлористый углерод марки х. ч. и ос. ч. можно использовать без очистки;

50%-ный раствор натрия тиосульфата (х. ч.). 50 г вещества растворяют в 50 мл бидистиллированной воды; серная кислота (х. ч.), разведенная 1:5; аммиак водный, 25%-ный раствор; активированный уголь.

Оборудование: фотоэлектроколориметр; муфельная печь; электроплитка; перегонный аппарат стеклянный; тигли фарфоровые; делительные воронки на 250 и 500 мл; бюретки на 50 мл.

Ход определения. В фарфоровый тигель вносят 5 мл цельной крови (сыворотки, плазмы) и обугливают на электроплитке, постепенно повышая температуру до 200—250 °С. Затем пробы ставят в муфельную печь и сжигают при температуре 500—550 °С в течение 3—4 ч. Если материал полностью не сгорел, в тигель приливают 1—2 мл 50%-ной азотной кислоты, выдерживают на электроплитке, не допуская разбрызгивания раствора золы, и ставят в муфель на 1,ч при температуре 500 °С. При необходимости эту операцию повторяют. Тигель охлаждают. Золу смачивают 5 мл 20%-ного раствора соляной кислоты и осторожно упаривают на электроплитке досуха, не допуская разбрызгивания массы и прокаливания остатка.

В тигель приливают 2,5 мл 20%-ного раствора соляной кислоты, 5 мл дистиллированной воды и нагревают на плитке до растворения золы. Смесь охлаждают, переносят в пробирки с меткой на 25 мл (желательно с притертой пробкой) или в мерные колбы на 25 мл, смывая остатки из тигеля бидистиллированной водой, доводят объем до метки и перемешивают.

В делительную воронку или пробирку с притертой пробкой на 40—50 мл вносят 5 мл раствора золы, прибавляют 10 мл ацетатного буфера и перемешивают. Приливают из бюретки 10 мл рабочего раствора дитизона, встряхивают делительную воронку в течение

мин. После разделения фаз органический слой сливают в кювету с толщиной слоя 1 см и фотометрируют на ФЭКе при длине волны 538 нм (зеленый светофильтр) против контроля. При использовании пробирок верхний водный слой отсасывают при помощи водоструйного насоса или шприца или отбирают сразу нижний слой пипеткой с грушей. При хорошем качестве реактивов цвет не должен изменяться в течение суток.

Содержание цинка в образце находят по калибровочной кривой. Для построения ее в делительные воронки или пробирки с притертыми пробками вносят 1, 2, 3, 4 и 5 мл рабочего калибровочного раствора цинка. Объем до 5 мл доводят 0,3 моль/л раствором соляной кислоты. Далее поступают так же, как и с образцами.

Расчет ведут по формуле АУ-100 ВС ’

где х - количество цинка в пробах, мкг%; А - количество цинка по калибровочной кривой, мкг; V - объем раствора золы, мл; В - количество крови, мл; С -количество раствора золы, взятого для анализа, мл; 100 - коэффициент для пересчета в мкг%.

Примечание. Антикоагулянт - гепарин. Отделить сыворотку или плазму от эритроцитов не позднее чем через 45 мин. Избегать контакта крови с резиновыми пробками. Цельная кровь хранению не подлежит. Сыворотку или плазму можно хранить при комнатной температуре в течение 1 нед, при 4-8 °С -нед, при -20 °С -до 1 года.

**3.5 Лабораторная работа № 5** **Оценка микронутриентной обеспеченности рациона**

Гигиеническая оценка пищевого рациона студента

Ход выполнения работы:

1. Подготовьте рабочую таблицу для расчетов химического состава и энергетической ценности пищевого рациона.

2. Запишите меню-раскладку вашего суточного рациона в рабочую таблицу.

3. Вычислите количество белков, жиров и углеводов (в граммах) и энергетическую ценность (в ккал) каждого продукта, входящего в состав блюда.

4. Определите содержание белков, жиров, углеводов и энергетическую ценность по каждому приему пищи (завтрак, обед и ужин) и за сутки, суммировав соответственно данные в каждой графе, используя калькулятор калорий на сайте «10 diet.net» (тесты - калькулятор калорий).

5. Рассчитайте рациональность питания - процентное соотношение калорийности завтрака, обеда и ужина в суточном рационе.

6. Рассчитайте сбалансированность питания - соотношение белков, жиров, углеводов в своем дневном рационе.

7. Сопоставьте полученные данные с физиологическими нормативами суточной потребности в пищевых веществах и показателями суточного расхода энергии и на основании этого сделайте заключение о соответствии (или несоответствии) суточного химического состава и калорийности пищевого рациона студента гигиеническим требованиям, о полноценности, рациональности и сбалансированности вашего питания.

8. Составьте меню-раскладку на один день, исходя из того, что питание должно быть рациональным и сбалансированным. На день необходимо взрослому человеку кроме белков, жиров и углеводов не менее 400 – 600 г овощей и фруктов, 4 – 6 видов.

Рабочая таблица для расчета химического состава и калорийности суточного рациона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование продуктов | Вес продукта, г | Белки, г | Жиры, г | Углев  оды, г | Эн. ценность, ккал | Са | К |  |  |
| Завтрак: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Обед: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ужин: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого за сутки: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**3.6 Лабораторная работа № 6 Составление индивидуальной программы профилактики по анализу волос**

Волос - это своего рода «минеральный паспорт» нашего организма. Он не получает питания извне, все его строительные материалы поступают с кровью через луковицу и откладываются в стержне. Поэтому в человеческом волосе в виде минеральных соединений «записывается» вся информация о наличии или недостатке минералов, о загрязнении токсичными металлами или о нарушении обмена веществ. И с помощью анализа волос можно считать эту информацию.

В сравнении с анализом крови или мочи элементный анализ волос имеет много преимуществ, среди которых одними из основных является высокая концентрация элементов в волосах, неинвазивность отбора проб, удобство при хранении и транпортировки. Нами (Скальный, 2000) отмечено, что в отличие от внутренних (жидких) биосред организма концентрация элементов в волосах менее подвержена жесткому гомеостатическому контролю, что предопределяет преимущества использования элементного анализа волос в гигиенической, донозоологической диагностике и раннем выявлении патологических изменений в организме и латентных процессов.

Анализ волос нашел широкое применение в гигиене, токсикологии, судебно-медицинских исследованиях, например, при выявлении случаев отравления As, Hg, Cd, F, Ni, Mn, Pb. По мнению большинства авторов, анализ волос может использоваться в качестве оценки элементного статуса не только на популяционном уровне, но и на индивидуальном.

Согласно рекомендациям МАГАТЭ, во избежание мешающих влияний для анализа следует отбирать в 4-5 местах с затылочной части головы, применяя при этом ножницы из нитрида титана или керамики (Ryabukhin, 1980). На концентрацию элемента в волосах могут влиять их окраска, цвет волос, длительное применение отдельных шампуней, мазей и других косметических и лечебных средств наружного применения. Поэтому все перечисленные факторы должны учитываться при оценке содержания химических элементов в волосах.

Темы групповых творческих заданий

Предлагаются на выбор одна тема из списка на группу из 3-5 человек, задание готовится в форме реферативной статьи со списком источников и представляется в виде оформленной статьи, готовой к публикации.

Творческие задания

Задание 1. Студентка жалуется на слабость, утомляемость, ломкость ногтей. Оцените результаты анализа волос, составьте план дальнейшего обследования и коррекции элементного статуса.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элемент | Результаты анализа (мг/кг) | Значения 25-75 центильных интервалов | Референтные значения |
| Fe | 7,2 | 11-24 | 5,0-25 |
| K | 379,5 | 29-159 | 150-663 |
| Li | 0,09 | 0,00-0,02 | 0,01-0,25 |
| Mg | 153,4 | 39-137 | 19,0-163 |
| Mn | 1,2 | 0,32-1,13 | 0,1-2,0 |
| Na | 560,2 | 73-331 | 18-1720 |
| Ni | 0,533 | 0,14-0,53 | 0,1-2,0 |
| Si | 39,9 | 11-37 |  |
| As | 0,07 | 0,00-0,56 | 0,005-1,0 |
| Ca | 1349,0 | 494-1619 | 200-2000 |
| Cr | 0,6 | 0,32-0,96 | 0,1-20,0 |
| Cu | 13,6 | 9-14 | 7,5-80 |
| P | 148,3 | 135-181 | 75-200 |
| Zn | 180,3 | 155-206 | 100-250 |
| I | 1,5 | - | 0,27-4,2 |
| V | 0,09 | - | 0,005-0,5 |
| Co | 0,03 | 0,04-0,16 | 0,05-0,50 |
| Se | 0,3 | 0,69-2,20 | 0,5-1,5 |
| Cd | 0,2 | 0,02-0,12 | 0,05-0,25 |
| Al | 12,3 | 6-18 | 1,0-10 (20) |
| Be | 0,009 | 0,00-0,01 | 0,005-0,01 |
| Pb | 1,8 | 0,38-1,40 | 0,1-5,0 |
| Hg | 0,7 | - | 0,05-2,0 |

Задание 2.

Женщина 45 лет, проживающая в Оренбурге обратилась с жалобами на повышенное АД, утомляемость, сухость кожи. Оцените результаты анализа волос, составьте план дальнейшего обследования и коррекции элементного статуса.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элемент | Результаты анализа (мг/кг) | Значения 25-75 центильных интервалов | Референтные значения |
| Ca | 1200 | 494-1619 | 200-2000 |
| K | 245 | 29-159 | 150-663 |
| Mg | 176 | 39-137 | 19,0-163 |
| Na | 560 | 73-331 | 18-1720 |
| P | 148 | 135-181 | 75-200 |
| Fe | 17,2 | 11-24 | 5,0-25 |
| Cr | 0,6 | 0,32-0,96 | 0,1-20,0 |
| Cu | 11,6 | 9-14 | 7,5-80 |
| Zn | 146 | 155-206 | 100-250 |
| I | 0,14 |  | 0,27-4,2 |
| Co | 0,03 | 0,04-0,16 | 0,05-0,50 |
| Se | 0,3 | 0,69-2,20 | 0,5-1,5 |
| Cd | 0,2 | 0,02-0,12 | 0,05-0,25 |
| Al | 12,3 | 6-18 | 1,0-10 (20) |
| Pb | 1,2 | 0,38-1,40 | 0,1-5,0 |

Задание 3. Ребенок 8 лет, часто и длительно болеющий, страдающий хроническим риносинуситом. Оцените результаты анализа волос, составьте план дальнейшего обследования и коррекции элементного статуса.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элемент | Результаты анализа (мг/кг) | Значения 25-75 центильных интервалов | Референтные значения |
| Ca | 1200 | 494-1619 | 200-2000 |
| K | 245 | 29-159 | 150-663 |
| Mg | 176 | 39-137 | 19,0-163 |
| Na | 560 | 73-331 | 18-1720 |
| Fe | 10 | 11-24 | 5,0-25 |
| Cr | 0,6 | 0,32-0,96 | 0,1-20,0 |
| Cu | 13,6 | 9-14 | 7,5-80 |
| Zn | 92 | 155-206 | 100-250 |
| I | 3,0 |  | 0,27-4,2 |
| V | 0,09 | - | 0,005-0,5 |
| Co | 0,03 | 0,04-0,16 | 0,05-0,50 |
| Se | 0,3 | 0,69-2,20 | 0,5-1,5 |

Задание 4. Мужчина 40 лет. Жалоб нет. Родители умерли в возрасте 50-55 лет от онкологических заболеваний. Оцените результаты анализа волос, составьте план дальнейшего обследования и коррекции элементного статуса.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элемент | Результаты анализа (мг/кг) | Значения 25-75 центильных интервалов | Референтные значения |
| As | 0,07 | 0,00-0,56 | 0,005-1,0 |
| Fe | 7,2 | 11-24 | 5,0-25 |
| Cr | 0,6 | 0,32-0,96 | 0,1-20,0 |
| Cu | 13,6 | 9-14 | 7,5-80 |
| Zn | 79,9 | 155-206 | 100-250 |
| Co | 0,03 | 0,04-0,16 | 0,05-0,50 |
| Se | 0,3 | 0,69-2,20 | 0,5-1,5 |
| Cd | 0,16 | 0,02-0,12 | 0,05-0,25 |
| Al | 12,3 | 6-18 | 1,0-10 (20) |

Задание 5. Студентка 20 лет. Миопия (М 5,0 Д), пролапс митрального клапана, сколиоз. Оцените результаты анализа волос, составьте план дальнейшего обследования и коррекции элементного статуса.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элемент | Результаты анализа (мг/кг) | Значения 25-75 центильных интервалов | Референтные значения |
| Mn | 1,4 | 0,32-1,13 | 0,1-2,0 |
| Li | 0,09 | 0,00-0,02 | 0,01-0,25 |
| Ni | 0,533 | 0,14-0,53 | 0,1-2,0 |
| Si | 39,9 | 11-37 |  |
| As | 0,07 | 0,00-0,56 | 0,005-1,0 |
| Fe | 7,2 | 11-24 | 5,0-25 |
| Cr | 0,6 | 0,32-0,96 | 0,1-20,0 |
| Cu | 8,6 | 9-14 | 7,5-80 |
| Zn | 180,3 | 155-206 | 100-250 |

**4.Список рекомендуемой литературы**

1. Введение в элементологию [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 06.04.01. Биология / И. В. Радыш [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.30 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2017. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1655-8.
2. Ларичев, Т.А. Основы химии элементов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.А. Ларичев, Т.Ю. Кожухова. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 147 с. - ISBN 978-5-8353-1515-4: - Режим доступа: http//www. biblioclub.ru / book/232759.

**Дополнительная литература**

1. Барышева, Е. С. Теоретические основы биохимии [Электронный ресурс] : учеб. пособие /Е. С. Барышева, О. В. Баранова, Т. В. Гамбург; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). -Оренбург : ГОУ ОГУ, 2011. -Adobe Acrobat Reader 5.0 Издание на др. носителе [Текст] . - № гос. реги-страции 0321102524.
2. Дудко, А. В. Биохимия [Электронный ресурс] : электронное гиперссылочное учебное пособие / А. В. Дудко, А. Д. Стрекаловская, Е. С. Хайруллина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун -т". - Электрон. тексто-вые дан. (1 файл: 245 Mb). - Оренбург : ОГУ, 2015. -Архиватор 7-Zip

**Периодические издания**

|  |
| --- |
| 1. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018. |
| 1. Журнал неорганической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018. |
| 1. Журнал физической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018. |
| 1. Клиническая лабораторная диагностика : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018. |
| 1. Прикладная биохимия и микробиология : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018. |
| 1. Химическая промышленность сегодня : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018. |
| 1. Экология : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018. |